

CANDRA HERMAWAN, DKK

2025



Transformasi Industri di Era Digital

ANTOLOGI ESSAY ILMIAH



Editor : Dr. Siti Salamah, S.S., M.Hum.

TRANSFORMASI INDUSTRI DI ERA DIGITAL

Antologi Esai Ilmiah

Penulis:

Candra Hermawan, dkk

Editor :

Dr. Siti Salamah, S.S., M.Hum.



Penerbit K-Media
Yogyakarta, 2025

TRANSFORMASI INDUSTRI DI ERA DIGITAL

Antologi Esai Ilmiah

Penulis:

Candra Hermawan, dkk

Editor :

Dr. Siti Salamah, S.S., M.Hum.

QRCBN: 62-941-3345-846

Terbitan September 2025
Yogyakarta, Penerbit K-Media 2025
21 x 29 cm ; viii, 183 hlm.

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
All rights reserved

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari Penulis dan Penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan kumpulan esai ini dengan judul "Perkembangan Teknologi Industri di Era Digital". Kumpulan esai ini disusun sebagai sarana untuk menggali lebih dalam pemahaman kita tentang transformasi yang terjadi dalam industri seiring dengan kemajuan teknologi digital yang semakin pesat.

Seiring dengan perkembangan zaman, dunia industri dihadapkan pada tantangan baru yang mengharuskan adaptasi terhadap kemajuan teknologi. Era digital telah membawa perubahan signifikan dalam cara kita bekerja, memproduksi, dan berinteraksi. Teknologi informasi, otomatisasi, serta pemanfaatan data besar (big data) menjadi bagian penting dalam menciptakan efisiensi dan inovasi dalam sektor industri. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana teknologi ini tidak hanya mengubah proses produksi, tetapi juga menciptakan peluang baru dan tantangan dalam dunia bisnis global.

Kumpulan esai ini hadir dengan tujuan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang bagaimana teknologi digital mengubah wajah industri di berbagai sektor. Setiap esai yang disajikan dalam buku ini mengulas berbagai aspek perkembangan teknologi yang mendalam, dari otomatisasi industri, revolusi Industri 4.0, hingga penerapan teknologi kecerdasan buatan (AI) yang semakin mendominasi. Dengan penyusunan yang berbasis riset terkini dan analisis yang tajam, diharapkan pembaca dapat memperoleh wawasan yang lebih luas tentang pentingnya teknologi dalam mendorong kemajuan industri di masa depan.

Kami berharap esai ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi mahasiswa, akademisi, serta para praktisi yang tertarik untuk mendalami bidang teknologi industri di era digital. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penyusunan karya ini.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam meningkatkan pemahaman kita bersama mengenai pentingnya adaptasi teknologi untuk kemajuan industri di era digital ini.

Yogyakarta, 10 Agustus 2025

Dr. Siti Salamah, S.S., M.Hum.
Universitas Ahmad Dahlan

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
Inovasi Circular Economy: Sistem Daur Ulang Baterai EV sebagai Masa Depan Industri Berkelanjutan	1
<i>Candra Hermawan</i>	
Sistem Pemantauan Kualitas Air Berbasis Digital dalam Budidaya Ikan Cerdas	5
<i>Dio Nur Hidayanto</i>	
Drone untuk Efisiensi Proses Penambangan di Era Digital: Penataan dan Keselamatan	10
<i>M Alief Hidayatullah</i>	
Efektivitas dan Inovasi Teknologi Drone dalam Pengelolaan Lahan Pertanian Modern	16
<i>Althaf Raja Abidin</i>	
Strategi Penggunaan AI dalam Sistem Produksi untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Manufaktur	20
<i>Salwa Dwi Gadiza</i>	
Penerapan IoT dan AI di Industri Manufaktur Makanan dan Minuman	25
<i>Sindi Ameliyanti</i>	
New Era New Technology: Peluang, Tantangan, dan Masa Depan Terbuka	29
<i>Siti Nur Rahmah</i>	29
<i>Tiara Ramadhani Rahman</i>	
ERP sebagai Fondasi Industri Masa Depan: Sinkronasi Real-Time Planner dan Analyst untuk Efisiensi Produk	38
<i>Rian Citra Nabilla</i>	
Sawit Cerdas: “Berbasis Drone dan Machine Learning”	42
<i>Muhammad Rafly Sandika</i>	
Transformasi Pabrik Karet melalui Demand Forecasting AI di Era Disrupsi	45
<i>Raihan Faadhilal Novanto</i>	
Analysis Life Cycle Assessment (LCA) Bata Ramah Lingkungan	50
<i>Damitha Difa Arthikasari</i>	

Transformasi Teknik Industri dalam Pertanian: Dari Sistem Irigasi Konvensional ke Teknologi Digital Pintar	55
<i>M. Khairul Anam</i>	
Manajemen Rantai Pasok Pestisida dan Sistem Kontrol Kualitas Berbasis Digital dalam Pertanian Cerdas.....	58
<i>Dhea Fadillah</i>	
Optimalisasi Sistem Produksi Berkelanjutan dalam Teknik Industri untuk Mewujudkan Industri Ramah Lingkungan.....	63
<i>Hilda Habibah</i>	
Downtime Pabrik dengan AI Cerdas.....	68
<i>Adnan Binyang N.F</i>	
Strategi Link and Match Melalui Program Magang Industri Dalam Meningkatkan Daya Saing Bisnis Perusahaan	71
<i>Arij</i>	
Adaptasi Perusahaan dan Kelincahan Berbisnis Di Era Digitalisasi.....	76
<i>Ayyub Prabowo</i>	
Kolaborasi Desain Komunikasi Visual dalam Penerapan Produksi Berbasis AI sebagai Transformasi Industri Masa Depan.....	80
<i>Dimas Sibik Maulana</i>	
Penerapan Big Data Analytics Dalam Pengambilan Keputusan Bisnis.....	84
<i>Laode Rivaldi</i>	
Pemanfaatan Artificial Intelligence Dalam Sistem Produksi Dan Logistik	93
<i>Ilmi Arrizal Muhammad</i>	
Transformasi Teknik Industri: Dari Pabrik Tradisional ke Ekosistem Digital Pintar	98
<i>Jalaluddin Bima Satria</i>	
Teknologi Digital untuk Keberlanjutan Lingkungan yang Ramah Dan Efisiensi Energi	102
<i>Nofitrayani Kurnia Desti</i>	
Sistem Irigasi Cerdas Berbasis IoT	107
<i>Magfirah Samsi</i>	
Peran Supply Chain Management dalam Menjamin Kelancaran Produksi	111
<i>Muhammad Abim Pratama</i>	

Media Sosial Untuk Pelayanan Kesehatan yang Ramah dan Bersahabat	113
<i>Nazla Khaira Adz Dzurry</i>	
Human Cantered Tantangan dan Peluang Di Masa Depan	118
<i>Pandu Alfian</i>	
Strategi <i>Net-Zero Emission</i> dalam Industri (pabrik) Masa Depan	125
<i>Prayudha Urbaneta</i>	
Efisiensi Produksi Otomotif melalui Kolaborasi Mesin Robot dan Manusia.....	130
<i>Puja Nur Rochman</i>	
Transformasi Sistem Rantai Distribusi Barang Konvensional Menjadi Sistem Rantai Distribusi Barang Digital	134
<i>Raka Putra Pratama</i>	
Perubahan Metode dari Sistem Konvensional menjadi Smart Manufacturing pada Mesin Bubut CNC	139
<i>Regina Anastasya Febriana</i>	
Implementasi Digital Twin Dalam Rangkai Manufaktur: Efisiensi dan Akurasi Produksi di Era Industri 4.0	145
<i>Rida Mardova</i>	
Penerapan Otomasi dan IoT dalam Dunia Teknik Industri.....	148
<i>Siti Nur Agustina</i>	
Peran <i>Lean Manufacturing</i> dan Digitalisasi dalam Membangun Industri yang Peduli Sosial	152
<i>Tia Sinta Martasari</i>	
Transformasi <i>Manufacturing</i> Menuju Era <i>Smart Factory</i>.....	157
<i>Wiwit Maulana Ridwanulloh</i>	
Desain Sistem Kerja Ergonomis untuk Peternakan Sapi Perah	163
<i>Rafly Damar Sentanu</i>	
Transformasi Green Industrial Engineering Berbasis Keberlanjutan dan Teknologi	167
<i>Dafa Ramadhan</i>	
AI dan IoT Dunia Otomotif: Mobil Listrik Kendali Jarak Jauh dan Aman di Era Digital	171
<i>Abdillah Latifanto Maulana</i>	

Penerapan Teknologi Digital Berbasis AI pada Sektor Perkebunan Kelapa Sawit	175
<i>Andi Ali Pratama Sakti</i>	
Perancangan Sistem Produksi Berbasis “Six Sigma” untuk Meminimalkan Cacat Produk	178
<i>Al Fatih Azka Deko Nurrisma</i>	

Inovasi Circular Economy: Sistem Daur Ulang Baterai EV sebagai Masa Depan Industri Berkelanjutan

Candra Hermawan

2400019060

Perubahan iklim dan krisis lingkungan mendorong negara-negara di dunia, termasuk Indonesia, untuk beralih ke energi yang lebih ramah lingkungan. Salah satu terobosan penting adalah pengembangan kendaraan listrik atau Electric Vehicle (EV), yang diharapkan dapat menekan emisi karbon (Nur & Kurniawan, 2021). Namun, di balik peluang tersebut, muncul tantangan besar terkait pengelolaan limbah baterai EV yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan baik.

Konsep *circular economy* (ekonomi sirkular) hadir sebagai pendekatan strategis untuk menghadapi persoalan ini. Melalui penerapan sistem daur ulang baterai EV, industri dapat memanfaatkan kembali material berharga, mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya alam baru, sekaligus menciptakan rantai pasok yang lebih berkelanjutan (Suwignyo dkk., 2021). Tulisan ini akan membahas bagaimana inovasi circular economy dapat diterapkan pada sistem daur ulang baterai EV di Indonesia, tantangan yang dihadapi, serta peluang dan strategi untuk mewujudkan masa depan industri yang lebih hijau.

Konsep Circular Economy dalam Konteks Baterai EV

Circular economy adalah pendekatan ekonomi yang berfokus pada penggunaan kembali, perbaikan, daur ulang, dan perpanjangan umur produk agar nilai ekonominya tetap terjaga dalam siklus produksi (Suwignyo dkk., 2021). Dalam konteks baterai EV, ekonomi sirkular menjadi penting mengingat baterai mengandung logam-logam bernilai tinggi seperti litium, kobalt, mangan, dan nikel yang jumlahnya terbatas di alam.

Penerapan circular economy pada baterai EV dapat dilakukan melalui beberapa tahap, seperti pengumpulan baterai bekas, pemrosesan ulang untuk pemulihan logam, hingga produksi baterai baru menggunakan material hasil daur ulang. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga meningkatkan kemandirian industri nasional terhadap pasokan bahan baku baterai (Pramudita ., 2024).

Teknologi Daur Ulang Baterai: Pirometalurgi dan Hidrometalurgi

Terdapat beberapa teknologi utama yang digunakan dalam daur ulang baterai EV, diantaranya adalah pirometalurgi dan hidrometalurgi. Pirometalurgi adalah proses pemanasan pada suhu tinggi untuk mengekstraksi logam dari baterai bekas. Triaswinanti dkk (2023) mencatat bahwa pirometalurgi cukup efisien untuk baterai jenis LMO dan LFP, karena proses ini lebih sederhana dan cocok untuk skala besar. Namun, proses ini memerlukan energi tinggi dan dapat menghasilkan emisi gas buang.

Sementara itu, hidrometalurgi menggunakan larutan kimia untuk melarutkan logam dan memisahkannya. Proses ini memiliki keunggulan dalam menghasilkan logam dengan kemurnian lebih tinggi dan dapat dilakukan pada suhu lebih rendah, sehingga lebih hemat energi. Namun, tantangan utama terletak pada pengelolaan limbah cair yang dihasilkan.

Di banyak negara maju seperti Jerman dan Jepang, kedua teknologi ini sering dikombinasikan agar mendapatkan hasil yang lebih optimal. Hal ini dapat menjadi contoh bagi Indonesia untuk mengembangkan teknologi daur ulang baterai yang ramah lingkungan dan ekonomis.

Tantangan dan Peluang Implementasi di Indonesia

Pengembangan sistem daur ulang baterai EV di Indonesia memiliki sejumlah tantangan. Pertama, infrastruktur pengumpulan dan pengolahan limbah baterai masih terbatas. Kedua, teknologi daur ulang yang ada belum sepenuhnya diterapkan secara industri dan masih banyak bergantung pada teknologi impor. Ketiga, kesadaran masyarakat dan pelaku industri terhadap pentingnya daur ulang masih rendah (Nauri dkk., 2024).

Namun, di sisi lain, peluangnya juga besar. Permintaan kendaraan listrik yang meningkat akan menciptakan pasar baru untuk industri daur ulang baterai. Selain itu, Indonesia memiliki sumber daya manusia yang potensial untuk mengembangkan inovasi teknologi lokal. Implementasi circular economy juga dapat mendukung target nasional dalam mengurangi emisi gas rumah kaca.

Strategi Kebijakan dan Kolaborasi Multipihak

Menurut Nur & Kurniawan (2021), regulasi yang mendukung menjadi faktor kunci keberhasilan penerapan circular economy pada baterai EV. Pemerintah perlu menetapkan kebijakan yang mewajibkan produsen bertanggung jawab atas pengumpulan dan daur ulang produk (extended producer responsibility). Selain itu, penting adanya insentif bagi perusahaan yang berinvestasi di sektor daur ulang.

Di tingkat operasional, kolaborasi antara industri otomotif, perusahaan daur ulang, perguruan tinggi, dan pemerintah menjadi kunci terciptanya ekosistem circular economy yang solid (Pramudita dkk., 2024). Perguruan tinggi dapat berkontribusi melalui riset dan inovasi teknologi, sedangkan pemerintah dapat berperan sebagai fasilitator dan pengawas.

Dampak Lingkungan dan Sosial dari Limbah Baterai EV

Selain aspek teknis dan ekonomi, penting juga untuk memahami dampak lingkungan dan sosial yang ditimbulkan oleh limbah baterai EV jika tidak didaur ulang dengan baik. Baterai bekas mengandung logam berat yang berpotensi mencemari tanah, air, dan udara. Apabila limbah baterai ini dibuang secara sembarangan atau dibakar tanpa proses yang benar, dapat menimbulkan risiko kesehatan serius bagi masyarakat sekitar, termasuk gangguan pernapasan, kerusakan saraf, bahkan kanker akibat paparan zat kimia berbahaya.

Oleh karena itu, penerapan sistem daur ulang yang terencana tidak hanya berperan dalam mengurangi limbah, tetapi juga melindungi kesehatan publik dan mencegah kerusakan ekosistem.

Studi Kasus: Penerapan Circular Economy di Negara Lain

Belajar dari pengalaman negara lain dapat menjadi referensi penting bagi Indonesia. Di Uni Eropa, penerapan kebijakan *Extended Producer Responsibility* (EPR) telah berhasil mendorong produsen baterai untuk merancang produk yang lebih mudah didaur ulang, sekaligus membangun fasilitas daur ulang modern. Jepang, melalui teknologi canggih hidrometalurgi, mampu memulihkan logam bernilai tinggi dari baterai bekas dengan tingkat kemurnian yang sangat baik, sehingga dapat digunakan kembali untuk memproduksi baterai baru.

Sementara itu, Tiongkok telah mendirikan kawasan industri khusus untuk pengolahan limbah baterai EV, menciptakan lapangan kerja baru dan mendukung target pengurangan emisi karbon secara nasional.

Penerapan circular economy dalam daur ulang baterai EV adalah langkah penting untuk mewujudkan industri berkelanjutan di Indonesia. Melalui inovasi teknologi seperti pirometalurgi dan hidrometalurgi, serta penguatan rantai pasok berkelanjutan, Indonesia dapat mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan kemandirian pasokan bahan baku.

Agar hal ini berhasil, perlu didukung regulasi yang jelas, infrastruktur yang memadai, serta kolaborasi multipihak antara pemerintah, industri, dan lembaga riset. Dengan upaya bersama, Indonesia memiliki peluang besar untuk menjadi pelaku utama dalam industri kendaraan listrik yang ramah lingkungan dan berdaya saing tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Nauri, A. M. M., dkk. (2024). Strategi Penanganan Limbah Baterai Kendaraan Listrik Demi Masa Depan Indonesia yang Lebih Bersih. *Jurnal Fakultas Hukum, Universitas Negeri Semarang*.
- Nur, I. A., & Kurniawan, D. A. (2021). Proyeksi Masa Depan Kendaraan Listrik di Indonesia: Analisis Perspektif Regulasi dan Pengendalian Dampak Perubahan Iklim yang Berkelanjutan. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, Vol. 7, No. 2, 197–220.
- Pramudita, E. L., Istiqomah, S., & Prihadianto, D. R. (2024). Pengembangan Model Manajemen Rantai Pasok Berkelanjutan Dengan Implementasi Konsep Ekonomi Sirkular Pada Baterai Kendaraan Listrik. *Jurnal Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom Surabaya, Indonesia*.
- Suwignyo, P., dkk. (2021). Literature Review Model Circular Economy dan Potensi Pengembangannya. *Journal Of Industrial And Systems Optimization*, Volume 4, Nomor 2, 122–131.
- Triaswinanti, R., Triastomo, R., & Puspita, G. N. A. (2023). Studi Tekno-Ekonomi Proses Pirometalurgi Daur Ulang Baterai Lithium Manganese Oxide (LMO) dan Lithium Iron Phosphate (LFP). *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 18, No. 2.

Sistem Pemantauan Kualitas Air Berbasis Digital dalam Budidaya Ikan Cerdas

Dio Nur Hidayanto

2400019061

Budidaya ikan menjadi salah satu sektor penting dalam membangun ketahanan pangan dan perekonomian nasional, khususnya di negara maritim seperti Indonesia. Faktor utama yang memengaruhi keberhasilan budidaya ikan adalah kualitas air, karena kualitas air secara langsung memengaruhi kesehatan, pertumbuhan, serta tingkat kelangsungan hidup ikan. Namun, dalam praktiknya, pemantauan kualitas air seperti suhu, pH, kadar oksigen, hingga kadar amonia masih bergantung pada metode manual. Cara ini kurang akurat, tidak efisien, dan rentan terhadap kesalahan, yang bisa menyebabkan stres pada ikan, menurunnya hasil produksi, bahkan terjadinya kematian massal. Sistem distribusi konvensional biasanya masih menggunakan dokumen fisik, komunikasi secara manual, dan laporan yang tidak terhubung. Proses yang cukup lambat dan rentan terhadap kesalahan ini membuat perusahaan kesulitan dalam mengambil keputusan secara cepat dan mengontrol alur barang dengan baik. Selain itu, kurangnya kemampuan melihat secara jelas lokasi dan kondisi barang juga menghambat upaya pengawasan dan pengelolaan distribusi secara efektif.

Di tengah perkembangan teknologi digital muncul solusi inovatif berupa sistem pemantauan kualitas air yang memakai sensor dan *Internet of Things (IoT)*. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi air secara otomatis dan secara langsung, memberikan informasi kepada para peternak secara *real-time*, serta membantu mengambil keputusan yang cepat dan tepat. Karena itu, transformasi digital dalam pemantauan kualitas air tidak hanya meningkatkan aspek teknis, tetapi juga merupakan langkah penting menuju budidaya ikan yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

1. Transformasi Sistem Pemantauan Air

Transformasi digital dalam budidaya ikan tidak hanya menyentuh aspek produksi, tetapi juga mencakup pengawasan terhadap faktor lingkungan, terutama kualitas air yang menjadi penentu utama keberhasilan. Perubahan dari metode pemantauan manual ke sistem digital membawa lompatan besar dalam efisiensi dan efektivitas operasional tambak ikan. Dalam sistem manual, peternak harus memeriksa suhu air, kadar oksigen, pH, dan parameter lain secara berkala menggunakan alat sederhana, lalu mencatat hasilnya dalam buku log atau *spreadsheet*. Cara ini sangat bergantung pada kedisiplinan dan keakuratan peternak, serta hanya memberi gambaran sesaat terhadap kondisi kolam.

Sistem pemantauan berbasis digital memecahkan masalah tersebut dengan menggunakan sensor *Internet of Things (IoT)* yang terpasang langsung di kolam atau tambak. Sensor ini bekerja selama 24 jam, mengukur parameter air secara kontinu, dan mengirimkan data ke server atau dashboard digital yang dapat diakses kapan saja oleh

peternak melalui perangkat ponsel atau komputer. Visualisasi data ini tidak hanya menunjukkan kondisi air saat itu, tetapi juga menampilkan tren harian, mingguan, bahkan bulanan, yang berguna untuk analisis jangka panjang. Sebagai contoh, grafik suhu air dapat menunjukkan pola fluktuasi harian, memungkinkan peternak mengantisipasi waktu terbaik untuk pemberian pakan atau mengaktifkan aerator.

Lebih canggih lagi, sistem ini dapat dikombinasikan dengan *alert system* yang secara otomatis memberi peringatan saat salah satu parameter melewati batas aman. Dalam beberapa kasus, integrasi sistem pemantauan dengan perangkat otomatisasi seperti aerator, pompa air, atau sistem penyaring memungkinkan tindakan korektif dilakukan secara langsung dan otomatis, tanpa perlu campur tangan manusia. Konsep ini disebut *smart aquaculture* dan menjadi tren masa depan perikanan berkelanjutan yang meminimalkan intervensi manual dan memaksimalkan pengambilan keputusan berbasis data.

2. Manfaat dari Sistem Distribusi Digital

Manfaat dari sistem digital ini sangat luas dan konkret. Pemantauan kualitas air menjadi jauh lebih akurat karena dilakukan secara otomatis dan terus menerus tanpa jeda waktu. Ini memungkinkan deteksi perubahan parameter lingkungan sejak dini, sehingga risiko stres dan kematian ikan akibat perubahan mendadak bisa dikurangi secara signifikan. Hal ini sangat penting dalam menjaga kestabilan ekosistem tambak atau kolam, khususnya pada masa pemeliharaan intensif.

Dari sisi operasional, penggunaan teknologi digital dapat menghemat banyak waktu dan tenaga kerja. Peternak tidak perlu lagi melakukan pengukuran manual setiap beberapa jam atau hari. Data yang dikumpulkan juga dapat disimpan dalam jangka panjang, membentuk basis informasi yang kaya untuk analisis lebih lanjut. Ini membuka peluang pengambilan keputusan yang lebih rasional dan terukur, serta memungkinkan perencanaan panen dan pengelolaan stok yang lebih efisien. Dalam jangka panjang, penggunaan sistem digital bukan hanya meningkatkan hasil produksi, tetapi juga menurunkan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan.

3. Masalah/Tantangan dalam Implementasi Sistem Digital

Namun demikian, seperti perubahan besar dalam sistem apa pun, proses transformasi digital dalam budidaya ikan juga dihadapkan pada berbagai tantangan. Salah satu hambatan utama adalah biaya investasi awal yang cukup tinggi. Untuk mengimplementasikan sistem digital, diperlukan perangkat sensor, sistem komunikasi, langganan software pemantauan, serta perangkat penyimpanan data, yang semuanya membutuhkan dana yang tidak sedikit. Hal ini membuat sebagian besar peternak skala kecil enggan menerapkan teknologi tersebut.

Tantangan kedua terletak pada keterbatasan infrastruktur jaringan, terutama di area tambak yang jauh dan minim akses internet. Sistem pemantauan real-time membutuhkan koneksi data yang stabil agar dapat berfungsi secara optimal. Jika koneksi terganggu, maka data tidak dapat dikirim secara tepat waktu, dan fungsi notifikasi pun akan terhambat.

Masalah lainnya adalah tingkat literasi digital yang rendah di kalangan peternak

tradisional. Banyak dari mereka belum terbiasa menggunakan aplikasi atau teknologi berbasis IoT. Karena kurangnya pelatihan, teknologi yang sudah tersedia sering kali tidak dimanfaatkan seoptimal mungkin. Bahkan, banyak peternak menganggap teknologi ini terlalu rumit, sehingga lebih memilih menjalankan cara konvensional yang sudah dikenal.

Terakhir, perawatan dan kalibrasi sensor sering kali diabaikan. Sensor yang berada di dalam kolam lama kelamaan bisa tertutup lumut, terkena endapan, atau mengalami aus karena reaksi kimia air, sehingga mengurangi akurasi data yang dihasilkan. Jika tidak dilakukan perawatan secara rutin, sistem justru bisa memberikan data yang tidak akurat dan berpotensi memengaruhi keputusan manajemen yang diambil.

4. Penyelesaian Masalah/Tantangan dalam Implementasi Sistem Digital

Untuk mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi, diperlukan kerja sama yang baik antara peternak, pemerintah, penyedia teknologi, serta institusi pendidikan. Pemerintah bisa berperan sebagai fasilitator dengan memberikan bantuan peralatan melalui berbagai program seperti revitalisasi tambak, digitalisasi Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM), atau peningkatan ketahanan pangan berbasis perikanan. Selain itu, penyedia alat juga dapat menerapkan metode pembiayaan alternatif seperti sewa, leasing, atau cicilan ringan agar teknologi lebih mudah diakses oleh peternak. Untuk mengatasi masalah infrastruktur, solusi berupa sistem hybrid bisa digunakan. Sistem ini memungkinkan data terlebih dahulu disimpan secara lokal, lalu di-sync ke cloud saat koneksi internet tersedia. Dengan begitu, sistem tetap berjalan meskipun tidak selalu terhubung secara online.

Mengenai sumber daya manusia, pelatihan teknologi berbasis praktik langsung harus terus dilakukan. Lembaga pendidikan tinggi serta penyuluh perikanan dapat bekerja sama dalam menyusun modul pelatihan yang mudah dipahami dan sesuai dengan konteks lokal. Tidak kalah penting, diperlukan agen pendamping teknologi di komunitas peternak yang bisa menjadi penghubung dalam penyuluhan dan komunikasi.

Sementara itu, untuk perawatan peralatan, penyedia teknologi sebaiknya menyediakan sistem garansi atau layanan purna jual berupa servis berkala dan penggantian suku cadang. Peternak juga perlu diajarkan bahwa sensor digital bukanlah alat yang sekali pakai, melainkan peralatan yang membutuhkan perawatan rutin agar tetap akurat dan berfungsi secara optimal.

KESIMPULAN

Perpindahan sistem pengawasan kualitas air dalam budidaya ikan dari cara manual ke sistem digital adalah langkah penting dalam mengelola akuakultur yang lebih efisien, akurat, dan ramah lingkungan. Teknologi digital seperti sensor IoT, tampilan dashboard real-time, dan sistem otomatisasi membantu peternak mendeteksi perubahan kualitas air secara cepat, mencegah stres atau kematian ikan, serta meningkatkan produksi secara signifikan. Selain itu, sistem ini juga membantu peternak mengambil keputusan berdasarkan data, bukan hanya pengalaman pribadi. Manfaat jangka panjang meliputi pengurangan biaya operasional, peningkatan hasil panen, serta kemungkinan membangun sistem perikanan yang cerdas dan kompetitif secara internasional.

Meski demikian, penggunaan sistem ini juga menghadapi beberapa tantangan. Biaya awal yang tinggi, keterbatasan infrastruktur digital, rendahnya pemahaman teknologi di kalangan peternak, serta kebutuhan perawatan sensor menjadi hambatan utama. Oleh karena itu, dukungan dari berbagai pihak seperti pemerintah, institusi pendidikan, dan perusahaan teknologi sangat dibutuhkan. Dengan kerja sama yang baik dan strategi yang tepat, sistem pengawasan digital tidak hanya menjadi solusi atas masalah lama, tetapi juga dasar untuk mengembangkan industri budidaya ikan yang lebih modern, mampu beradaptasi dengan perubahan iklim, dan kuat menghadapi tantangan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansarullah, D., & Nurwarsito, H. (2022). Monitoring Kualitas Air pada Tambak Udang Berbasis Internet of Things dengan Protokol Komunikasi ZigBee. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(2), 615–624.
- Avanzi, A. P., & Ariandi, M. (2025). Sistem Monitoring dan Penyaringan Air Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(4), 1258–1264.
- Maharani, F. A., Fathurahman, M., & Rachman, A. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things (IoT) pada Tambak Ikan Bandeng. *Spektral*, 5(1), 225–231.
- Ramadhan, H. P., Kartiko, C., & Prasetiadi, A. (2020). Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan NodeMCU, Firebase, dan Flutter. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 6(1), 102–114.
- Saputra, Z., Silalahi, P., Verentinus, S., & Safitri, W. (2025). Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis IoT. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 3(1), 226–234.

Drone untuk Efisiensi Proses Penambangan di Era Digital: Penataan dan Keselamatan

M Alief Hidayatullah

2400019062

Transformasi digital telah merevolusi berbagai sektor industri, termasuk pertambangan. Salah satu inovasi yang menonjol adalah penggunaan drone atau Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), yang telah membuka jalan bagi efisiensi operasional dan keselamatan kerja yang lebih tinggi. Dalam konteks penambangan, drone berperan signifikan dalam pemetaan area tambang, pemantauan kondisi lingkungan, dan inspeksi keselamatan. Esai ini membahas bagaimana penerapan drone meningkatkan efisiensi proses penambangan melalui pengaturan penggunaan teknologi serta manajemen risiko keselamatan, berdasarkan studi dan praktik aktual dalam industri.

Revolusi Industri 4.0 telah mendorong sektor pertambangan untuk mengadopsi teknologi canggih yang mampu meningkatkan produktivitas sambil meminimalkan risiko operasional. Drone sebagai bagian dari ekosistem teknologi digital menawarkan solusi

komprehensif untuk tantangan-tantangan tradisional dalam industri pertambangan, mulai dari survei topografi hingga pemantauan keselamatan real-time. Integrasi teknologi ini tidak hanya mengoptimalkan proses operasional tetapi juga berkontribusi pada *sustainability practices* yang semakin diperlukan dalam era modern.

Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa pemanfaatan drone dapat memberikan dampak signifikan pada penataan wilayah tambang dan pemantauan keselamatan di area yang sulit diakses. Hal ini sejalan dengan kebutuhan industri akan teknologi yang adaptif terhadap lingkungan ekstrem dan kompleksitas operasional tambang, baik di permukaan maupun bawah tanah.

Pengembangan teknologi drone untuk aplikasi pertambangan telah mengalami kemajuan pesat dalam dekade terakhir, dengan berbagai inovasi sensor dan sistem navigasi yang semakin canggih. Kemampuan drone untuk mengoperasikan dalam kondisi cuaca ekstrem, medan yang sulit, dan lingkungan berbahaya menjadikannya alat yang sangat berharga untuk industri pertambangan modern. Selain itu, integrasi dengan sistem kecerdasan buatan dan *machine learning* memungkinkan drone untuk melakukan analisis data secara *real-time* dan memberikan *insight* yang *actionable* bagi pengambil keputusan.

Efisiensi Proses melalui Penataan Tambang dengan Drone

Drone berfungsi sebagai alat pemetaan dan pengukuran digital yang memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data. Dalam penataan wilayah tambang, drone membantu menciptakan model tiga dimensi topografi, menghitung volume material, serta memantau perubahan morfologi permukaan tambang.

Implementasi drone dalam penataan tambang telah membuktikan efektivitasnya dalam meningkatkan akurasi survei dan mengurangi waktu pengumpulan data secara

signifikan. Dengan menggunakan teknologi photogrammetry dan LiDAR, drone mampu menghasilkan peta topografi dengan resolusi tinggi yang dapat digunakan untuk perencanaan jangka panjang dan optimasi rute transportasi material. Sistem ini juga memungkinkan pemantauan erosi dan sedimentasi yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng dan kualitas air di sekitar area pertambangan.

Kirsch et al. (2018) memanfaatkan drone yang dilengkapi sensor hiperspektral dan fotogrametri untuk mengintegrasikan pemetaan geologi dan struktur batuan secara lebih akurat, bahkan di medan curam dan tidak stabil. Data tersebut tidak hanya bermanfaat untuk eksplorasi, tetapi juga untuk perencanaan tambang yang efisien dan aman. Penggunaan sensor hiperspektral pada drone memberikan kemampuan untuk mengidentifikasi komposisi mineral secara detail tanpa perlu pengambilan sampel fisik yang ekstensif. Teknologi ini memungkinkan identifikasi zona mineralisasi, alterasi batuan, dan struktur geologi yang dapat mempengaruhi rencana penambangan. Hasil analisis spektral dapat

diintegrasikan dengan data geofisika dan geokimia untuk memberikan gambaran komprehensif tentang karakteristik deposit mineral, sehingga memungkinkan optimasi *sequence* penambangan dan minimasi *waste rock*.

Di sisi lain, Shahmoradi et al. (2020) menyoroti kemampuan drone dalam mengidentifikasi retakan batuan, mengukur stabilitas lereng, dan melakukan evaluasi pasca-peledakan. Penataan lereng dan area kerja yang tepat akan mendukung efisiensi alat berat serta mengurangi potensi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh longsoran atau ketidakstabilan geoteknik.

Aspek Keselamatan dalam Pemanfaatan Drone

Salah satu kontribusi terbesar drone dalam dunia pertambangan adalah peningkatan keselamatan kerja. Drone digunakan untuk menilai kondisi lereng, mendeteksi gas berbahaya, serta melakukan inspeksi pada area yang sulit dijangkau tanpa harus mengekspos pekerja pada risiko fisik yang tinggi (Shahmoradi et al., 2020). Di tambang bawah tanah, tantangan seperti lingkungan tanpa GPS, konsentrasi gas metana, dan visibilitas rendah memerlukan pengembangan drone otonom dengan struktur sferis dan sensor penginderaan jarak jauh (Shahmoradi, Roghanchi, & Hassanalian, 2020).

Sistem deteksi gas berbahaya menggunakan drone telah mengalami perkembangan signifikan dengan integrasi sensor multi-gas yang mampu mendeteksi berbagai jenis gas beracun dan mudah terbakar secara simultan. Drone yang dilengkapi dengan sensor CO, H₂S, CH₄, dan O₂ dapat melakukan patroli rutin di area tambang dan memberikan data real-time tentang kualitas udara kepada control room. Sistem ini tidak hanya meningkatkan keselamatan pekerja tetapi juga membantu dalam optimasi sistem ventilasi dan identifikasi area-area yang memerlukan perhatian khusus dalam hal *safety management*. Singh et al. (2024) menambahkan bahwa teknologi drone yang diintegrasikan dengan realitas virtual dan *augmented reality* dapat digunakan untuk memantau geometri gundukan dan mendeteksi potensi ketidakstabilan, khususnya dalam operasi dragline. Pendekatan ini memungkinkan pengawasan visual secara langsung dan interaktif, sehingga operator dapat

mengambil tindakan sebelum terjadi kecelakaan.

Penggunaan teknologi Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR) dalam operasi drone menciptakan pengalaman immersive bagi operator yang memungkinkan mereka untuk "berada" di lokasi tambang tanpa harus secara fisik hadir di lokasi yang berbahaya. Sistem VR/AR dapat menampilkan overlay informasi kritis seperti data gas, temperature, structural integrity, dan rute evakuasi darurat secara real-time. Teknologi ini juga dapat digunakan untuk training simulation, memungkinkan operator untuk berlatih menghadapi berbagai skenario emergency tanpa risiko fisik, sehingga meningkatkan preparedness dan response time dalam situasi darurat.

Studi kasus oleh Soni et al. (2023) dalam proyek Garuda Survey menunjukkan bagaimana penerapan drone dapat meningkatkan transparansi data tambang dan mengurangi konflik antara manajemen dan kontraktor tambang. Drone juga membantu dalam memenuhi persyaratan pelaporan digital kepada lembaga pemerintah seperti Indian Bureau of Mines.

Studi Kasus: Garud Survey dan Transparansi Operasi

Kasus nyata pemanfaatan drone juga ditemukan pada studi oleh Soni et al. (2023), yang meneliti penggunaan drone oleh perusahaan Garud Survey di tambang batu kapur India. Drone digunakan untuk mengatasi masalah rekonsiliasi survei dan insiden keselamatan yang sering terjadi. Selain mempercepat proses survei, data dari drone menjadi alat penting dalam membuktikan keakuratan volume material yang digali oleh kontraktor, sekaligus sebagai alat pelaporan resmi ke regulator pertambangan nasional.

Implementasi sistem drone oleh Garud Survey menunjukkan bagaimana teknologi dapat menjadi solusi untuk masalah governance dan accountability dalam industri pertambangan. Sistem digital yang terintegrasi memungkinkan semua stakeholder - mulai dari manajemen perusahaan, kontraktor, hingga regulator - untuk memiliki akses terhadap data yang sama dan real-time. Hal ini tidak hanya meningkatkan transparansi tetapi juga mengurangi potensi dispute dan fraud yang sering terjadi dalam transaksi berbasis volume material. Lebih lanjut, sistem ini juga mendukung implementation of best practices dalam environmental monitoring dan compliance terhadap regulasi pertambangan.

Dengan demikian, penggunaan drone bukan hanya soal efisiensi teknis, tetapi juga mendukung transparansi, akuntabilitas, dan kepatuhan terhadap regulasi yang semakin ketat di era digital.

Studi kasus oleh Soni et al. (2023) dalam proyek Garuda Survey menunjukkan bagaimana penerapan drone dapat meningkatkan transparansi data tambang dan mengurangi konflik antara manajemen dan kontraktor tambang. Drone juga membantu dalam memenuhi persyaratan pelaporan digital kepada lembaga pemerintah seperti Indian Bureau of Mines. Aspek regulatory compliance menjadi semakin penting dalam industri pertambangan modern, di mana perusahaan harus memenuhi berbagai persyaratan pelaporan kepada *multiple regulatory bodies*. Penggunaan drone dalam survei dan monitoring tidak hanya memenuhi persyaratan teknis tetapi juga membantu dalam dokumentasi yang comprehensive dan audit trail yang jelas. Sistem digital yang

terintegrasi memungkinkan automatic generation of compliance reports dan real-time monitoring terhadap berbagai parameter environmental dan safety yang diatur oleh regulator. Hal ini menghemat waktu dan resources yang signifikan dalam proses compliance management.

Tantangan dan Pengembangan Lanjutan

Meskipun teknologi drone menawarkan berbagai keunggulan, penerapannya masih menghadapi tantangan, seperti infrastruktur komunikasi terbatas di area terpencil, resistansi terhadap adopsi teknologi baru, dan perlunya pelatihan teknis bagi tenaga kerja. Oleh karena itu, penting bagi industri untuk menyiapkan kebijakan manajemen perubahan, pelatihan SDM, dan investasi dalam infrastruktur pendukung (Soni et al., 2023).

Tantangan infrastruktur komunikasi dapat diatasi melalui pengembangan sistem komunikasi hybrid yang mengombinasikan *satellite communication*, *cellular network*, dan *mesh networking*. Sistem ini memungkinkan drone untuk tetap terhubung dengan control center meskipun beroperasi di area terpencil. Selain itu, pengembangan *edge computing technology* memungkinkan drone untuk melakukan processing data secara lokal, mengurangi ketergantungan pada koneksi internet yang stabil. Investment dalam infrastrukture ini perlu dipertimbangkan sebagai bagian dari long-term strategi dalam digital transformasi industri pertambangan. Lebih lanjut, kolaborasi antara pengembang teknologi dan perusahaan tambang diperlukan untuk menciptakan drone yang tahan terhadap kondisi ekstrem dan dapat beroperasi secara mandiri dalam lingkungan tambang bawah tanah yang kompleks.

Pengembangan teknologi drone untuk aplikasi pertambangan memerlukan pendekatan *collaborative innovation* yang melibatkan *multiple stakeholders*. *Partnership* antara teknologi vendors, mining companies, academic institutions, dan regulatory bodies dapat mempercepat development of specialized solutions yang sesuai dengan kebutuhan spesifik industri pertambangan. Selain itu, standardization of protocols dan interoperability antar sistem menjadi kunci untuk memastikan scalability dan sustainability dari implementasi teknologi drone dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Pemanfaatan drone dalam proses penambangan di era digital telah terbukti meningkatkan efisiensi dan keselamatan. Penataan tambang yang lebih presisi serta pengawasan keselamatan berbasis data real-time menjadikan drone sebagai teknologi yang tak terelakkan dalam transformasi pertambangan modern. Meskipun tantangan masih ada, potensi drone untuk mendukung penambangan yang lebih aman, efisien, dan transparan sangat besar. Masa depan industri pertambangan akan semakin bergantung pada teknologi digital yang terintegrasi, dan drone menjadi salah satu komponen kunci dalam ekosistem ini. Dengan terus berkembangnya teknologi AI, IoT, dan autonomous systems, drone akan menjadi semakin intelligent dan capable dalam melakukan tugas-tugas kompleks di lingkungan pertambangan. Investasi dalam teknologi drone dan pengembangan human capital yang mendukung implementasinya akan menjadi competitive advantage bagi perusahaan pertambangan yang ingin tetap relevan di era digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Kirsch, M., Lorenz, S., Zimmermann, R., Tusa, L., Möckel, R., Hödl, P., Booyesen, R., Khodadadzadeh, M., & Gloaguen, R. (2018). Integration of terrestrial and drone-borne hyperspectral and photogrammetric sensing methods for exploration mapping and mining monitoring. *Remote Sensing*, 10(9), 1366.
- Shahmoradi, J., Roghanchi, P., & Hassanalian, M. (2020). Drones in underground mines: Challenges and applications. *Proceedings of the 2020 ASEE Gulf-Southwest Annual Conference*. University of New Mexico.
- Shahmoradi, J., Talebi, E., Roghanchi, P., & Hassanalian, M. (2020). A comprehensive review of applications of drone technology in the mining industry. *Drones*, 4(3), 34.
- Singh, P., Murthy, V., Kumar, D., & Raval, S. (2024). A comprehensive review on application of drone, virtual reality and augmented reality with their application in dragline excavation monitoring in surface mines. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 15(1), 2327399.
- Soni, L. M., Pathak, A. A., & Kaushik, K. (2023). *Garud Survey: A case of improving safety and transparency in mining operations using drone technology*. Communications.

Efektivitas dan Inovasi Teknologi Drone dalam Pengelolaan Lahan Pertanian Modern

Althaf Raja Abidin

2400019063

Teknologi telah menjadi motor penggerak utama dalam mendorong efisiensi dan produktivitas di berbagai sektor, termasuk pertanian. Seiring dengan berkembangnya era digital, sektor pertanian Indonesia menghadapi tantangan baru yang tidak hanya berkaitan dengan produktivitas tetapi juga efisiensi dan keberlanjutan. Salah satu inovasi yang sedang berkembang pesat dan menjadi perhatian adalah penggunaan drone atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dalam pengelolaan lahan pertanian. Drone kini tidak hanya digunakan untuk kepentingan militer atau hobi, tetapi juga telah diadopsi secara luas dalam pertanian modern.

Pemanfaatan drone memungkinkan petani memperoleh informasi yang lebih akurat dan cepat dalam melakukan pemantauan tanaman, pemetaan lahan, serta penyemprotan pestisida dan pupuk. Teknologi ini mampu menjawab berbagai tantangan konvensional yang selama ini dihadapi petani, seperti keterbatasan tenaga kerja, waktu, dan risiko paparan bahan kimia. Berdasarkan berbagai studi dan laporan lapangan, drone terbukti mampu meningkatkan hasil panen, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan kualitas hasil pertanian.

Teknologi Drone Dalam Konsep Pertanian Presisi

Pertanian presisi merupakan pendekatan sistematis dalam mengelola lahan dan tanaman secara spesifik lokasi dengan menggunakan teknologi informasi dan alat otomatisasi canggih. Drone menjadi salah satu elemen kunci dalam implementasi pertanian presisi. Dengan menggunakan berbagai jenis sensor seperti kamera RGB, multispektral, termal, dan NIR, drone mampu mengumpulkan data visual yang sangat penting dalam menentukan keputusan manajemen lahan secara tepat.

Drone memungkinkan petani untuk melakukan survei dan pemantauan terhadap area pertanian dalam waktu singkat. Citra yang dihasilkan dapat diolah menggunakan perangkat lunak pemetaan untuk menghasilkan peta lahan digital yang menggambarkan kondisi pertumbuhan tanaman, kelembapan tanah, kandungan klorofil, dan bahkan mendeteksi keberadaan gulma atau hama. Data ini sangat membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data (data-driven decision making).

Penerapan Drone Dalam Pemetaan Lahan Pertanian

Salah satu aplikasi utama drone dalam pertanian adalah pemetaan lahan. Dalam kegiatan magang yang dilaksanakan di Kabupaten Minahasa Utara, penggunaan drone untuk pemetaan lahan jagung terbukti sangat efektif. Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengatur alur terbang drone menggunakan sistem navigasi GPS dan software

pemetaan. Citra udara yang diperoleh kemudian diproses untuk menghasilkan orthomosaic map yang menggambarkan struktur dan kondisi lahan secara komprehensif. Informasi yang dihasilkan dari pemetaan ini meliputi batas lahan, topografi, kerapatan tanaman, serta zona pertumbuhan. Data tersebut sangat berguna dalam menentukan perlakuan agronomis yang berbeda sesuai kondisi lahan, seperti pemupukan diferensial, irigasi, atau pemangkasan. Penggunaan drone dalam pemetaan juga menghemat waktu dan tenaga dibandingkan metode survei manual.

Pemantauan Kesehatan Tanaman

Selain untuk pemetaan, drone juga digunakan dalam memantau kesehatan tanaman. Penggunaan kamera multispektral dan analisis NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) memungkinkan deteksi awal terhadap tanaman yang mengalami stres akibat kekurangan air, serangan hama, atau penyakit. Pemantauan ini dapat dilakukan secara berkala untuk mendapatkan data time series yang memperlihatkan tren pertumbuhan tanaman.

Dengan informasi tersebut, petani dapat melakukan intervensi lebih dini dan tepat sasaran. Hal ini tentu lebih efektif dibandingkan dengan metode inspeksi visual yang memerlukan tenaga kerja banyak dan waktu yang lama. Deteksi dini terhadap gangguan tanaman ini terbukti mampu menekan kerugian hasil panen secara signifikan.

Drone Sprayer Untuk Penyemprotan Pestisida Dan Pupuk

Penggunaan drone sebagai alat penyemprotan pestisida atau pupuk (drone sprayer) telah menjadi solusi cerdas dalam mengurangi risiko paparan bahan kimia bagi petani. Dengan menggunakan drone sprayer, penyemprotan dapat dilakukan secara otomatis dan merata pada areal yang luas dalam waktu singkat. Beberapa studi menunjukkan bahwa drone dapat menyemprot hingga 4 hektar per jam dengan waktu hanya 10 menit per hektar.

Selain efisiensi waktu, penggunaan drone sprayer juga memberikan akurasi yang lebih tinggi dalam menentukan dosis dan lokasi semprot. Hal ini tidak hanya menghemat penggunaan bahan kimia tetapi juga mengurangi risiko pencemaran lingkungan. Adopsi drone sprayer juga menjawab kekhawatiran terkait keselamatan kerja dan efisiensi biaya operasional dalam jangka panjang.

Pelatihan Dan Edukasi Petani

Salah satu tantangan utama dalam adopsi teknologi drone adalah kurangnya pemahaman dan keterampilan petani. Oleh karena itu, pelatihan dan edukasi menjadi sangat penting. Kegiatan pelatihan yang dilakukan di Lamongan, misalnya, menunjukkan bahwa setelah pelatihan, 88% peserta mampu mengoperasikan drone secara mandiri. Ini menunjukkan bahwa dengan pendekatan yang tepat, teknologi ini dapat diadopsi oleh masyarakat petani secara luas.

Pelatihan tersebut mencakup pengenalan konsep drone, praktik penerbangan, penggunaan software pemetaan, serta pengolahan data citra. Selain itu, edukasi juga penting untuk membangun kesadaran akan pentingnya pertanian presisi dan penggunaan

teknologi modern dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani.

Tantangan Dan Peluang Pengembangan

Walaupun potensi drone dalam pertanian sangat besar, terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi. Biaya awal investasi untuk membeli drone dan perangkat pendukung masih relatif tinggi. Selain itu, masih terdapat kendala regulasi terkait perizinan penerbangan drone di beberapa wilayah. Tantangan lainnya adalah keterbatasan sinyal GPS di area tertentu dan gangguan cuaca seperti angin kencang.

Namun demikian, peluang pengembangan teknologi ini sangat besar. Dengan adanya dukungan pemerintah melalui program bantuan pertanian dan pengadaan alat berbasis dana desa, drone dapat menjadi alat transformasi pertanian nasional. Penelitian dan pengembangan lebih lanjut terhadap perangkat lunak dan sensor yang lebih murah serta mudah digunakan juga diharapkan dapat memperluas adopsi teknologi ini.

Manfaat Drone Bagi Keberlanjutan Pertanian

Penggunaan drone mendukung praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Efisiensi dalam penggunaan pupuk dan pestisida membantu mengurangi pencemaran lingkungan. Pemantauan yang akurat juga memungkinkan rotasi tanaman yang lebih tepat, menghindari degradasi lahan, serta menjaga kesehatan tanah.

Selain itu, data yang diperoleh dari drone dapat digunakan untuk analisis jangka panjang guna merancang strategi pertanian yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim. Teknologi ini berkontribusi terhadap pertanian berdaya saing tinggi yang tidak hanya produktif tetapi juga peduli terhadap kelestarian sumber daya alam.

Kesimpulan

Teknologi drone telah membawa revolusi dalam sistem pertanian modern. Dari pemetaan lahan, pemantauan kesehatan tanaman, hingga penyemprotan pestisida, drone memberikan solusi atas berbagai masalah konvensional di lapangan. Meskipun masih terdapat tantangan teknis dan biaya, manfaat yang dihadirkan jauh lebih besar dalam jangka panjang. Dengan pelatihan yang tepat, dukungan kebijakan, serta kolaborasi antara pemerintah, akademisi, dan masyarakat tani, teknologi ini dapat menjadi tulang punggung pertanian presisi di Indonesia. Penggunaan drone dalam pertanian bukan hanya sebuah tren, tetapi kebutuhan masa depan untuk pertanian yang cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Kadiri, Kediri, Indonesia, & Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Kadiri, Kediri, Indonesia.(2023). Inovasi Pertanian dalam Penyemprotan Pestisida dengan Drone untuk Tanaman yang Sehat dan Aman di Area Persawahan Desa Musir Lor Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk. In *Jatimas : Jurnal Pertanian Dan Pengabdian Masyarakat* (pp. 143–151).
- Anam, C., Qibtiyah, M., Kusumawati, D. E., Hamidah, E., & Istiqomah, I. (2025). PELATIHAN TEKNOLOGI DRONE SEBAGAI UPAYA Mendukung PERTANIAN PRESISI PADA KOMUNITAS PETANI. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 2296-2303.
- Megawati, C. A., 1, Bayu Aji, S., Purwanti, P. D., Kustiani, E., Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang Indonesia, Program Studi
- Nina, A. (2023). EFEKTIFITAS DRONE SEBAGAI MEDIA PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMANTAUAN KESEHATAN TANAMAN. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 11(2), 50–55.
- Salindeho, A. A. J. (2024). APLIKASI PEMETAAN DENGAN DRONE PADA LAHAN PERTANIAN JAGUNG DI KABUPATEN MINAHASA UTARA [Thesis].
- Simatupang, J. W., Rohmawan, E., & Junior, Z. (2021). Pentingnya Drone Sprayer di Sektor Pertanian Khususnya Bagi Petani Indonesia The Importance of Drone Sprayer in Agricultural Sector Especially for Indonesian Farmers. *SENTER VI 2021: Seminar Nasional Teknik Elektro VI 2021*.
- Siregar, M. A. R. & Universitas Medan Area, Indonesia. (2021). Penggunaan teknologi drone dalam monitoring dan pengelolaan lahan pertanian.

Strategi Penggunaan AI dalam Sistem Produksi untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Manufaktur

Salwa Dwi Gadiza

2400019064

Industri manufaktur terus berjuang untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan daya saing di era globalisasi dan digitalisasi. Optimalisasi manajemen operasional menjadi salah satu strategi kunci dalam menghadapi tantangan tersebut. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, seperti otomatisasi, Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), dan sistem Enterprise Resource Planning (ERP). Artificial Intelligence atau kecerdasan buatan adalah sistem komputer yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. Teknologi ini dapat membuat keputusan dengan cara menganalisis dan menggunakan data yang tersedia di dalam sistem. AI memungkinkan analisis data yang mendalam untuk mengidentifikasi cara-cara untuk meningkatkan efisiensi produksi, mencakup desain, pemilihan material, perencanaan, produksi, penjaminan mutu, manajemen dan pemasaran, mengurangi biaya, serta meningkatkan kualitas. Saat ini, perusahaan manufaktur dihadapkan pada peluang besar agar produksinya menjadi lebih efisien, akurat, dan adaptif untuk meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

Manajemen operasional didefinisikan sebagai proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian sumber daya yang digunakan untuk menghasilkan barang dan jasa dengan tujuan mencapai efisiensi serta efektivitas kinerja. Manufaktur adalah proses mengkonversikan bahan baku menjadi produk-produk fisik melalui serangkaian kegiatan yang membutuhkan energi yang masing-masing menciptakan perubahan pada karakteristik fisik atau kimia dari bahan tersebut. Penerapan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam perusahaan manufaktur dapat meningkatkan efisiensi operasional melalui berbagai cara. Pertama, AI memungkinkan Perusahaan untuk mengoptimalkan rantai pasok dengan memprediksi permintaan, mengelola inventaris, dan merencanakan produksi secara lebih akurat. Selain itu, AI dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas produk dengan mendeteksi cacat secara otomatis selama proses produksi. Kemampuan AI dalam menganalisis data besar juga memungkinkan perusahaan untuk melakukan pemeliharaan prediktif pada peralatan pabrik, mengurangi waktu henti produksi yang tidak terduga. Konsep efisiensi dalam manufaktur mencakup pendekatan analisis dan rekayasa nilai untuk mengidentifikasi produk dan proses produksi tanpa menurunkan kualitas, perancangan ulang proses produksi untuk optimalisasi penggunaan sumber daya, serta penerapan teknologi informasi dan otomatisasi melalui sistem manufaktur berbasis komputer guna meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan manusia, dan memaksimalkan kinerja peralatan. Penggunaan sistem informasi terintegrasi dan analitik data juga menjadi elemen penting untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam strategi pengendalian biaya yang berkelanjutan.

Konsep Dasar Kecerdasan Buatan (AI)

Artificial Intelligence (AI), atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai Kecerdasan Buatan, adalah cabang ilmu komputer yang bertujuan untuk mengembangkan sistem dan mesin yang mampu melakukan tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia. AI melibatkan penggunaan algoritma dan model matematika untuk memungkinkan komputer dan sistem lainnya untuk belajar dari data, mengenali pola, dan membuat keputusan yang cerdas.

Artificial Intelligence (AI) memiliki beberapa kelebihan, antara lain bersifat permanen karena tidak mudah lupa, mudah diduplikasi dan disebarkan antar sistem, lebih murah dan konsisten dibanding tenaga manusia, keputusan dapat didokumentasikan dengan mudah, bekerja lebih cepat, serta menghasilkan output yang lebih baik. Sementara itu, kecerdasan alami (natural intelligence) unggul dalam hal kreativitas, kemampuan menambah pengetahuan secara mandiri, menggunakan pengalaman langsung, dan memiliki fleksibilitas berpikir yang lebih luas dibandingkan AI yang masih terbatas pada sistem dan input yang telah diprogram.

Kecerdasan Buatan (AI) merupakan bidang ilmu yang relatif muda, yang mulai berkembang sejak 1950-an. Gagasan awalnya muncul dari Alan Turing, seorang matematikawan Inggris, yang mengusulkan Turing Test sebagai metode untuk menilai apakah sebuah mesin dapat dianggap cerdas jika mampu meniru cara manusia berkomunikasi. Pada 1956, istilah "Artificial Intelligence" secara resmi diperkenalkan oleh John McCarthy dalam Konferensi Dartmouth. Tujuan utama AI adalah memodelkan proses berpikir manusia dan menciptakan mesin yang dapat menirukan perilaku manusia. Perkembangan AI dimulai dari model matematis neuron oleh McCulloch dan Pitts (1943), dilanjutkan dengan program AI pertama The Logic Theorist oleh Newell dan Simon (1955), serta penciptaan bahasa pemrograman AI seperti LISP (1958) dan Prolog (1972). Seiring waktu, AI berkembang pesat dengan munculnya sistem pakar, robot cerdas seperti Kismet dan Aibo, serta asisten virtual seperti Siri dan Alexa. Puncaknya, pada 2017, program AlphaGo berhasil mengalahkan pemain profesional dalam permainan Go, menandai kemajuan besar dalam kemampuan AI. Saat ini, AI telah menjadi bagian penting dari berbagai perangkat elektronik dan diperkirakan akan terus berkembang, menjadikan teknologi semakin cerdas, adaptif, dan integral dalam kehidupan manusia.

Peran AI Dalam Produksi Manufaktur

Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam otomasi manufaktur adalah penerapan teknologi berbasis algoritma yang dirancang untuk melakukan tugas-tugas produksi tanpa intervensi manusia. Teknologi ini digunakan untuk mengolah data, mengendalikan mesin, serta melakukan analisis dalam berbagai tahap produksi. AI dalam otomasi manufaktur bekerja dengan mengumpulkan data dari sensor, kamera, dan perangkat lunak untuk dianalisis dalam mengambil keputusan otomatis.

Machine learning (ML) dalam industri manufaktur dimanfaatkan untuk mengenali pola dalam data operasional guna mendeteksi potensi gangguan secara dini, menggantikan proses manual dengan sistem otomatis berbasis algoritma untuk mendukung pengambilan

keputusan yang cepat dan akurat. Teknologi ini digunakan secara luas untuk meningkatkan produktivitas, antara lain melalui inspeksi kualitas produk yang lebih baik, prediksi terhadap hasil proses produksi, serta optimalisasi efisiensi secara keseluruhan. Salah satu implementasi yang penting adalah predictive maintenance, yaitu penggunaan data sensor historis untuk memprediksi kerusakan mesin dan menjadwalkan perawatan preventif sebelum kerusakan terjadi. Selain itu, ML juga mengatur parameter produksi secara otomatis, seperti suhu, tekanan, dan kecepatan, berdasarkan data real-time, serta mendeteksi cacat produk melalui computer vision tanpa intervensi manusia. Lebih lanjut, algoritma reinforcement learning diterapkan untuk mengoptimalkan penjadwalan produksi agar waktu idle berkurang, menghindari bottleneck, dan meningkatkan throughput secara signifikan. Computer vision berperan penting dalam manufaktur dengan meningkatkan kontrol kualitas dan inspeksi produk secara real-time. Teknologi ini memungkinkan deteksi cacat otomatis dan akurat tanpa campur tangan manusia. Penggunaan computer vision di bidang manufaktur dapat mengurangi potensi human error. Bantuan teknologi berbasis AI akan berdampak positif. Manusia tidak perlu mengumpulkan dan mengolah data objek secara manual lagi. Sebaliknya, manusia lebih mudah mengumpulkan data objek, memeriksa kualitas objek, mendeteksi kecacatan objek, hingga memprediksi kegagalan mesin sebelum terjadi. Di sisi lain, AI computer vision meningkatkan keamanan di lingkungan manufaktur dengan mengidentifikasi potensi bahaya dan pelanggaran keselamatan secara cepat dan akurat. Apabila melihat cara kerja dan dampaknya, penggunaan teknologi ini dalam bidang manufaktur bukan hanya inovasi. Opsi ini adalah investasi untuk mewujudkan sistem operasional yang lebih ringkas, cepat, dan praktis. Jadi, kesimpulannya adalah computer vision dapat mendorong transformasi dalam bidang manufaktur.

Studi Kasus

sebuah perusahaan manufaktur otomotif, menghadapi tantangan berupa seringnya downtime mesin, inkonsistensi kualitas produk, dan pengambilan keputusan operasional yang lambat. Untuk mengatasinya, perusahaan menerapkan teknologi Artificial Intelligence, khususnya machine learning dan computer vision. Dengan memanfaatkan sensor dan algoritma prediktif, mereka mampu melakukan perawatan mesin secara preventif (predictive maintenance), otomatisasi inspeksi kualitas, serta penyesuaian parameter produksi secara real-time. Hasilnya, perusahaan berhasil menurunkan waktu henti mesin hingga 30%, meningkatkan efisiensi operasional, dan mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data, sehingga daya saing meningkat secara signifikan.

Penutup

Dalam menghadapi tantangan industri manufaktur yang kian kompleks, penerapan kecerdasan buatan (AI) terbukti menjadi langkah strategis yang tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga menciptakan sistem produksi yang adaptif dan unggul secara kompetitif. Dengan dukungan teknologi seperti machine learning dan computer vision, perusahaan mampu mentransformasi proses produksi secara menyeluruh mulai dari prediksi kerusakan mesin hingga pengendalian mutu otomatis yang pada akhirnya berdampak langsung pada kinerja dan profitabilitas bisnis.

AI tidak sekadar menjadi alat bantu teknis, melainkan elemen kunci dalam pengambilan keputusan berbasis data yang cepat dan akurat. Lebih jauh lagi, AI membuka jalan bagi terwujudnya manufaktur cerdas (smart manufacturing) yang berbasis integrasi sistem dan otomatisasi berkelanjutan.

Oleh karena itu, integrasi kecerdasan buatan dalam sistem produksi bukan hanya menjadi pilihan masa depan, tetapi sudah menjadi kebutuhan mendesak saat ini. Manufaktur yang mampu beradaptasi dengan teknologi ini akan memiliki keunggulan dalam kecepatan, kualitas, efisiensi, dan fleksibilitas—empat pilar utama untuk bertahan dan unggul dalam era industri 4.0.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyanum, M. N. (2023). Pengembangan Sistem Manufaktur Adaptif dalam
- Desita, C. (2016). Pengaruh Perencanaan Pajak Terhadap Ekuitas Pada Perusahaan Manufaktur Di Bursa Efek Indonesia.
- Diah, I. (2015). A. Pengertian.
- Eriana, E. S., & Zein, A. (2023). Artificial Intelligence (AI).
- Hasibuan, A., Hasibuan, N. F., & Ritonga, R. P. (2025). Optimalisasi manajemen operasional dalam meningkatkan efisiensi produksi di industri manufaktur. *Journal Computer Science and Information Technology (JCoInT)*, 6(1), 269-275.
- Industri. WriteBox, 1(1).
- Kusumawardhany, N., & Abdullah, I. N. (2025, April). ANALISIS PENERAPAN, DAMPAK, DAN TANTANGAN PENERAPAN KECERDASAN BUATAN (AI) DALAM DUNIA INDUSTRI. In *SENADA (Seminar Nasional Manajemen, Desain dan Aplikasi Bisnis Teknologi)* (Vol. 8, pp. 16-24).
- Lubis, M. S. Y. (2021). Implementasi artificial intelligence pada system manufaktur terpadu. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 4, No. 1, pp. 1-7).
- Mahendra, G. S., Ohyver, D. A., Umar, N., Judijanto, L., Abadi, A., Harto, B., ... & Sutarwiyasa, I. K. (2024). *Tren Teknologi AI: Pengantar, Teori, dan Contoh Penerapan Artificial Intelligence di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Meningkatkan Efisiensi Dan Inovasi Di Industri Manufaktur. *JUTEK: Jurnal Teknologi*, 1(2), 68-73.
- Muna, K. N., & Ismaya, M. I. N. (2023). Strategi Pengendalian Biaya Produksi Pada Operasional Manufaktur Yang Efektif. *Economics Business Finance and Entrepreneurship*, 53-58.
- Novita, Y., & Zahra, R. (2024). Penerapan artificial intelligence (AI) untuk meningkatkan efisiensi operasional di perusahaan manufaktur: Studi kasus PT. XYZ. *Jurnal manajemen dan Teknologi*, 1(1), 11-21.
- Purmala, Y. A. (2021). Implementation of machine learning to increase productivity in the manufacturing industry: A literature review. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(2).
- Simangunsong, H., Simanullang, J., & Wayahdi, M. R. (2025). Analisis Peran AI Dalam

Penerapan IoT dan AI di Industri Manufaktur Makanan dan Minuman

Sindi Ameliyanti

2400019065

Industri makanan dan minuman sedang mengalami transformasi seismik yang didorong oleh integrasi teknologi Industri 4.0. Industri makanan merangkul teknologi industri 4.0 seperti kecerdasan buatan, analisis data besar, Internet of Things, dan blockchain yang telah secara signifikan memodifikasi industri dan menyebabkan konsekuensi substansial bagi lingkungan, ekonomi, dan Kesehatan manusia (Goti et al., 2022). Dalam konteks era Industri 4.0, penerapan teknologi di sektor Food and Beverage (F&B) bukan sekadar pilihan, melainkan suatu keharusan agar bisnis dapat tetap relevan dan bersaing dalam lingkungan yang terus berkembang. Industri 4.0 merupakan revolusi industri keempat yang membawa teknologi seperti internet of things (IoT), artificial intelligence (AI), robotik, dan komputasi lainnya. Industri 4.0 juga membawa transformasi besar dalam dunia manufaktur, terutama melalui integrasi teknologi seperti internet of things (IoT) dan artificial intelligence (AI), peran IoT dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas otomasi pabrik tidak bisa diabaikan.

Alasan transformasi ini secara khusus memberikan dampak besar terhadap dunia manufaktur, termasuk industri F&B karena dituntut untuk lebih adaptif, responsif, dan efisien. Dalam sektor ini, teknologi tidak hanya digunakan untuk otomatisasi proses produksi, tetapi juga dalam rantai pasok, pengendalian mutu, prediksi permintaan pasar, hingga personalisasi produk berbasis data konsumen. Peran IoT dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas otomasi pabrik tidak bisa diabaikan, terutama dalam hal pemantauan real-time, pelacakan inventaris, dan pengelolaan energi.

Sementara itu, AI mampu menganalisis data besar untuk mengoptimalkan proses produksi, mengidentifikasi pola konsumsi, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Integrasi kedua teknologi ini menjadi kunci dalam mendorong inovasi, meningkatkan kualitas produk, menurunkan biaya operasional, serta memberikan pengalaman pelanggan yang lebih baik. Dengan demikian, adopsi teknologi di era Industri 4.0 bukan hanya sebagai upaya modernisasi, tetapi menjadi strategi esensial bagi keberlanjutan dan daya saing industri F&B di masa depan.

1. Transformasi Digital di Bidang F&B

Industri makanan dan minuman (F&B) saat ini mengalami perubahan besar karena dorongan transformasi digital yang terjadi di era Industri 4.0. Transformasi digital bukan hanya sekadar penggantian proses manual menjadi otomatis, tetapi merupakan pergeseran cara kerja secara menyeluruh, mulai dari produksi hingga pelayanan pelanggan. Dalam industri F&B, teknologi digunakan untuk

meningkatkan efisiensi, kualitas produk, serta memberikan pengalaman konsumen yang lebih baik.

Contohnya, banyak bisnis F&B yang kini memanfaatkan aplikasi pemesanan online, chatbot layanan pelanggan 24 jam, dan bahkan augmented reality (AR) untuk menampilkan menu secara virtual. Teknologi seperti ini tidak hanya memberikan kemudahan kepada pelanggan, tetapi juga membantu pelaku usaha memahami perilaku konsumen melalui data digital dan menciptakan strategi pemasaran yang lebih efektif.

2. Penerapan IoT dan AI dalam Industri Manufaktur F&B

Penerapan IoT dan AI memberikan banyak manfaat dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas di industri F&B. Pertama, otomatisasi produksi mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual dan mempercepat waktu proses, sehingga biaya operasional dapat ditekan secara signifikan. Selain itu, teknologi ini juga memungkinkan perusahaan menjaga kualitas produk secara konsisten karena sensor dan kamera berbasis AI mampu mendeteksi produk cacat secara otomatis sebelum dikemas.

3. Keuntungan lain yang diperoleh adalah peningkatan keamanan pangan.

Dengan memantau kondisi suhu dan kelembaban bahan baku secara real-time, risiko kontaminasi makanan dapat diminimalkan. Bahkan, berdasarkan data dari McKinsey tahun 2023, perusahaan F&B yang telah menerapkan AI dan IoT menunjukkan peningkatan efisiensi produksi hingga 30% dan pengurangan limbah hingga 20%.

4. Pengaruh dan Dampak Penggunaan IoT dan AI

Pengaruh dari penerapan IoT dan AI dalam industri F&B sangat luas dan mendalam. Di sisi internal perusahaan, teknologi ini mempercepat alur kerja, meningkatkan akurasi, dan mengurangi kesalahan manusia. Sistem pengelolaan inventaris yang terintegrasi juga membantu perusahaan menghindari kekurangan atau kelebihan stok, yang dapat mempengaruhi kepuasan pelanggan dan profitabilitas bisnis.

Selain itu, dampak eksternal juga terasa pada peningkatan kepuasan pelanggan. Pelanggan kini mendapatkan produk yang lebih cepat, lebih segar, dan lebih konsisten kualitasnya. Teknologi ini juga mendorong inovasi produk dan layanan, seperti menu yang disesuaikan dengan preferensi pelanggan berbasis data historis yang dianalisis oleh AI. Tak hanya itu, dari sisi lingkungan, pengurangan limbah dan efisiensi energi turut mendukung inisiatif keberlanjutan dalam bisnis F&B.

5. Tantangan Penerapan IoT dan AI di Industri F&B

Meskipun manfaatnya sangat besar, penerapan IoT dan AI dalam industri F&B tidak lepas dari tantangan yang cukup serius. Salah satu kendala utama adalah biaya implementasi yang cukup tinggi. Pengadaan perangkat keras seperti sensor, server, dan jaringan internet yang stabil membutuhkan investasi besar, terutama bagi pelaku usaha kecil dan menengah.

Selain itu, masih banyak perusahaan yang belum memiliki tenaga kerja dengan keterampilan digital yang memadai. Pengoperasian sistem berbasis AI dan IoT memerlukan pemahaman teknis, yang berarti pelatihan dan rekrutmen tenaga ahli menjadi hal yang penting. Di sisi lain, keamanan data juga menjadi isu krusial karena penggunaan sistem terhubung berisiko terhadap kebocoran informasi dan serangan siber. Tantangan tambahan lainnya termasuk kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi baru ke dalam sistem lama, serta resistensi dari karyawan yang belum terbiasa dengan perubahan teknologi. Semua hambatan ini membutuhkan pendekatan strategis dan kolaboratif antara perusahaan, pemerintah, dan penyedia teknologi.

Transformasi digital melalui penerapan teknologi IoT dan AI merupakan langkah strategis yang harus dilakukan oleh industri makanan dan minuman agar tetap kompetitif di era Industri 4.0. Teknologi ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi produksi, menjaga kualitas dan keamanan pangan, serta memperluas potensi inovasi. Meski ada tantangan seperti biaya, keterampilan SDM, dan risiko keamanan data, manfaat jangka panjang dari transformasi ini sangat besar. Oleh karena itu, dibutuhkan komitmen yang kuat dari seluruh pihak—baik pelaku industri, penyedia teknologi, maupun pemerintah—untuk memastikan keberhasilan adopsi teknologi ini dalam membangun industri F&B yang modern, efisien, dan berkelanjutan.

Transformasi digital melalui penerapan teknologi IoT dan AI merupakan langkah strategis yang harus dilakukan oleh industri makanan dan minuman agar tetap kompetitif di era Industri 4.0. Teknologi ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi produksi, menjaga kualitas dan keamanan pangan, serta memperluas potensi inovasi. Meski ada tantangan seperti biaya, keterampilan SDM, dan risiko keamanan data, manfaat jangka panjang dari transformasi ini sangat besar. Oleh karena itu, dibutuhkan komitmen yang kuat dari seluruh pihak—baik pelaku industri, penyedia teknologi, maupun pemerintah—untuk memastikan keberhasilan adopsi teknologi ini dalam membangun industri F&B yang modern, efisien, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hafizh, Muhammad Faris, dkk. 2024. Strategi Transformasi Digital di Era Industri 4.0 : Blueprint bisnis, penerapan teknologi, dan peran kritis pemerintah dalam meingkatkan daya saing bisnis Food and Beverage (F&B).
- Indra, Elrika, dkk. 2024. Analisis Pengaruh dan Dampak Penggunaan IoT pada Supply Chain di Food and Beverages Industry.
- Mulyadi, Tirta, dkk. 2023. Transformasi Industri Makanan dan Minuman Tradisional dengan Pendekatan Industri 4.0 : Studi Kasus pada Usaha Kuliner di Wilayah Jakarta.
- Prasetyat, Damar Wiguna Putra. 2025. Pengembangan Produk F&B : Optimalisasi Proses Produksi dengan AI dan IoT.
- Sumaryanto, dkk. 2025. Analisis Sistem Informasi Pengaruh Integrasi IoT dan AI Terhadap Pengelolaan Rantai Pasokan dalam Industri Manufaktur.

New Era New Technology: Peluang, Tantangan, dan Masa Depan Terbuka

Siti Nur Rahmah

2400019066

Transformasi digital dalam teknik industri merupakan proses perubahan menyeluruh yang mencakup pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan keberlanjutan dalam produksi. Di tengah arus globalisasi dan persaingan yang semakin sengit, perusahaan industri di Indonesia perlu segera beradaptasi dengan perkembangan teknologi digital agar tetap kompetitif di pasar internasional.

Transformasi ini tidak hanya berkaitan dengan penggunaan teknologi baru, tetapi juga melibatkan perubahan mendasar dalam sistem kerja, manajemen, dan inovasi yang berkesinambungan. Menurut Adrian & Paeno (2024), digitalisasi industri memungkinkan peningkatan efisiensi melalui otomatisasi, kecerdasan buatan (AI), dan Internet of Things (IoT). Perkembangan teknik industri di era digital tidak sekadar mengadopsi perangkat canggih, tetapi juga menghadirkan cara pandang baru dalam menghadapi tantangan produksi, distribusi, dan pengelolaan sumber daya. Dalam situasi persaingan global dan kebutuhan pasar yang dinamis, bidang teknik industri dituntut mampu menyesuaikan diri agar proses produksi menjadi lebih efisien, adaptif, dan ramah lingkungan.

Teknologi Kunci dan Tren dalam Transformasi Digital

1. Artificial Intelligence (AI) dan Machine Learning

AI menjadi pendorong utama inovasi industri. Sebanyak 93% perusahaan mengakui bahwa AI membantu meningkatkan kualitas produk, mengotomatisasi proses, dan mendukung pengambilan keputusan penting. Teknologi ini digunakan dalam predictive maintenance, analisis permintaan, dan kontrol kualitas. AI juga mendukung penggunaan digital twins—model virtual dari mesin atau sistem fisik—yang mampu memprediksi kerusakan dan memberikan simulasi proses produksi.

2. Internet of Things (IoT) dan Digital Twins

IoT menghubungkan berbagai alat, sensor, dan sistem dalam satu jaringan, menciptakan pabrik pintar yang dapat menyesuaikan diri secara otomatis. Di Indonesia, teknologi IoT mulai digunakan oleh UMKM untuk meningkatkan akurasi pengukuran energi dan manajemen persediaan. Digital twins melengkapi IoT dengan menyediakan model interaktif yang memungkinkan perencanaan dan pengawasan sistem produksi.

3. Big Data dan Cloud Computing

Big data membantu menganalisis pola produksi, konsumsi, dan prediksi tren pasar. Sementara cloud computing menyediakan akses ke sistem data lintas lokasi dan

memungkinkan kolaborasi antar tim secara real-time. Menurut jurnal Prosiding Seminar Nasional Manajemen (2024), perusahaan yang memanfaatkan teknologi ini mampu mempersingkat siklus pengambilan keputusan dan meningkatkan efisiensi lintas departemen.

4. Industry 5.0 dan Kolaborasi Manusia-Mesin

Industry 5.0 memperkenalkan konsep sinergi antara teknologi dan nilai kemanusiaan. Robot kolaboratif (cobots) bekerja berdampingan dengan manusia, tidak sekadar menggantikan fungsi, tetapi memperkuat kualitas kerja. Penggabungan intuisi manusia dengan presisi mesin menjadi fondasi sistem produksi masa depan.

5. Blockchain dan Keamanan Siber

Blockchain mulai digunakan untuk mengamankan sistem rantai pasok dan transaksi digital industri. Dengan sistem desentralisasi dan verifikasi otomatis, blockchain mencegah manipulasi data dan memperkuat transparansi. Dalam konteks keamanan siber, teknologi ini memperkuat pertahanan sistem terhadap ancaman peretasan yang meningkat seiring tumbuhnya perangkat IoT.

Dampak Transformasi Digital pada Teknik Industri

Transformasi digital membawa banyak manfaat, seperti proses produksi yang lebih efisien, biaya yang lebih rendah, dan kualitas produk yang lebih baik. Transformasi digital memberikan dampak signifikan bagi sistem teknik industri modern:

- **Efisiensi dan Pengurangan Downtime**
Dengan bantuan AI dan IoT, perusahaan dapat memantau performa mesin dan mencegah kerusakan sebelum terjadi. Studi menunjukkan bahwa downtime dapat berkurang hingga 50%, sementara produktivitas meningkat secara konsisten.
- **Desentralisasi Manufaktur dan Ketahanan Rantai Pasok**
Teknologi cloud manufacturing memungkinkan produksi tersebar secara geografis, membuat rantai pasok lebih tangguh menghadapi gangguan seperti pandemi, bencana alam, atau konflik geopolitik.
- **Produksi Fleksibel dan Personalisasi**
Perusahaan dapat merancang sistem produksi yang responsif dan sesuai dengan preferensi pelanggan. Ini mendukung tren mass customization tanpa mengorbankan efisiensi atau kualitas.
- **Pengembangan Sumber Daya Manusia Digital**
Di era ini, tenaga kerja harus memiliki kompetensi digital seperti analisis data, pemrograman, dan kemampuan beradaptasi dengan sistem otomatis. Ini membuka

peluang kerja di bidang teknologi industri dan menggeser model pelatihan konvensional.

Tantangan dan Peluang Terbuka

Walaupun menjanjikan, transformasi digital juga punya tantangan besar, terutama soal keamanan data dan ancaman serangan siber yang meningkat karena banyaknya perangkat IoT dan sistem digital yang saling terhubung. Menggabungkan teknologi baru dengan sistem lama juga tidak mudah, dan butuh proses bertahap serta manajemen perubahan yang baik supaya tidak mengganggu jalannya produksi. Berikut sejumlah tantangan dan peluang terbuka:

- **Risiko Keamanan Data dan Serangan Siber**
Koneksi antar perangkat digital dapat membuka celah terhadap peretasan dan pencurian data. Maka, perusahaan perlu memperkuat proteksi digital dengan sistem keamanan berbasis blockchain dan protokol enkripsi tingkat tinggi.
- **Integrasi Teknologi Baru dengan Sistem Lama**
Menggabungkan teknologi mutakhir dengan sistem operasional yang lama membutuhkan biaya tinggi dan keterampilan khusus. Proses ini perlu dilakukan secara bertahap dengan manajemen perubahan yang efektif.
- **Perubahan Budaya Organisasi**
Teknologi tidak akan berjalan efektif tanpa perubahan pola pikir dan budaya kerja. Perusahaan harus mendorong inovasi, keterbukaan terhadap perubahan, dan pembelajaran berkelanjutan dalam setiap lini.
- **Peluang Karier Strategis bagi Lulusan Teknik Industri**
Dengan kompetensi di bidang digitalisasi, lulusan teknik industri menjadi garda depan dalam merancang sistem produksi berbasis AI, IoT, dan analisis data. Posisi seperti digital transformation analyst, AI engineer, dan supply chain strategist kini semakin dibutuhkan.

Kesimpulan

Transformasi digital dalam bidang teknik industri adalah perjalanan berkelanjutan yang menuntut sinergi antara teknologi canggih, kesiapan sumber daya manusia, dan strategi organisasi yang adaptif. Lebih dari sekadar adopsi perangkat mutakhir, era digital menekankan kerja sama antara manusia dan teknologi untuk menciptakan sistem produksi yang cerdas, fleksibel, dan berkelanjutan. Keberhasilan proses ini sangat dipengaruhi oleh kesiapan budaya perusahaan dalam menerima perubahan, mendorong inovasi, dan mendukung pembelajaran terus-menerus. Di sisi lain, peluang karier di bidang teknik industri terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan tenaga profesional yang mampu mengelola dan mengoptimalkan teknologi digital. Dengan memanfaatkan teknologi seperti AI, IoT, dan big data secara strategis, teknik industri dapat menjadi motor penggerak dalam menciptakan proses produksi yang tangguh, efisien, dan relevan di masa depan

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, R., & Paeno, A. (2024). Transformasi digital di industri manufaktur: Dampak pada efisiensi. *Jurnal Elektriese*.
- Baskoro, Y., & Hapsari, D. (2023). Pengukuran readiness level menggunakan INDI 4.0: Studi kasus UMKM di Bandung.
- Prasetya, M., & Lestari, F. (2024). Analisis dampak teknologi terhadap efisiensi industri di era digital. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen*.
- Suwandi, A., & Ramadhani, T. (2022). Digitalisasi industri dan pengaruhnya terhadap ketenagakerjaan dan hubungan kerja di Indonesia. *Jurnal Kompilasi Hukum Universitas Mataram*.

Manufaktur Cerdas, Operasi Efisien

Tiara Ramadhani Rahman

2400019067

Era Revolusi Industri keempat ini ditantai dengan adanya kecerdasan buatan (artificial intelligence), super komputer, rekayasa genetika, teknologi nano, mobil otomatis, dan inovasi. Perubahan tersebut terjadi dalam kecepatan eksponensial yang akan berdampak terhadap ekonomi, industri, pemerintahan, dan politik. Pada era ini semakin terlihat wujud dunia yang telah menjadi kampung global. Industri 4.0 adalah sebuah istilah yang diciptakan pertama kali di Jerman pada tahun 2011 yang ditandai dengan revolusi digital. Industri ini merupakan suatu proses industri yang terhubung secara digital yang mencakup berbagai jenis teknologi, mulai dari 3D printing hingga robotik yang diyakini mampu meningkatkan produktivitas. Sebelum

ini telah terjadi tiga revolusi industri yang ditandai dengan:

1. Ditemukannya mesin uap dan kereta api tahun 1750-1930
2. Penemuan listrik, alat komunikasi, kimia, dan minyak tahun 1870-1900
3. Penemuan komputer, internet, dan telepon genggam tahun 1960-sekarang.

Kemunculan mesin uap pada abad ke-18 berhasil mengakselerasi perekonomian secara drastic dimana dalam jangka waktu dua abad telah meningkatkan penghasilan rata-rata negara-negara di dunia menjadi enam kali lipat. Revolusi industri kedua dikenal sebagai Revolusi Teknologi. Revolusi ini ditandai dengan penggunaan dan produksi besi dan baja dalam skala besar, meluasnya penggunaan tenaga uap, mesin telegraf. Selain itu minyak bumi mulai ditemukan dan digunakan secara luas dan periode awal digunakannya listrik. Pada revolusi industri ketiga, industri manufaktur telah beralih menjadi bisnis digital. Teknologi digital telah menguasai industry media dan ritel. Revolusi industri ketiga mengubah pola relasi dan komunikasi masyarakat kontemporer. Revolusi ini telah mempersingkat jarak dan waktu, revolusi ini mengedepankan sisi real time. Survei McKinsey (Maret 2017) terhadap 300 pemimpin

Perusahaan terkemuka di Asia Tenggara menunjukkan sebanyak 9 Dari 10 responden percaya terhadap Efektivitas Industri 4.0. dan hampir Tidak ada yang meragukannya. Akan Tetapi ketika ditanya apakah mereka Siap untuk perubahan tersebut, Hanya 48 persen yang merasa siap. Sesungguhnya langkah menuju Industri 4.0 ini akan memberikan Manfaat bagi sektor swasta. Produsen besar yang terintegrasi Akan dapat mengoptimalkan Sekaligus menyederhanakan rantai Suplainya. Di sisi lain, sistem Manufaktur yang dioperasikan Secara digital juga akan membuka Peluang. Peluang pasar baru bagi UKM penyedia teknologi seperti Sensor, robotic, 3D printing, atau Teknologi komunikasi antar mesin. Bagi negara-negara maju, Industri 4.0 dapat menjadi cara Untuk mendapatkan kembali daya Saing infrastruktur. Bagi negara-negara berkembang, Industri 4.0 Dapat membantu mempermudah Rantai suplai produksi, yang dalam Hal ini sangat dibutuhkan untuk Mengurangi biaya tenaga kerja yang semakin meningkat Untuk itu,

dalam menghadapi Era revolusi industri keempat, Sektor industri nasional perlu Banyak berbenah, terutama dalam Aspek penguasaan teknologi yang Menjadi kunci penentu daya Saing. Setidaknya terdapat lima Teknologi utama yang menopang Pembangunan sistem Industri 4.0, Yaitu Internet of Things, dan sensor, serta Teknologi 3D Printing. Kelima unsur Tersebut harus mampu dikuasai Oleh perusahaan manufaktur Indonesia agar dapat bersaing. Manufaktur cerdas adalah konsep manufaktur yang luas dengan tujuan mengoptimalkan produksi dan transaksi produk dengan memanfaatkan sepenuhnya informasi canggih dan teknologi manufaktur. Ini dianggap sebagai model manufaktur baru berdasarkan ilmu pengetahuan dan teknologi cerdas yang sangat meningkatkan desain, produksi, manajemen, dan integrasi seluruh siklus hidup produk yang khas. Seluruh siklus hidup produk dapat difasilitasi menggunakan berbagai sensor pintar, model pengambilan keputusan adaptif, material canggih, perangkat cerdas, dan analisis data. Efisiensi produksi, kualitas produk, dan tingkat layanan akan ditingkatkan. Daya saing perusahaan manufaktur dapat ditingkatkan dengan kemampuannya menghadapi dinamika dan fluktuasi pasar global. Manufaktur yang mendukung IoT mengarah pada prinsip lanjutan di mana sumber daya produksi yang umum diubah menjadi objek manufaktur pintar (SMO) yang mampu merasakan, saling menghubungkan, dan berinteraksi satu sama lain untuk secara otomatis dan adaptif menjalankan logika manufaktur. Dalam lingkungan manufaktur yang mendukung IoT, koneksi manusia ke manusia, manusia ke manusia dan mesin ke mesin diwujudkan untuk persepsi cerdas. Oleh karena itu, penggunaan sesuai permintaan dan pembagian sumber daya yang efisien dapat dimungkinkan oleh penerapan teknologi IoT dalam manufaktur. IoT dianggap sebagai konsep manufaktur modern di bawah Industri 4.0 dan telah mengadopsi kemajuan terkini, seperti infrastruktur teknologi informasi (TI) mutakhir untuk akuisisi dan berbagi data, yang sangat memengaruhi kinerja sistem manufaktur. Manufaktur yang mendukung IoT memiliki fitur pengumpulan dan pembagian data real time di antara berbagai sumber daya manufaktur seperti mesin, pekerja, material, dan pekerjaan. Pengumpulan dan pembagian data real time didasarkan pada teknologi utama seperti identifikasi frekuensi radio (RFID) dan standar komunikasi nirkabel. Dengan menggunakan teknologi RFID, aliran manufaktur fisik seperti pergerakan material dan aliran informasi terkait seperti visibilitas dan keterlacakan berbagai operasi manufaktur dapat diintegrasikan dengan mulus. Tag dan pembaca RFID disebarkan ke lokasi manufaktur umum seperti lantai pabrik, jalur perakitan, dan gudang, tempat objek pintar dibuat dengan melengkapi objek manufaktur dengan perangkat RFID. Hal ini memungkinkan gangguan di lantai pabrik dideteksi dan diumpankan kembali ke sistem manufaktur secara real-time, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengambilan keputusan manufaktur dan produksi. RFID atau Radio Frequency Identification merupakan teknologi yang kini banyak digunakan sebagai alternatif atau pengganti dari sistem barcode. Berbeda dengan barcode yang membutuhkan pemindaian langsung, RFID memungkinkan identifikasi objek secara otomatis dan tanpa kontak langsung, sehingga pekerjaan menjadi lebih efisien dan cepat. Teknologi RFID memanfaatkan tag kecil yang disebut RFID tag sebagai transponder untuk mengirimkan data melalui gelombang radio. Sistem ini telah banyak diterapkan dalam berbagai sektor, seperti pendeteksian hewan di

peternakan, sistem keamanan gedung, pencatatan presensi pegawai, pelacakan barang di supermarket, hingga identifikasi kendaraan di gerbang tol. Penggunaan RFID sangat membantu dalam mempercepat proses identifikasi dan pengelolaan data. Sebagai contoh, di bidang logistik, RFID memungkinkan pemantauan paket secara real time tanpa harus membuka atau memindai satu per satu. Di dunia peternakan, RFID bisa digunakan untuk memantau kesehatan dan lokasi hewan secara lebih akurat. Bahkan di toko-toko ritel, RFID mampu mempercepat proses pembayaran dan penghitungan stok barang secara otomatis. Dengan berbagai keunggulan tersebut, RFID kini menjadi salah satu teknologi penting dalam mendukung otomatisasi, efisiensi kerja, dan keamanan di berbagai bidang (Saputra,2010).

Memasuki era Revolusi Industri 4.0, dunia industri mengalami transformasi besar yang ditandai dengan integrasi teknologi canggih seperti kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), dan sistem manufaktur cerdas. Teknologi RFID menjadi salah satu komponen penting dalam proses ini karena kemampuannya untuk mengotomatisasi dan meningkatkan efisiensi

dalam berbagai sektor. Indonesia sebagai negara berkembang memiliki peluang besar untuk mengejar ketertinggalan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi ini secara optimal. Namun, kesiapan sumber daya manusia, infrastruktur digital, dan penguasaan teknologi menjadi kunci utama dalam mewujudkan industri yang kompetitif secara global. Oleh karena itu, kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan institusi pendidikan sangat diperlukan untuk menciptakan ekosistem industri yang cerdas, adaptif, dan berdaya saing tinggi. Dengan langkah strategis dan kesiapan yang matang, revolusi industri keempat dapat menjadi momentum bagi bangsa ini untuk melompat lebih jauh menuju kemandirian teknologi dan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Jahdaly, B. A. et al. (2022). Role of green chemistry in sustainable corrosion inhibition: a review on recent developments. *Materials Today Sustainability*, 20, 100242.
- Anthopoulos, L. & Kazantzi, V. (2022). Urban energy efficiency assessment models from an AI and big data perspective: Tools for policy makers. *Sustainable Cities and Society*.
- Azmi, A. & Lamkuche, H. (2022). Use of big data and AI in supply chain management. In *AIP Conference Proceedings*.
- D'Arco, M. et al. (2019). Embracing AI and Big Data in customer journey mapping: from literature review to a theoretical framework. *Innovative Marketing*, 15(4), 102–115.
- Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID). *Jurnal Informatikan Mulawarman*, 5(3), 1–11
- Saputra, C., & Kridalaksana. 2010. *Sistem Otomasi Perpustakaan dengan*

ERP sebagai Fondasi Industri Masa Depan: Sinkronasi Real-Time Planner dan Analyst untuk Efisiensi Produk

Rian Citra Nabilla

2400019099

Industri manufaktur saat ini sedang menghadapi tantangan yang semakin kompleks dan tidak lagi berjalan di jalur konvensional, seperti permintaan pasar yang fluktuatif, tekanan efisiensi biaya, dan kebutuhan untuk merespons perubahan secara cepat. Di tengah perubahan global yang makin cepat, perusahaan dituntut untuk bergerak lincah, efisien, dan tetap relevan. Namun banyak sekali perusahaan-perusahaan yang masih menggunakan sistem informasi yang terpisah-pisah sehingga menyebabkan banyak sistem informasi yang digunakan masih berjalan terpisah-pisah, menimbulkan hambatan seperti keterlambatan proses, duplikasi data, dan keputusan yang tidak tepat sasaran. Enterprise Resource Planning (ERP) hadir sebagai solusi strategis yang tidak hanya mengintegrasikan proses bisnis, tetapi juga memungkinkan sinkronasi real time antara production planner dan supply chain analyst untuk memperbaiki teknis operasional dan sebagai fondasi strategis dalam membangun masa depan industri. Pertanyaannya adalah: jika perubahan tidak bisa dihindari, sistem digital seperti apa yang benar-benar bisa menjembatani kebutuhan produksi dengan kecepatan pasar? ERP adalah sistem perangkat lunak yang mengintegrasikan berbagai fungsi bisnis dalam satu platform terpusat. Modul-modul seperti keuangan, produksi, sumber daya manusia, dan rantai pasok saling terhubung dan berbagi data secara real-time tanpa hambatan (Arkana, 2025). Dengan ERP, perusahaan dapat menghindari sistem silo yang menghambat kolaborasi dan mengurangi redundansi data, sehingga pengambilan keputusan menjadi lebih cepat, bersifat real-time, berbasis fakta, dan akurat (Binus University, 2025). Salah satu contoh nyata penerapan ERP yang sukses dan menjadi contoh nyata bagaimana ERP berdampak langsung terhadap efisiensi operasional dapat dilihat pada PT Astra Otoparts, yang berhasil meningkatkan efisiensi serta produktivitas yang signifikan sekaligus mendukung transformasi digital lintas departemen setelah menggunakan sistem ini dalam operasional mereka (Media Indonesia, 2024). Di samping itu, ERP turut mendorong proses transformasi digital perusahaan dengan mengotomatisasi alur kerja dan menghubungkan data antar-departemen secara menyeluruh (Ukirama, 2024). Maka jelas, ERP bukan lagi sekadar teknologi, tetapi strategi bisnis yang menentukan daya saing sebuah perusahaan hal ini menjadikan ERP bukan sekadar sistem administratif, melainkan elemen kunci dalam membangun industri 4.0 yang lebih terintegrasi. Keunggulan utama lainnya yang paling krusial dari ERP terletak pada kemampuannya menyediakan informasi secara langsung dan real-time. Bagi production planner, informasi ini memungkinkan penjadwalan berbasis data permintaan yang aktual, bukan sekadar perkiraan, melainkan berdasarkan permintaan nyata yang sedang berjalan. Sedangkan untuk supply chain analyst, mereka memperoleh akses penuh terhadap kondisi stok barang, proses pengiriman, serta potensi keterlambatan dan hambatan distribusi yang

bisa segera diantisipasi (Estuary, 2025). Teknologi analisis data secara real-time memberikan kemampuan bagi perusahaan untuk segera merespons gangguan perubahan pasar, supply chain atau peningkatan mendadak dalam permintaan dengan ketepatan dan kecepatan yang lebih tinggi. Sebagai contoh, Intel mampu menghemat lebih dari 200 juta dolar Amerika dalam kurun waktu lima tahun berkat penerapan sistem logistik berbasis analitik real-time yang mereka kembangkan (Intel, 2017). Penggunaan ERP mendorong perusahaan untuk meninggalkan pengambilan keputusan yang hanya berdasarkan intuisi, dan beralih ke pendekatan berbasis data yang aktual, terpercaya, dan keputusan berbasis data konkret yang dapat dipertanggungjawabkan (GoArmstrong, 2025). Selain itu, penerapan ERP secara nyata telah menunjukkan hasil signifikan dalam peningkatan efisiensi terhadap proses produksi. Lead time produksi dapat ditekan hingga 95%, diikuti oleh penurunan biaya operasional dan peningkatan akurasi kebutuhan bahan baku (Weefer, 2025). Melalui modul Production Planning dalam sistem ERP, perusahaan dapat mengatur kapasitas produksi, memproyeksikan keperluan material, serta memastikan mutu secara otomatis dan terstruktur, hingga melakukan pengendalian mutu dengan efisiensi tinggi (PRIEDS, 2024). Sistem ERP juga berperan penting dalam mencegah terjadinya kelebihan atau kekurangan persediaan, yaitu overstock dan understock—dua tantangan umum dalam pengelolaan inventori. Dengan kemampuan melihat keseluruhan proses rantai pasok secara terpadu, perusahaan mampu mengalokasikan sumber daya secara lebih optimal dan tepat sasaran sehingga dapat meminimalisasi pemborosan (Sinergi Teknologi, 2025). Bahkan, banyak usaha kecil dan menengah (UMKM) mulai menggunakan ERP karena terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mendukung pertumbuhan bisnis yang lebih fleksibel (Equip ERP, 2023). Selain itu, tidak hanya untuk efisiensi ERP juga membuat perusahaan lebih sigap dan memiliki kekuatan prediktif dalam menghadapi dinamika pasar. Ketika terjadi lonjakan permintaan atau gangguan distribusi, sistem ini dapat mendeteksi kondisi tersebut lebih awal dan memberikan rekomendasi tindakan berdasarkan informasi real-time (Estuary, 2025). Hal ini menjadi krusial di era sekarang, ketika perubahan pasar dapat terjadi begitu cepat hanya dalam hitungan jam. Sistem ERP turut mendorong inovasi dan penciptaan produk baru melalui pemanfaatan data historis serta tren pasar yang dapat ditinjau untuk pengambilan keputusan jangka panjang dan strategis (Annisadev, 2024). Dengan ERP, perusahaan tidak hanya bereaksi terhadap perubahan secara pasif melainkan mampu mengambil langkah-langkah antisipatif dan menyusun strategi bisnis yang lebih visioner. Bagi para mahasiswa dan dosen di bidang teknik industri, pemahaman terhadap ERP menjadi modal yang sangat berharga bukan lagi tambahan, melainkan keharusan dalam menghadapi lingkungan kerja yang semakin terdigitalisasi. ERP memperkenalkan konsep-konsep inti seperti keterpaduan sistem, efisiensi operasional, dan pengambilan keputusan yang berbasis pada data akurat—semuanya merupakan landasan penting dalam ilmu teknik industri (UII, 2024). Mahasiswa dari berbagai universitas, seperti Universitas Islam Indonesia dan BINUS, kini dibekali dengan pengalaman langsung dalam menggunakan perangkat lunak ERP seperti SAP melalui kegiatan laboratorium (UII, 2024). Hal ini menegaskan bahwa pemahaman mengenai ERP tidak hanya bersifat teoritis, melainkan juga perlu diterapkan secara praktis

agar lulusan siap menghadapi tantangan nyata dalam dunia industri. Sebagai sistem yang telah terbukti efektif, ERP juga bukan sekadar sistem digital, tapi fondasi perubahan industri yang nyata. ERP memainkan peran sentral dalam modernisasi industri. Dengan fitur-fitur seperti integrasi data secara real time, otomatisasi alur kerja, serta visibilitas penuh terhadap proses produksi, ERP membantu perusahaan mencapai tingkat efisiensi tinggi, mempercepat pengambilan keputusan, dan meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap perubahan pasar. Namun demikian, jika ERP sedemikian bermanfaat, mengapa penerapannya belum tersebar secara luas di lingkungan industri teknik Indonesia?

DAFTAR PUSTAKA

- Annisadev. (2024). Evolusi Sistem ERP: Mengapa Bisnis Harus Beradaptasi dengan Teknologi Terbaru. <https://annisadev.com/news/read/1106/evolusi-sistemerp-mengapa-bisnis-harus-beradaptasi-dengan-teknologi-terbaru.html>
- Arkana. (2025). Sistem ERP: Pengertian, Cara Kerja, Jenis dan Contoh Industri. <https://arkana.co.id/id/blog/bisnis-4/sistem-erp-77>
- Binus University. (2025). Transformasi Bisnis dengan ERP: Meningkatkan Efisiensi dan Konsistensi Operasional. <https://sis.binus.ac.id/2025/02/12/transformasi-bisnis-dengan-erp-meningkatkanefisiensi-dan-konsistensi-operasional/>
- Equip ERP. (2023). Implementasi ERP untuk Optimalkan Bisnis di Berbagai Industri. <https://www.equiperp.com/blog/implementasi-erp-di-industri/>
- Estuary. (2025). Real-Time Supply Chain Analytics: A Guide for Data-Driven Logistics. <https://estuary.dev/blog/real-time-data-analytics-in-supply-chain/>
- Intel. (2017). Transforming Intel's Supply Chain with Real-Time Analytics. <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/whitepapers/transforming-supply-chain-with-real-time-analytics-whitepaper.pdf>
- Media Indonesia. (2024). Penerapan Teknologi ERP Kunci Sukses Industri Manufaktur 4.0 di Indonesia. <https://mediaindonesia.com/ekonomi/703378/penerapan-teknologi-erp-kuncisukses-industri-manufaktur-40-di-indonesia>
- PRIEDS. (2024). Meningkatkan Efisiensi Produksi dengan Modul Production Planning dalam ERP Software. <https://www.prieds.com/post/meningkatkanefisiensi-produksi-dengan-modul-production-planning-dalam-erp-software>
- Sinergi Teknologi. (2025). Manajemen Produksi: Efisiensi Produksi dengan ERP. <https://sinergiteknologi.co.id/blog/manajemen-produksi/>
- UII. (2024). Laboratorium ERP - Jurusan Teknik Industri. <https://industrial.uii.ac.id/laboratorium/erp/>
- Weefer. (2025). ERP Manufaktur: Cara Kerja, Fungsi, dan Contohnya di 2025. <https://www.weefer.co.id/id/2025/06/erp-manufaktur/>
- Ukirama. (2024). Panduan Lengkap Software ERP: Transformasi Digital Untuk Bisnis. <https://ukirama.com/blogs/revolusi-bisnis-indonesia-dengan-software-erppanduan-lengkap-untuk-transformasi-digital>

Sawit Cerdas: “Berbasis Drone dan Machine Learning”

Muhammad Rafly Sandika

2400019080

Indonesia sebagai negara agraris menghadapi tantangan besar dalam menjaga ketahanan pangan nasional di tengah pertumbuhan penduduk yang terus meningkat. FAO memproyeksikan bahwa pada tahun 2050, populasi dunia akan mencapai 9,6 miliar. Untuk memenuhi kebutuhan pangan global, produksi pertanian harus meningkat sekitar 70%. Salah satu solusi strategis yang dapat diadopsi untuk menjawab tantangan tersebut adalah sistem pertanian cerdas berbasis teknologi digital. Dalam konteks ini, konsep Smart Farming 4.0 menjadi sangat relevan, termasuk untuk komoditas strategis seperti kelapa sawit. Pengembangan Sawit Cerdas, yakni sistem pengawasan dan analisis berbasis drone serta machine learning, adalah pendekatan inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian modern. Sistem ini memungkinkan deteksi penyakit tanaman, prediksi produktivitas, hingga manajemen pertanian berbasis data secara real-time dan presisi. Pembahasan 1.

Integrasi Drone dan Machine Learning Sawit Cerdas menggabungkan teknologi pesawat nirawak (drone) dengan kecerdasan buatan untuk menciptakan sistem pertanian presisi. Drone digunakan untuk menangkap citra visual tanaman dari udara. Data visual ini kemudian dianalisis menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dalam framework deep learning untuk mendeteksi penyakit daun sawit secara otomatis. Menurut penelitian Pribadi & Kurniawan (2022), metode ini mampu mendeteksi penyakit dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. 2. Prediksi Produktivitas dan Harga Data cuaca, jenis tanah, dan riwayat hasil panen dapat dimasukkan ke dalam model machine learning untuk memprediksi produktivitas pascaremajakan atau tren harga sawit. Sukardi & Hendrik (2025) menunjukkan bahwa algoritma Random Forest mencapai akurasi prediksi hingga 87%. Pendekatan stacking ensemble dan integrasi teknik SMOTE juga terbukti mampu meningkatkan kinerja prediksi pada data yang tidak seimbang (Karim et al., 2025). 3. Peran Internet of Things (IoT) Sensor tanah dan cuaca dapat dipasang untuk mengukur pH, kelembaban, suhu, dan curah hujan secara berkala. Data ini diolah untuk mendukung pengambilan keputusan seperti jadwal tanam, irigasi, atau pemupukan. Teknologi ini memungkinkan petani bertindak berdasarkan data aktual, bukan perkiraan semata. Budiharto (2019) menyebutkan bahwa kombinasi IoT dan AI memberikan efisiensi yang belum pernah dicapai sebelumnya dalam sektor agrikultur. 4.

Tantangan Implementasi Walaupun menjanjikan, implementasi Sawit Cerdas dihadapkan pada beberapa hambatan: biaya investasi awal yang tinggi, rendahnya literasi digital di kalangan petani tradisional, serta infrastruktur teknologi yang belum merata. Oleh karena itu, peran pemerintah, lembaga riset, dan sektor swasta sangat penting untuk menyediakan pelatihan, subsidi, serta insentif adopsi teknologi smart farming. Penguatan Implementasi dan Peran Pemuda Penerapan smart farming akan jauh lebih efektif jika

disertai dengan strategi penguatan regulasi dan pelibatan generasi muda. Pemerintah dapat menetapkan kerangka kerja nasional yang mengintegrasikan drone, machine learning, dan IoT ke dalam sektor pertanian. Generasi muda dengan latar belakang pendidikan teknologi dan pertanian memiliki peran penting sebagai agen perubahan. Mereka memiliki keahlian digital dan kreativitas yang dibutuhkan untuk membangun startup agritech, mengembangkan platform pemantauan tanaman, serta membentuk komunitas pertanian cerdas berbasis desa. Program pelatihan dan inkubasi usaha tani berbasis teknologi perlu ditingkatkan agar Sawit Cerdas tidak hanya menjadi wacana, tapi solusi nyata di lapangan.

Studi Kasus:

Deteksi Penyakit Sawit dengan Drone Salah satu studi lapangan penting dalam penerapan drone dan machine learning adalah pendeteksian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) pada tanaman kelapa sawit. Dalam penelitian oleh Pribadi & Kurniawan (2022), drone DJI 4 diterbangkan setinggi 50 meter untuk mengambil citra daun sawit yang kemudian dianalisis dengan CNN. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat membedakan daun sehat dan sakit secara otomatis, tanpa perlu inspeksi manual di lapangan. Dengan sistem ini, deteksi dini penyakit bisa dilakukan secara luas dan cepat, sehingga pengobatan atau pencegahan bisa diberikan sebelum tanaman rusak parah. Efek lanjutannya adalah efisiensi penggunaan pestisida, peningkatan hasil panen, dan penghematan biaya operasional.

Sawit Cerdas merupakan representasi nyata dari pertanian presisi yang relevan untuk masa depan pertanian Indonesia. Integrasi antara drone, machine learning, dan IoT memberikan solusi terhadap tantangan klasik pertanian seperti penurunan produktivitas, perubahan iklim, dan keterbatasan tenaga kerja. Agar teknologi ini berdampak luas, perlu dukungan regulasi, peningkatan kapasitas SDM, serta sinergi antara pemerintah, kampus, industri, dan komunitas petani. Generasi muda harus didorong untuk aktif dalam mengembangkan dan mengimplementasikan pertanian digital ini demi keberlanjutan dan kedaulatan pangan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, W. (2019). Inovasi Digital di Industri Smart Farming: Konsep dan Implementasi. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal, Palembang.
- Karim, A., et al. (2025). Optimasi Prediksi Harga Sawit dengan Teknik Stacking dan SMOTE. BITS, 7(1), 638–645.
- Pribadi, A., & Kurniawan, A. (2022). Deteksi Penyakit Sawit Menggunakan CNN. Jurnal Sains dan Ilmu Terapan, 5(2), 72–74
- Rachmawati, R. R. (2020). Smart Farming 4.0 untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, dan Modern. Forum Penelitian Agro Ekonomi, 38(2), 137–154.
- Sukardi, S., & Hendrik, B. (2025). Prediksi Produktivitas Lahan Kelapa Sawit Pasca Peremajaan Menggunakan Algoritma Machine Learning. JSSR, 8(2), 3246–3251.

Transformasi Pabrik Karet melalui *Demand Forecasting AI* di Era Disrupsi

Raihan Faadhilal Novanto

2400019070

Industri karet merupakan salah satu bagian penting dalam sektor manufaktur di Indonesia. Sebagai negara penghasil karet alam terbesar kedua di dunia, Indonesia memiliki peluang besar untuk mendukung rantai pasok global di berbagai bidang seperti otomotif, konstruksi, dan pembuatan barang jadi. Meski demikian, peluang tersebut belum sepenuhnya diimbangi dengan kemampuan produksi yang efisien serta sistem pengambilan keputusan yang mampu menyesuaikan diri dengan perubahan pasar. Masalah seperti perubahan permintaan yang tidak terduga, ketidakseimbangan dalam kapasitas produksi, dan rendahnya akurasi distribusi sering kali menjadi hambatan utama bagi pabrik karet, terutama yang masih menggunakan metode prediksi dan manajemen konvensional. Dengan munculnya era disrupsi di industri, kebutuhan akan sistem produksi yang lebih responsif, efisien, dan didasarkan pada data semakin terasa mendesak. Teknologi digital, terutama Artificial Intelligence (AI), menjadi faktor utama dalam mengubah cara kerja industri tradisional menjadi sistem industri yang lebih cerdas.

Salah satu penerapan AI yang sangat relevan bagi pabrik karet adalah Demand Forecasting AI, yaitu sistem yang pintar dan mampu memperkirakan permintaan pasar secara tepat berdasarkan data historis dan indikator eksternal. Dengan teknologi ini, perusahaan tidak hanya bisa merespons permintaan pasar secara cepat, tetapi juga dapat mengatur sumber daya secara lebih baik, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan ketepatan dalam proses produksi.

1. Permasalahan dalam Sistem Produksi Tradisional Sistem produksi yang masih umum digunakan oleh pabrik karet saat ini biasanya dilakukan secara manual dan reaktif. Keputusan dalam produksi sering kali diambil berdasarkan pola musiman, pengalaman masa lalu, atau perkiraan pasar tanpa didukung oleh data terkini. Cara ini menyebabkan beberapa ketidakakuratan, seperti perencanaan kapasitas yang tidak sesuai dengan kebutuhan sebenarnya, terjadinya kelebihan atau kekurangan stok, serta ketidakseimbangan dalam penggunaan sumber daya. Dalam praktiknya, keterlambatan dalam merespons perubahan permintaan pasar menjadi masalah utama.

Ketika permintaan tiba-tiba naik, pabrik sering kali tidak bisa segera meningkatkan produksi. Sementara itu, ketika permintaan turun, produksi tetap berjalan dengan kapasitas penuh, sehingga menyebabkan penumpukan stok dan biaya penyimpanan yang lebih tinggi. Hal ini semakin memperburuk situasi karena kurangnya koordinasi dan informasi antar bagian produksi, distribusi, dan penjualan, sehingga keputusan yang diambil terasa terpisah dan tidak selaras. Selain itu, ketergantungan pada sistem pencatatan manual membuat perusahaan lebih rentan terhadap

kesalahan dalam mencatat dan kehilangan informasi penting. Informasi yang tidak akurat akan mengganggu manajemen dalam menyusun jadwal kerja mesin, memantau hasil produksi, serta menentukan target yang realistis. Ketidakmampuan ini tidak hanya memengaruhi kualitas produk dan layanan, tetapi juga merugikan keuntungan dan kemampuan bersaing perusahaan secara berkelanjutan. Jika pabrik tidak memiliki sistem prediksi dan pemantauan yang baik, seluruh proses produksinya tidak bisa beradaptasi dengan tekanan dari luar, baik dari segi pasar maupun ketersediaan bahan baku. Situasi ini membutuhkan pendekatan yang lebih pintar, terpadu, dan didasarkan pada data agar pabrik karet bisa berubah menjadi sistem yang lebih kompetitif dan berkelanjutan.

2. Peran Demand Forecasting AI dalam Pabrik Karet Demand Forecasting AI adalah teknologi berbasis kecerdasan buatan yang menggunakan algoritma pembelajaran mesin (machine learning) untuk memprediksi permintaan pasar secara dinamis dan akurat. AI ini menganalisis data historis penjualan, pola permintaan musiman, kondisi ekonomi global, tren industri, bahkan cuaca, untuk memberikan proyeksi kebutuhan pasar ke depan. Penerapan AI dalam prediksi permintaan membantu pabrik karet menyusun rencana produksi yang lebih efisien. Misalnya, AI dapat mengenali pola bahwa permintaan produk karet meningkat menjelang musim konstruksi atau ketika harga minyak mentah naik. Informasi ini digunakan untuk menyesuaikan volume produksi secara proaktif, mempersiapkan bahan baku lebih awal, serta mengatur jadwal kerja dan pengiriman produk dengan lebih presisi. Tidak seperti sistem prediksi manual yang bersifat statis, Demand Forecasting AI mampu melakukan pembaruan secara otomatis seiring masuknya data baru. Ketika terdapat perubahan pasar secara mendadak, AI segera menyesuaikan model prediksinya, memberikan informasi terkini kepada manajemen untuk diambil tindakan cepat. Fleksibilitas dan kecepatan inilah yang menjadikan AI alat penting dalam pengambilan keputusan operasional di era industri modern.
3. Manfaat Demand Forecasting AI bagi Industri Karet Penerapan Demand Forecasting AI memberikan manfaat nyata bagi industri karet, terutama dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi proses operasional. Dengan prediksi yang lebih tepat, perusahaan bisa merancang kapasitas produksi secara lebih efektif sesuai dengan kebutuhan pasar. Ini membantu menghindari pemborosan bahan baku, tenaga kerja, dan energi. Dampak langsung dari hal ini adalah penurunan biaya dan waktu produksi, yang pada akhirnya memperkuat kemampuan perusahaan untuk bersaing dalam industri yang sangat kompetitif. Selain itu, sistem prediksi berbasis AI membantu perusahaan mengelola persediaan dengan lebih baik. Perusahaan dapat mengurangi risiko memiliki stok yang terlalu banyak, yang akan menghabiskan biaya penyimpanan, atau stok yang terlalu sedikit, yang bisa mengganggu pengiriman. Dengan demikian, manajemen bisa menjaga kelancaran rantai pasok secara lebih efektif, terutama ketika menghadapi perubahan musiman

atau permintaan yang tiba-tiba dari pasar dunia. Salah satu keunggulan lainnya adalah kemampuan pengambilan keputusan yang semakin didasarkan pada data. Kecerdasan buatan memberikan analisis prediktif yang bisa diakses dan dinilai secara berkala oleh manajemen, sehingga strategi produksi, pengadaan, dan distribusi bisa dirancang lebih cepat dan tepat. Dengan demikian, perusahaan bisa lebih cepat beradaptasi terhadap perubahan pasar, tanpa harus menunggu laporan manual atau menebak tren secara sembarang. Manfaat jangka panjang dari penggunaan AI juga terlihat dalam aspek keberlanjutan. Produksi yang lebih akurat membantu mengurangi limbah industri, menghemat penggunaan energi, serta mempercepat proses produksi. Hal ini mendukung tujuan manufaktur hijau yang kini mendapat perhatian besar secara global dalam pembangunan industri yang ramah lingkungan. Selain itu, kemampuan untuk merespons kebutuhan pasar secara cepat dan tepat akan meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan. Ketersediaan produk yang selalu tersedia dan sesuai dengan apa yang dibutuhkan menjadi faktor penting dalam mempertahankan hubungan bisnis serta memperluas pasar. Dalam jangka panjang, penggunaan AI untuk memprediksi permintaan menjadi investasi strategis yang tidak hanya meningkatkan aspek teknis produksi, tetapi juga membantu membangun reputasi dan ketahanan bisnis secara keseluruhan.

4. Tantangan dan Penyelesaian Masalah dalam Implementasi Meski menawarkan banyak manfaat, implementasi Demand Forecasting AI juga memerlukan kesiapan dari berbagai aspek. Tantangan utama adalah ketersediaan data yang berkualitas dan terstruktur, karena AI memerlukan data historis yang lengkap dan relevan untuk menghasilkan prediksi yang akurat. Selain itu, perlu dilakukan pelatihan bagi tenaga kerja dan manajemen agar dapat memahami output dari sistem AI dan menggunakannya dalam pengambilan keputusan operasional. Dari sisi budaya organisasi, transisi menuju sistem berbasis AI juga membutuhkan perubahan pola pikir, dari yang bersifat reaktif menjadi prediktif. Teknik industri sebagai disiplin ilmu memegang peran penting dalam mendesain ulang sistem kerja, mengatur alur informasi, serta menjembatani kebutuhan teknologi dan manusia. Untuk menghadapi kesulitan dalam menerapkan Demand Forecasting AI, perusahaan bisa mulai dengan membuat sistem digitalisasi data yang terpadu, misalnya dengan menggunakan ERP atau software manajemen rantai pasok. Data yang akurat, lengkap, dan up-to-date sangat penting agar AI dapat berjalan dengan baik. Kesiapan tenaga kerja juga harus ditingkatkan melalui pelatihan internal atau kerja sama dengan universitas serta konsultan industri. Karyawan tidak hanya perlu menguasai pengetahuan teknis, tetapi juga diberi kesempatan untuk memahami perubahan secara perlahan. Penerapan teknologi AI sebaiknya dimulai dari proyek kecil sebagai uji coba, agar hasilnya bisa terlihat dan memperkuat kepercayaan seluruh bagian organisasi. Selain itu, perusahaan bisa menggunakan sistem AI berbasis cloud yang tidak membutuhkan investasi besar di awal, tetapi tetap

memberikan fleksibilitas dan kemampuan untuk berkembang. Dengan cara ini, pabrik karet dapat memulai proses digitalisasi dengan risiko yang lebih kecil namun tetap mendapat hasil yang nyata. Transformasi pabrik karet menggunakan teknologi ramalan permintaan berbasis AI adalah langkah penting untuk menghadapi tantangan yang semakin rumit dan cepat berubah di era disrupsi. Dengan kemampuan memperkirakan kebutuhan pasar secara akurat, pabrik bisa meningkatkan efisiensi dalam produksi, menjaga ketersediaan barang yang stabil, serta memperkuat posisi mereka di pasar global. Meskipun ada tantangan dalam mengumpulkan data, melatih SDM, dan mengubah cara kerja organisasi, semuanya bisa diatasi dengan rencana bertahap, pelatihan yang terorganisir, dan pendekatan yang menyeluruh. Teknologi ini bukan hanya bantuan tambahan, tetapi menjadi dasar penting dalam membangun industri karet yang lebih modern, fleksibel, dan ramah lingkungan. Teknik industri berperan sebagai jembatan antara proses produksi dan inovasi digital, membawa sektor karet menuju masa depan yang lebih pintar dan berdaya saing.

DAFTAR PUSTAKA

- Dalimunthe, S. B., Ginting, R., & Sinulingga, S. (2023). The Implementation of Machine Learning in Demand Forecasting: A Review of Methods Used in Demand Forecasting with Machine Learning. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 25(1), 41–49. <https://talenta.usu.ac.id/jsti/article/view/929>
- Erni, N., Maarif, M. S., Indrasti, N. S., Machfud, M., & Honggokusumo, S. (n.d.). Model Prakiraan Harga dan Permintaan pada Rantai Pasok Karet Spesifikasi Teknis Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Sains dan Teknologi (SST)*, 1(3). <https://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/49>
- Firdaus, R., Mukhtar, H., & Awaluddin. (2023). Prediksi Indeks Harga Produsen Pertanian Karet di Indonesia Menggunakan Metode LSTM. *Jurnal Informatika dan Komputer (JIK) UMRI*, 13(1). <https://ejournal.umri.ac.id/index.php/JIK/article/view/4851>
- Marizka, D. A., Arkeman, Y., Raharja, S., Hardjomidjojo, H., & Suparno, O. (2020). Peramalan Permintaan Suku Cadang Otomotif Karet dengan Integrasi Agent-Based Modelling dan Double Exponential Smoothing. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), 362–368. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/34917>
- Simanjuntak, C., Syafmen, W., & Z, G. (2024). Pemodelan ARIMA untuk Peramalan Permintaan Ekspor Karet di PT Hok Tong Jambi. *E-Jurnal Matematika*, 13(2), 154–159. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/mtk/article/view/82663>
- Simanjuntak, J. F., Winanjaya, R., & Robiansyah, W. (2025). Forecasting of Rubber Production in North Sumatra with Backpropagation Algorithm. *JOMLAI: Jurnal Machine Learning dan Artificial Intelligence*, 2(1). <https://journal.literasisains.id/index.php/jomlai/article/view/917>

Analysis Life Cycle Assessment (LCA)

Bata Ramah Lingkungan

Damitha Difa Arthikasari

Percepatan pembangunan nasional menuntut penggunaan material konstruksi yang mudah diakses, murah, serta efisien. Bata merah, sebagai salah satu bahan bangunan yang telah digunakan secara turun-temurun, masih menjadi pilihan utama masyarakat karena metode produksinya yang sederhana dan ketersediaan bahan baku lokal. Namun, di balik popularitasnya, penggunaan bata merah menyimpan potensi ancaman bagi lingkungan hidup mulai dari proses ekstraksi tanah liat hingga pembakaran menggunakan bahan bakar fosil di mana setiap tahapan menimbulkan beban ekologis yang tidak kecil.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, aspek efisiensi material tidak dapat dipisahkan dari pertimbangan dampak lingkungan dan sosial. Penggunaan material konvensional seperti bata merah memang menjawab kebutuhan dari sisi ketersediaan dan biaya, tetapi mengabaikan risiko jangka panjang yang ditimbulkannya. Oleh karena itu, semakin banyak kalangan akademisi, praktisi konstruksi, dan pembuat kebijakan yang mulai meninjau kembali pemilihan bahan bangunan dengan perspektif yang lebih holistik.

Penting untuk dipahami bahwa material bangunan bukan hanya komponen fisik dalam struktur, melainkan juga representasi dari sistem produksi yang menyertainya. Artinya, setiap batu bata yang digunakan menyimpan jejak energi, penggunaan lahan, dan emisi yang ditimbulkan sejak proses ekstraksi bahan mentah hingga penggunaannya di lapangan. Karena itu, penilaian terhadap material konstruksi idealnya tidak hanya didasarkan pada kepraktisan dan biaya, tetapi juga pada jejak ekologis yang ditinggalkan selama siklus hidupnya.

Salah satu dampak lingkungan yang paling menonjol dari industri bata merah adalah eksploitasi tanah liat yang bersumber dari lahan subur. Akibat kebutuhan bahan baku yang terus meningkat, praktik ini seringkali mengorbankan lahan pertanian produktif. Penelitian oleh Manega (2016) menyebutkan bahwa lahan pertanian di wilayah Sitimulyo, Yogyakarta, berubah menjadi cekungan bekas galian sedalam 3 hingga 10 meter yang menyebabkan degradasi tanah secara drastis. Selain kehilangan fungsi produktif, lahan tersebut juga mengalami penurunan nilai ekologis dan sosial. Hal serupa juga ditemukan di Lombok Timur, di mana hasil survei Apriyanti dan Mutia (2018) menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat merasakan dampak negatif terhadap lahan mereka akibat aktivitas industri bata merah. Melihat dampak ekologis dan sosial yang begitu besar, diperlukan solusi alternatif dalam pemilihan material bangunan yang lebih ramah lingkungan. Salah satu opsi inovatif yang mulai banyak diteliti adalah pemanfaatan limbah industri seperti fly ash sebagai bahan baku konstruksi.

Fly ash merupakan residu hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), yang biasanya hanya menjadi limbah industri dan berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Namun, dalam beberapa dekade

terakhir, fly ash mulai dilirik sebagai alternatif bahan baku material bangunan karena kandungan silika dan alumina-nya yang tinggi, yang menjadikannya bahan pozolan dengan sifat pengikat yang baik. Pemanfaatan fly ash sebagai bahan substitusi dalam pembuatan bata atau beton tidak hanya berpotensi mengurangi limbah industri, tetapi juga menekan emisi karbon yang dihasilkan dari proses produksi material konvensional seperti semen dan bata merah.

Di berbagai negara, penggunaan fly ash dalam industri konstruksi telah menjadi bagian dari strategi keberlanjutan. Misalnya, di India dan Tiongkok, fly ash dimanfaatkan secara luas untuk memproduksi blok beton, paving block, hingga bata ringan. Hal ini membuktikan bahwa limbah yang semula dipandang tidak berguna ternyata dapat memiliki nilai tambah tinggi bila diolah dengan pendekatan teknologi yang tepat. Di Indonesia, penggunaan fly ash dalam industri konstruksi memang belum sebesar di negara lain, namun mulai menunjukkan tren positif, terutama di sektor proyek-proyek infrastruktur berskala besar.

Dari sisi teknis, bata berbasis fly ash juga memiliki sejumlah keunggulan. Berdasarkan berbagai penelitian, bata fly ash memiliki kekuatan tekan yang kompetitif dibandingkan bata merah, bahkan dalam beberapa kasus lebih unggul dalam hal ketahanan terhadap air dan suhu tinggi. Selain itu, bata dari fly ash memiliki bobot yang lebih ringan, sehingga mempermudah proses transportasi dan pemasangan di lapangan. Keunggulan-keunggulan ini menjadikan fly ash tidak hanya sebagai alternatif, tetapi juga sebagai solusi inovatif dalam menjawab tantangan pembangunan berkelanjutan di sektor konstruksi.

Untuk memastikan bahwa penggunaan material alternatif seperti fly ash benar-benar memberikan manfaat ekologis yang lebih baik, diperlukan pendekatan analisis yang komprehensif. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam menilai dampak lingkungan suatu produk adalah Life Cycle Assessment (LCA). LCA memungkinkan kita untuk menghitung dan membandingkan dampak dari setiap tahap siklus hidup suatu material—mulai dari ekstraksi bahan mentah, proses produksi, distribusi, penggunaan, hingga tahap akhir berupa daur ulang atau pembuangan. Dengan menggunakan metode ini, pemilihan material bangunan tidak lagi berdasarkan asumsi atau kebiasaan, melainkan atas dasar data ilmiah yang objektif dan terukur.

Dalam konteks ini, penerapan LCA pada bata berbasis fly ash menunjukkan hasil yang menggembirakan. Beberapa studi mengungkapkan bahwa jejak karbon dari produksi bata fly ash jauh lebih rendah dibandingkan bata merah tradisional. Ini terutama karena bata fly ash tidak memerlukan proses pembakaran pada suhu tinggi sebagaimana yang terjadi pada produksi bata merah. Selain itu, penggunaan limbah seperti fly ash secara langsung mengurangi volume limbah industri yang harus ditimbun atau dibuang ke lingkungan. Artinya, ada dua dampak positif yang dicapai sekaligus: mengurangi polusi dari limbah dan menekan emisi karbon dari sektor konstruksi.

Sejumlah studi ilmiah telah dilakukan untuk membandingkan dampak lingkungan antara bata merah konvensional dengan bata berbasis fly ash. Salah satunya adalah penelitian oleh Gupta et al. (2019) yang menggunakan pendekatan Life Cycle Assessment (LCA) untuk membandingkan emisi gas rumah kaca dari kedua jenis bata. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa produksi bata fly ash menghasilkan emisi karbon yang jauh lebih rendah, yakni hanya sekitar 40% dari emisi yang ditimbulkan oleh bata merah. Selain itu, kebutuhan energi dalam proses produksinya pun lebih efisien karena tidak memerlukan pembakaran menggunakan bahan bakar fosil.

Dari segi keberlanjutan sosial dan ekonomi, penggunaan bata fly ash juga menawarkan sejumlah manfaat. Di daerah sekitar PLTU atau kawasan industri penghasil fly ash, pemanfaatan limbah ini sebagai bahan bangunan dapat membuka lapangan kerja baru, meningkatkan pendapatan masyarakat lokal, dan mendorong terbentuknya industri kecil berbasis teknologi ramah lingkungan. Selain itu, harga bata fly ash umumnya lebih kompetitif dibandingkan bata merah karena tidak memerlukan bahan bakar mahal dalam proses produksinya. Hal ini membuatnya menjadi pilihan menarik bagi sektor konstruksi skala menengah ke bawah yang sensitif terhadap biaya.

Namun, meskipun berbagai keunggulan teknis dan ekologis telah terbukti, adopsi bata fly ash di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan. Beberapa di antaranya adalah kurangnya sosialisasi kepada masyarakat dan pelaku industri konstruksi, keterbatasan regulasi yang mendukung pemanfaatan limbah industri, serta anggapan bahwa material berbasis limbah tidak sekuat atau seaman material konvensional. Padahal, dengan pengujian dan sertifikasi yang memadai, bata fly ash dapat memenuhi bahkan melampaui standar kualitas nasional untuk bahan bangunan.

Dengan mempertimbangkan seluruh aspek dari ketersediaan bahan, proses produksi, hingga dampak lingkungan, pemanfaatan fly ash sebagai bahan baku alternatif untuk bata ramah lingkungan menunjukkan potensi besar dalam menjawab tantangan keberlanjutan di sektor konstruksi. Langkah ini tidak hanya dapat mengurangi kerusakan lingkungan akibat eksploitasi tanah liat dan pembakaran, tetapi juga memberi nilai tambah pada limbah industri yang sebelumnya dianggap tidak berguna. Oleh karena itu, penting bagi para pemangku kepentingan baik pemerintah, industri, maupun Masyarakat untuk mendorong riset lanjutan, inovasi teknologi, dan kebijakan yang mendukung transisi menuju bahan bangunan yang lebih berkelanjutan.

Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan sinergi antar berbagai pihak, mulai dari pembuat kebijakan, akademisi, hingga pelaku industri dan masyarakat pengguna. Pemerintah dapat memainkan peran kunci dengan memperbarui regulasi yang mendukung pemanfaatan limbah industri, memberikan insentif bagi produsen bata ramah lingkungan, serta meningkatkan kampanye edukasi untuk meningkatkan pemahaman dan penerimaan publik terhadap teknologi baru ini. Sementara itu, institusi pendidikan dan penelitian perlu terus melakukan inovasi untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produk berbasis fly ash.

Adopsi teknologi ramah lingkungan di sektor konstruksi juga harus diiringi dengan penguatan kapasitas industri lokal, khususnya UKM yang selama ini menjadi tulang punggung produksi bata merah tradisional. Melalui pelatihan, akses pembiayaan, dan kemitraan strategis, pelaku usaha dapat bertransformasi dan berkontribusi pada ekonomi hijau yang berkelanjutan. Dengan demikian, penerapan bata fly ash tidak hanya membawa manfaat ekologis, tetapi juga memperkuat daya saing dan ketahanan ekonomi masyarakat.

Secara keseluruhan, langkah mengganti bata merah konvensional dengan bata berbasis fly ash adalah bagian dari upaya strategis menuju pembangunan yang lebih berwawasan lingkungan dan sosial. Material ini menjawab kebutuhan akan bahan konstruksi yang ekonomis, mudah diakses, dan berkelanjutan. Dengan dukungan kebijakan yang tepat dan partisipasi aktif seluruh elemen masyarakat, masa depan konstruksi di Indonesia dapat menjadi lebih hijau dan berkelanjutan, sekaligus mengurangi beban lingkungan yang selama ini menjadi tantangan besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansari, V., & Prianto, E. (2021). Ciptakan rumah ramah lingkungan dengan material dinding limbah fly ash dan bottom ash (Faba). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1(1).
- Apriyanti, R., & Mutia, T. (2018). Dampak industri bata merah terhadap kondisi lahan di desa Kesik Kecamatan Masbagik Kabupaten Lombok Timur. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 2(1), 37-45.
- Forest, J. G., Siswanto, B., & Rahmawati, A. (2017). Pengaruh penggantian sebagian tanah liat oleh fly ash batubara terhadap nilai thermal properties sebagai upaya memetakan material batu bata yang ramah lingkungan. *JIPTEK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik dan Kejuruan*, 10(1), 31-41.
- Manega, W. I. (2016). Pengaruh penambangan tanah liat untuk batu bata terhadap kerusakan lahan pertanian di Desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul.
- Napitupulu, R., Triyanto, R. A., & Juanda, J. (2025). Penggunaan fly ash dalam pembuatan bata beton untuk meningkatkan daya kuat tekan. *Jurnal Teknologi*, 25(1), 1-5.
- Rahmayanti, R. (2022). Pemanfaatan dan pengaruh fly ash batu bara sebagai substitusi sebagian semen terhadap nilai kuat tekan bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC) (Skripsi, Teknik Sipil).

Transformasi Teknik Industri dalam Pertanian: Dari Sistem Irigasi Konvensional ke Teknologi Digital Pintar

M. Khairul Anam

2400019081

Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor fundamental dalam perekonomian di Indonesia. Selain menyediakan kebutuhan pangan nasional, sektor ini juga menjadi sumber penghidupan utama bagi Masyarakat pedesaan. Namun, tantangan yang ada seperti perubahan iklim, keterbatasan sumber daya air, dan tuntutan efisiensi produk menuntut adanya modernisasi di bidang pertanian, khususnya dalam hal irigasi. Sistem irigasi di Indonesia masih bersifat konvensional yang biasanya menggunakan metode penggenangan secara terus-menerus yang mengandalkan tenaga manusia. Sistem ini terbukti tidak efisien karena cenderung boros air, tidak merespon perubahan iklim, serta menyebabkan distribusi air yang tidak merata. Selain itu, pengaturan air yang tidak sesuai menyebabkan terjadinya resiko pada tanaman, sehingga berdampak pada penurunan hasil panen. Seiring perkembangan teknologi, kini hadir sistem irigasi pintar berbasis digital yang menawarkan efisiensi dan aktivitas lebih tinggi dalam penggunaan air.

Pembahasan

Sistem irigasi konvensional yang umumnya dilakukan dengan cara penggenangan air ataupun di lakukan secara menetes menyebabkan pemborosan pada air dan kurang dalam menyesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Selain itu, sistem ini juga sangat bergantung pada tenaga manusia (manual) serta kurang adaptif terhadap perubahan cuaca dan musim yang tidak menentu. Transformasi sistem irigasi dari metode konvensional ke teknologi digital pintar merupakan solusi strategis yang dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan di sektor pertanian, teknologi irigasi pintar (smart irrigation) mulai di perkenalkan dalam praktik pertanian modern. Teknologi ini menggabungkan sensor kelembapan tanah, prediksi cuaca, Internet Of Things (IOT), dan kecerdasan buatan (AI) untuk mengatur perairan secara otomatis dan presisi. Penerapan irigasi pintar menawarkan solusi yang lebih efisien dengan menyalurkan air berdasarkan kebutuhan spesifik tanaman dan kondisi lingkungan. Efisiensi dan efektivitas penggunaan air dapat ditingkatkan secara signifikan. Dalam praktiknya, irigasi pintar memberikan banyak manfaat, seperti mengurangi kebutuhan penyiraman manual sehingga waktu dan tenaga petani dapat dioptimalkan. Selain itu, penghematan air hingga 30-50% berkontribusi terhadap keberlanjutan sumber daya air, terutama di musim kemarau. Kualitas hasil panen pun meningkat karena tanaman memperoleh air secara optimal. Meski demikian, implementasi irigasi pintar tidak lepas dari kendala, seperti biaya instalasi yang relatif tinggi dan keterbatasan infrastruktur di wilayah pedesaan. Oleh karena itu, diperlukan upaya kolaboratif dan investasi berkelanjutan agar teknologi ini dapat diadopsi secara luas dan

memberikan manfaat maksimal bagi pembangunan pertanian di Indonesia. Oleh karena itu, di perlukan dukungan dari pemerintah dan sektor swasta untuk menyediakan akses tenaga serta pelatihan bagi para petani agar mampu untuk mengoperasikan sistem ini secara mandiri. Simpulan

Transformasi sistem irigasi dari metode konvensional menuju teknologi digital pintar merupakan langkah yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pada bidang pertanian sendiri. Teknologi ini tidak hanya membantu para petani dalam menghemat air dan tenaga, tetapi juga mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen para petani. Meskipun masih menghadapi sejumlah tantangan, dukungan lintas sektor dapat mendorong adopsi teknologi ini secara lebih luas untuk mewujudkan pertanian yang berkelanjutan dan Tangguh dalam menghadapi perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Efendi. 2019. Manajemen Air dan Irigasi dalam peningkatan produksi pertanian. Jakarta: Balai Pustaka.
- Harahap, R.sitorus, dkk. 2025. Evaluasi Sistem Irigasi Konvensional di Indonesia. Medan: Universitas Sumatera Utara Press.
- Pohan, T.Yani, dkk. 2023. Teknologi cerdas dalam pertanian presisi: Inovasi Berbasis AI dan IoT. Bandung: CV Agrotech.
- Manalu. 2016. BAB I PENDAHULUAN (Skripsi). Manado: Politeknik Negeri Manado
- Salsabila. 2021. Efektifitas Irigasi Pintar Terhadap Efisiensi Penggunaan Air. Jurnal Teknologi Pertanian, 12(2), 98-107.

Manajemen Rantai Pasok Pestisida dan Sistem Kontrol Kualitas Berbasis Digital dalam Pertanian Cerdas

Dhea Fadillah

FAO memprediksi bahwa pada tahun 2050 jumlah penduduk dunia akan mengalami peningkatan hingga 9,6 miliar. Hal ini membuat produksi pertanian harus ditingkatkan sebesar 70% agar mampu mencukupi kebutuhan penduduk dengan jumlah sebesar itu. (Budiharto, 2019). Apabila tidak terpenuhi, maka dunia akan terancam krisis pangan. Persoalan lain yang juga penting adalah banyak petani yang masih belum mengerti pengaplikasian pestisida yang sesuai anjuran, mengakibatkan banyaknya gagal panen dikarenakan pemberian dosis pestisida yang berlebihan dan dapat menyebabkan kerusakan pada padi dan penurunan kualitas hasil panen bahkan dampaknya tidak hanya pada padinya, tetapi juga berpengaruh negatif pada kerusakan lingkungan sekitar seperti, pencemaran air, pencemaran tanah, juga mengganggu keseimbangan ekosistem pada organisme yang bermanfaat bagi padi. Menghadapi ancaman krisis pangan ini, pemerintah perlu memperkuat produksi hasil pertanian dan ketersediaan pangan lokal dengan usaha pertanian cerdas atau smart farming. Didorong oleh kemajuan teknologi digital seperti Internet of Things (IoT), Kecerdasan Buatan (AI), data besar, dan blockchain, pertanian modern tidak hanya berfokus pada peningkatan produktivitas, tetapi juga pada efisiensi, keberlanjutan, dan keamanan pangan. Dalam hal ini, manajemen rantai pasok terutama untuk input krusial seperti pestisida, serta sistem kontrol kualitas berbasis digital memegang peranan penting dalam menjaga kualitas produk pertanian dan keberlangsungan lingkungan. (Rika, 2020).

Sumber daya manusia (SDM) di kalangan petani masih tergolong rendah, hal ini berpengaruh pada lemahnya manajemen organisasi di antara mereka. Di sisi lain, teknik bercocok tanam juga sangat mempengaruhi, khususnya pada dosis penggunaan pestisida untuk padi yang masih kurang optimal untuk menangani serangan hama dan penyakit. Untuk mencegah serangan dari hama dan penyakit maka digunakanlah cara pengaplikasian pestisida yang tepat, yaitu dengan memilih pestisida yang sesuai dengan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan dosis yang tepat dalam penerapannya. (Hilda, 2022).

OPT (organisme yang menggantung tanaman) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan apa pun yang dapat menghambat dan merusak pertumbuhan padi. OPT dapat menyerap nutrisi dari padi dan mengakibatkan kerusakan serta kematian padi jika tidak segera ditangani. Organisme pengganggu padi dapat berupa hewan atau tumbuhan yang merugikan pertanian padi. OPT diklasifikasikan berdasarkan cara serangannya, yaitu hama, vektor penyakit, dan gulma. Untuk mengatasi OPT di lahan pertanian, diperlukan langkah-langkah untuk mengurangi dan bahkan menghilangkan parasit pada tanaman. Langkah tersebut meliputi penggunaan bahan organik yang ramah lingkungan, seperti metode biologis, pengendalian OPT melalui teknik budidaya, pengendalian fisik, dan penerapan pestisida untuk mengatasi hama. Penggunaan bahan kimia atau pestisida dalam

pengelolaan OPT di kebun sebaiknya menjadi pilihan terakhir, karena dianggap berbahaya dan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Ketika menggunakan pestisida, penting untuk melakukannya sesuai dengan peraturan. Jika diperlukan untuk menggunakan pestisida, kita harus melaksanakannya dengan bijaksana. Kita harus memperhatikan prinsip-prinsip manajemen risiko dan prinsip Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Selain itu, pestisida yang digunakan harus hemat biaya dan efektif. Penerapan pestisida yang tepat pada tanaman akan menghasilkan efikasi biologis yang maksimal. (Rizka, 2023).

Teknik dan metode yang benar untuk menyemprotkan pestisida pada tanaman padi adalah dengan melakukan penyemprotan pada waktu yang tepat. Pestisida yang digunakan tidak akan berfungsi secara efektif jika penyemprotan dilakukan pada waktu yang tidak tepat. Waktu yang paling baik untuk menyemprot tanaman padi adalah saat stomata (lubang pada daun) terbuka. Saat stomata terbuka, tanaman dapat dengan mudah menyerap pestisida yang masuk ke jaringan. Hal ini membuat hama atau penyakit yang menyerang tanaman mati setelah mengonsumsi bagian tanaman, meskipun mereka tidak berada di tempat saat penyemprotan berlangsung. Waktu paling ideal untuk melakukan penyemprotan adalah pagi hari sekitar pukul 09.00 dan sore hari antara pukul 15.30 hingga 17.00. Penyemprotan sebaiknya diarahkan ke bagian bawah daun, karena area ini memiliki stomata (lubang kecil pada daun). Meskipun stomata terdapat di seluruh bagian tanaman dan tersebar, jumlah terbanyak ada di bagian bawah daun. Jadi, bagian bawah daun dapat lebih efisien dalam menyerap larutan pestisida. Faktor cuaca juga berpengaruh, jadi lakukan penyemprotan saat cuaca cerah.

Pestisida dikelompokkan berdasarkan cara kerjanya dan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menjadi target. Berdasarkan cara kerjanya, ada beberapa jenis pestisida, seperti pestisida sistemik, kontak, dan lambung. Sementara itu, jenis pestisida berdasarkan OPT mencakup insektisida, fungisida, bakterisida, dan moluskisida. Agar penyemprotan lebih efektif dan tepat sasaran, gunakan pestisida yang sesuai. Dosis pemakaian pestisida juga harus diperhatikan saat menyiapkan larutan yang akan disemprotkan ke tanaman padi. Sebelum melakukan penyemprotan, sangat penting untuk membaca petunjuk pada kemasan produk tersebut. Terapkan dosis sesuai instruksi dari produsen pestisida yang digunakan. Hindari mengurangi atau menambah dari dosis yang telah ditentukan. Penggunaan dosis yang di bawah angka yang dianjurkan bisa menyebabkan hama atau penyakit yang ditargetkan tidak hanya selamat, tetapi juga dapat mengembangkan ketahanan terhadap pestisida tersebut. Di sisi lain, penggunaan dosis yang berlebihan bisa berbahaya bagi manusia, mencemari lingkungan, dan menyebabkan tanaman terpapar racun dari pestisida. Oleh karena itu, metode yang tepat adalah mengikuti dosis sesuai dengan rekomendasi yang diberikan. (Yohanes Ebo. SP, 2020).

Manajemen rantai pasok pestisida meliputi berbagai aktivitas yang dimulai dari produksi, distribusi, hingga penggunaan yang tepat. Meskipun demikian, banyak petani yang masih mengalami kesulitan dalam memperoleh pestisida berkualitas serta informasi mengenai cara penggunaannya. Oleh karena itu, menjadi semakin jelas bahwa penting untuk membangun sistem rantai pasok yang efisien dan transparan. Dengan penggunaan

teknologi digital, petani dapat memperoleh informasi tentang produk pestisida secara langsung, termasuk jenis bahan aktif serta metode aplikasinya yang benar untuk mengurangi risiko gagal panen dan dampak buruk terhadap lingkungan. (Badrun & Surya, 2020).

Salah satu contoh implementasi teknologi digital dalam manajemen rantai pasok adalah penggunaan aplikasi mobile yang memberikan informasi terbaru mengenai ketersediaan pestisida dan harga di pasar. Melalui platform ini, para petani memiliki kesempatan untuk membandingkan harga dari berbagai penyedia, sehingga mereka dapat memperoleh produk dengan harga yang paling menguntungkan. Di samping itu, aplikasi ini mampu memberikan pemberitahuan mengenai waktu yang tepat untuk penggunaan pestisida, berdasarkan analisis kondisi cuaca dan penyebaran hama. Ini membantu para petani untuk memanfaatkan pestisida dengan cara yang lebih cerdas dan efisien. (Utomo, S. H. 2019).

Untuk memastikan keamanan produk pertanian, sistem kontrol kualitas yang menggunakan teknologi digital sangat penting. Dalam situasi ini, teknologi Internet of Things (IoT) dapat dimanfaatkan untuk mengawasi keadaan penyimpanan pestisida, sehingga menjamin bahwa produk tetap berada dalam kondisi yang sesuai sebelum digunakan. Sensor yang dipasang di gudang penyimpanan dapat memberikan informasi mengenai suhu dan kelembapan, yang merupakan elemen penting dalam mempertahankan kualitas pestisida. Apabila terdapat deviasi dari parameter yang telah ditetapkan, sistem secara otomatis akan mengaktifkan alarm agar tindakan segera dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan pada produk. (Rahardjo, T. 2021). Selain itu, teknologi blockchain juga berpotensi untuk memperbaiki transparansi dan akuntabilitas dalam sistem distribusi pestisida. Dengan memanfaatkan sistem blockchain, setiap transaksi dari produsen hingga konsumen dapat dicatat dengan aman dan tidak dapat diubah. Hal ini memungkinkan untuk melacak asal-usul pestisida, sehingga konsumen dapat mengetahui dengan jelas dari mana produk itu berasal dan bagaimana cara produksinya. Keterbukaan ini sangat krusial untuk memperkuat kepercayaan konsumen terhadap produk pertanian yang mereka gunakan. (Iskandar, J. 2020). Sistem blockchain sendiri yaitu untuk menyediakan solusi inovatif untuk masalah kepercayaan, keamanan, dan efisiensi dalam pencatatan data dan eksekusi perjanjian di berbagai sektor, mulai dari rantai pasok, keuangan hingga kesehatan dan tata kelola.

Implementasi sistem kontrol kualitas digital dalam rantai pasokan pestisida tidak hanya menguntungkan petani dan konsumen tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Dengan penerapan pestisida yang sesuai dan efektif, kemungkinan terjadinya pencemaran tanah dan air dapat dikurangi. Teknologi ini dapat mendukung petani dalam menerapkan metode pertanian yang berkelanjutan, yang tidak hanya memberikan manfaat ekonomi, tetapi juga bersahabat dengan lingkungan. (Wibowo, R. 2023). Di samping itu, pendidikan dan pelatihan untuk petani juga menjadi aspek krusial dalam penerapan sistem ini. Petani perlu dibekali pengetahuan dan keterampilan untuk mengoperasikan teknologi digital serta memahami pentingnya kontrol kualitas dalam penggunaan pestisida. Program pelatihan yang melibatkan peran instansi pemerintah, swasta, dan organisasi non-

pemerintah dapat membantu petani untuk mengoptimalkan hasil pertanian mereka sambil menjaga kesehatan ekosistem. (Prayitno, B. 2022).

Manajemen rantai pasok pestisida dan sistem kontrol kualitas berbasis digital adalah elemen kunci dalam pengembangan pertanian cerdas. Kombinasi antara teknologi digital dan praktik pertanian yang baik dapat membawa perubahan positif dalam produktivitas serta keberlanjutan sektor pertanian. Dengan dukungan yang tepat, petani akan lebih mampu beradaptasi dengan tantangan global, sekaligus menjaga kualitas sumber daya alam untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badrun, A & Surya, M. 2020. Pengaruh Digitalisasi pada Manajemen Rantai Pasok Pertanian: Jurnal Pertanian Modern. Budiharto W. 2019. Digital Innovation in the Smart Farming Industry: Concept and Implementation. Palembang: Unsri Press.
- Hilda, H. 2022. Sistem Pendukung Keputusan dalam Penggunaan Pesticida untuk Tanaman Dataran Rendah. Batam: Universitas Ibnu Sina. Iskandar, J. 2020. Blockchain dalam Rantai Pasok Pertanian: Keuntungan dan Tantangan: Jurnal Teknologi Pertanian.
- Prayitno, B. 2022. Edukasi Petani dalam Adaptasi Teknologi Digital: Journal of Agricultural Education. Rahardjo, T. 2021. Implementasi Smart Agriculture dengan IoT untuk Kontrol Kualitas Pertanian: International Journal of Agricultural Technology.
- Rika, R. R. 2020. Smart Farming 4.0 untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri dan Modern. Bogor: Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.
- Rizka, W. F. 2023. Mengenal OPT pada Perkebunan dan Cara Pengendaliannya. Yogyakarta: PT Merapi Tani Instrumen. Utomo, S. H. 2019. Sistem Informasi Rantai Pasok Pertanian Berbasis Mobile: Agritech Journal. Yohanes, Ebo.SP. 2020. Sembilan Teknik Menyemprot Tanaman Padi yang Baik dan Benar. Flores: Cybex.id.
- Wibowo, R. 2023. Dampak Penggunaan Pesticida Terhadap Lingkungan: Environmental Science Journal.

Optimalisasi Sistem Produksi Berkelanjutan dalam Teknik Industri untuk Mewujudkan Industri Ramah Lingkungan

Hilda Habibah

2400019101

Latar Belakang Akademi Teknik Industri memiliki peran penting dalam membekali para lulusannya dengan keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan dunia industri yang terus berkembang. Di era digitalisasi dan otomatisasi yang semakin pesat, keahlian dalam merancang, mengelola, dan mengoptimalkan sistem produksi serta proses bisnis menjadi sangat krusial. Pendidikan di bidang teknik industri menawarkan berbagai disiplin ilmu yang membekali mahasiswa dengan kemampuan untuk mengintegrasikan teknologi, manajemen, dan pengembangan sumber daya manusia guna menciptakan sistem industri yang lebih efisien dan berkelanjutan. Dengan metode Lean Manufacturing, serta penerapan teknologi berbasis Internet of Things (IoT), sektor industri dapat bergerak menuju proses produksi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Industri saat ini menghadapi tantangan signifikan untuk meningkatkan efisiensi tanpa merugikan kelestarian lingkungan. Perubahan iklim, pelestarian sumber daya alam yang menurun, dan peningkatan limbah dari industri memerlukan perubahan besar dalam metode produksi. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan strategi menyeluruh yang tidak hanya fokus pada hasil, tetapi juga mempertimbangkan pengaruhnya terhadap lingkungan dan masyarakat. Teknik Industri merupakan disiplin yang menggabungkan unsur manusia, alat, cara, dan bahan dalam suatu sistem yang rumit, memainkan peran penting dalam penciptaan sistem produksi yang efektif dan berkelanjutan. Dengan melakukan perencanaan serta pengelolaan sistem, teknik industri mampu meningkatkan proses produksi guna mendukung green manufacturing dan circular economy. Kata Kunci: Teknik Industri, keberlanjutan, green manufacturing, circular economy, limbah industri. Pendahuluan Isu keberlanjutan telah menjadi fokus perhatian di seluruh dunia seiring dengan naiknya kerusakan lingkungan akibat aktivitas industri. Pengambilan sumber daya alam secara intensif, limbah dari industri, dan emisi gas rumah kaca menjadi persoalan serius yang perlu ditangani. Teknik Industri, sebagai bidang ilmu yang memusatkan perhatian pada perencanaan, pengendalian, dan pengoptimalan sistem produksi, memainkan peran penting dalam mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Penggabungan prinsip efisiensi dan inovasi teknologi dapat mendorong penciptaan sistem produksi yang tidak hanya efisien, tetapi juga berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan mengintegrasikan prinsip efisiensi, pengelolaan sumber daya, dan inovasi teknologi, Teknik Industri berperan dalam menciptakan sistem produksi yang tidak hanya efektif tetapi juga ramah lingkungan. Salah satu terobosan penting yang kini banyak diterapkan adalah Internet of Things (IoT), yang memungkinkan komunikasi antara mesin, sensor, dan sistem informasi secara langsung. Teknologi ini memberi industri kemampuan untuk memantau penggunaan energi, mengawasi limbah, serta mendeteksi potensi

pemborosan dalam proses produksi secara langsung. Dengan kolaborasi antara prinsip-prinsip teknik industri dan penggunaan teknologi IoT, industri saat ini memiliki kesempatan besar untuk mewujudkan proses produksi yang lebih pintar, efisien, dan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan lingkungan global. Pembahasan Salah satu pendekatan yang kini semakin dilirik dalam mewujudkan proses produksi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan adalah perpaduan antara metode Lean Manufacturing dan pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT). Lean Manufacturing merupakan suatu metode yang berfokus pada pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi, dengan tujuan utama meningkatkan efisiensi kerja tanpa mengorbankan mutu produk. Ketika konsep ini digabungkan dengan teknologi IoT, perusahaan memiliki kemampuan untuk memantau dan mengendalikan proses produksi secara langsung dan menyeluruh. Data yang dihasilkan oleh perangkat IoT memungkinkan pengaturan penggunaan energi, bahan baku, serta waktu operasional secara lebih akurat dan hemat. Selain meningkatkan produktivitas, integrasi ini juga membantu meminimalkan limbah dan konsumsi sumber daya secara signifikan, menjadikannya solusi strategis dalam menghadapi tantangan industri modern yang menuntut keberlanjutan dan efisiensi secara bersamaan dengan melakukan perencanaan serta pengelolaan sistem, teknik industri mampu meningkatkan proses produksi guna mendukung green manufacturing dan circular economy 1. Green Manufacturing dalam Sistem Produksi Green Manufacturing adalah inovasi dalam proses dan kebijakan produksi yang mengutamakan keberlanjutan lingkungan dalam operasi manufaktur. Green Manufacturing atau manufaktur hijau merupakan suatu pendekatan inovatif dalam dunia industri yang mengedepankan prinsip keberlanjutan lingkungan dalam setiap proses produksi. Konsep ini tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga menekankan pentingnya efisiensi dalam penggunaan sumber daya alam, pengurangan polusi, serta pengelolaan limbah secara bijak. Dengan kata lain, manufaktur hijau berusaha menciptakan sistem produksi yang tidak merusak lingkungan, melainkan beriringan dengan upaya pelestarian alam. Dalam praktiknya, green manufacturing mencakup berbagai upaya, mulai dari meminimalisasi emisi gas buang, mengurangi penggunaan bahan berbahaya, mendaur ulang limbah produksi, hingga merancang proses yang hemat energi dan material. Pendekatan ini tidak hanya memberikan keuntungan ekologis, tetapi juga mendatangkan efisiensi ekonomi bagi perusahaan dalam jangka panjang. Penerapan prinsip manufaktur hijau menjadi sangat relevan di tengah meningkatnya kesadaran global terhadap krisis iklim dan degradasi lingkungan. Oleh karena itu, sangat penting bagi sektor industri di Indonesia untuk mulai mengintegrasikan prinsip-prinsip ini ke dalam strategi operasional mereka. Melalui penerapan green manufacturing, perusahaan tidak hanya turut menjaga kelestarian lingkungan dan sumber daya alam, tetapi juga menciptakan daya saing industri yang berkelanjutan dan bertanggung jawab. Tujuan utama dari penerapan manufaktur hijau adalah membangun sistem industri yang ramah lingkungan tanpa mengorbankan produktivitas. Dengan memanfaatkan sumber daya secara optimal dan mengelola limbah dengan lebih efisien, industri dapat berkontribusi langsung dalam menciptakan masa depan yang lebih bersih dan berkelanjutan. 2. Circular Economy dan Rekayasa Produk Circular Economy

merupakan sebuah pendekatan dalam sistem ekonomi yang berfokus pada penggunaan sumber daya secara berkelanjutan melalui prinsip perputaran material yang tertutup. Dalam menghadapi tantangan keberlanjutan dan krisis sumber daya global, konsep circular economy hadir sebagai solusi inovatif yang menawarkan pendekatan berbeda dari sistem ekonomi linear tradisional. Circular Economy menekankan pentingnya menjaga keberlangsungan nilai produk, material, dan sumber daya dalam suatu siklus tertutup. Artinya, alih-alih membuang barang setelah digunakan, sistem ini justru mendorong proses penggunaan kembali, perbaikan, dan daur ulang agar sumber daya tetap berada dalam siklus ekonomi selama mungkin. Prinsip utama dalam Circular Economy adalah memaksimalkan pemanfaatan dan manfaat dari setiap sumber daya secara efektif dan efisien, sembari meminimalkan limbah yang dihasilkan. Pendekatan ini juga dikenal dengan istilah zero waste, yaitu upaya untuk menghindari terjadinya pembuangan material yang masih memiliki potensi nilai guna. Selain manfaat lingkungan, penerapan Circular Economy juga memberikan dampak positif secara sosial dan ekonomi, seperti terciptanya lapangan kerja baru, efisiensi biaya produksi, serta peningkatan kesadaran konsumen terhadap pentingnya keberlanjutan. Model ini bersifat adaptif dan dapat diimplementasikan pada berbagai sektor industri, termasuk industri karet remah. Dalam sektor tersebut, pendekatan Circular Economy memungkinkan optimalisasi sisa bahan baku untuk diolah kembali menjadi produk bernilai guna tinggi, sekaligus mengurangi timbulan limbah industri. Dengan demikian, Circular Economy bukan sekadar wacana ramah lingkungan, melainkan sebuah strategi pembangunan berkelanjutan yang menyelaraskan kebutuhan ekonomi, sosial, dan ekologi secara harmonis. Penutup Pemberlakuan prinsip keberlanjutan dalam sektor industri sekarang tidak lagi dianggap sebagai opsi, melainkan suatu keharusan yang mendesak. Ketika menghadapi tantangan lingkungan global seperti perubahan iklim, pemanfaatan sumber daya alam yang berlebihan, dan faktor peningkatan limbah industri, Teknik Industri berfungsi sebagai solusi strategis dengan pendekatan yang sistematis dan terukur. Dengan kemampuan dalam perencanaan, pengendalian, dan pengoptimalan proses produksi, lulusan teknik industri berperan penting dalam menciptakan masa depan industri yang lebih bertanggung jawab terhadap sosial dan lingkungan. Gagasan Green Manufacturing mendorong sektor industri untuk memanfaatkan sumber daya dengan efisien dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan melalui proses yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, Circular Economy dan metode rekayasa produk berfungsi sebagai pendorong utama untuk meminimalisir limbah serta memperpanjang siklus hidup produk dan material, menciptakan ekosistem produksi yang berkelanjutan. Keduanya menjadi elemen dasar dalam pergeseran dari sistem produksi yang linier menuju sistem yang bersifat regeneratif. Lebih lanjut, penerapan teknologi digital seperti Internet of Things (IoT) meningkatkan efektivitas strategi keberlanjutan ini dengan memungkinkan pemantauan dan pengambilan keputusan yang berbasis data secara real-time, serta meningkatkan efisiensi operasional. Sinergi antara teknologi dan prinsip teknik industri ini akan mendorong pengembangan sistem produksi yang cerdas, efisien dalam penggunaan sumber daya, dan responsif terhadap kebutuhan keberlanjutan jangka panjang. Oleh karena itu, Akademi Teknik Industri memiliki

tanggung jawab besar tidak hanya dalam menghasilkan lulusan yang memiliki keahlian teknis, tetapi juga memiliki kesadaran akan pentingnya lingkungan dan sosial. Melalui pendidikan yang mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan, generasi insinyur di masa depan diharapkan mampu memberikan perubahan positif bagi industri, masyarakat, dan lingkungan secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. H., & Nadapdap, J. P. (2021). Dinamika Sistem Ekonomi Sirkular Berbasis Masyarakat Metode Causal Loop Diagram Kota Bengkulu. *Sebatik*, 25(1), 59-67.
- A., & Handayani, N. U. (2023). PERANCANGAN LEAN MANUFACTURING DALAM PROSES PACKING TV LED 32”(STUDI KASUS: PT XYZ). *Industrial Engineering Online Journal*, 12(3). Kristianto,
- Erwinda, A., & Wicaksono, P. A. (2024). PENERAPAN CIRCULAR ECONOMY PADA PERANCANGAN MODEL BISNIS DI CV. BINTANG PRIMA PERKASA. *Industrial Engineering Online Journal*, 13(2). Krisna,
- Prestianto, B. (2022). Perancangan Green Manufacturing Pada Konveksi Arita Industry Semarang, Oox Guitarmaker Ambarawa, Idea Mebel Semarang, PT. Soegiarto Gemilang Tangguh Tegal. *JEMAP Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi, dan Perpajakan*, 5(2), 221-246.
- Putro, M. S. A., & Nursyamsiah, S. (2024). ANALISIS IMPLEMENTASI LEAN MANUFACTURING DENGAN METODE 5S PADA STARTUP MANUFAKTUR DI INDONESIA. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 8(3), 1800-1817.
- Sunarsih, L. E. (2018). *Penanggulangan Limbah*. Deepublish.

Downtime Pabrik dengan AI Cerdas

Adnan Binyang N.F

2400019095

Teknologi kecerdasan telah mengalami kemajuan dan telah membawa banyak kemajuan dalam bidang industry,terlebih dibidang manufaktur.Namun dibalik itu terdapat suatu tantangan tersendiri,yaitu downtime.Downtime atau bisa disebut sebagai keadaan suatu unit mesin yang mengalami kendala kerusakan yang mengganggu perfortma keseluruhan.Downtime sangat merugikan dalam aspek meteri ataupun waktu.Imbas dari downtime ini dapat menghambat efisiensi kinerja yang sedang berlangsung Namun zaman telah maju,dan pastinya telah muncul teknologi teknologi yang mampu mengatasi permasalahan downtime tersebut.Salah satunya ialah dengan hadirnya kecerdasan buatan.Pastinya kecerdasan buatan atau biasa disebut dengan Ai (artificial intelligence) telah membawa perubahan yang signifikan pada industri manufaktur. Dalam beberapa waktu ini teknologi kecerdasan buatan telah menjadi Solusi atau alat bantu dalam meningkatkan efisiensi baik dibidang oprasional,materi,maupun mendorong inovasi yang ada dalam proses manufaktur.Ai membuka peluang baru dalam menciptakan suatu system yang memberikan peningkatan efisiensi produktivitas dan juga inovasi di berbagai sektor.Dengan kemampuan belajarnya secara mandiri danjuga memiliki pemikiran hampir sama dengan manusia,memberikan efek mempercepat pertukaran data yang cepat. Apa itu downtime dan pengaruhnya dan penyebabnya. Seperti di atas tadi downtime merupakan suatu aktivitas penghentian suatu oprasi yang tidak dapat diperkirakan.Ada berbagai factor dan penyebab terjadinya downtime seperti kurangnya dalam perawatan,salah dalam pengoperasian,dan juga bisa kesalahan software dan hardware.ini dapat memberikan pengaruh atau dampak buruk dalam suatu proses industri dan juga memberikan dampak penurunan performa suatu mesin. Namun downtime tidak semata mata terjadi sendiri,Pasti ada penyebabnya.Ini merupakan penyebab terjadinya downtime:

- Faktor manusia Faktor yang biasa terjadi akibat pekerja yang focus dalam mengerjakan output.Biasanya pekerja lupa dalam melumasi.
- Faktor metode
- Faktor mesin
- Faktor Material

Peran Ai dalam membantu pengurangan downtime. Dibalik permasalahan yang ditimbulkan oleh downtime pastinya ada Solusi.Ai dapat mejadi Solusi dalam mengatasi pengaruh downtime.Ada sejumlah penelitian telah dilakukan,dan hasilnya menyatakan bahwa implementasi kecerdasan buatan atau Ai dalam industri manufaktur taleh memberikan dampak yang positif danjuga signifikan.Studi yang dilakukan oleh McKinsey & Company pada tahun 2020 telah membuktikan bahwa AI dapat meningkatkan produktivitas sampaidengan 20 sampai 30% melalui otomasi proses dalam rantai pasok danjuga dapat dapat memberikan jawaban yang akurat dalam mengambil suatu keputusan.Ada juga Delitte pada tahun 2021 telah membuktikan bahwa AI mepu mengurangi pengeluaran biaya hingga 15-21% dengan meminimalkan downtime dan meningkatkan efisiensi energi. Dapat disimpulkan bahwa kecerdasa buatan telah banyak

memberikan dampak yang signifikan dalam peningkatan efisiensi produksi dalam Perusahaan. Contohnya adalah penerapan system predictive maintenance yang telah mengurangi downtime mesin hingga 25%. Pengurangan downtime ini juga tidak hanya memberikan peningkatan suatu produktivitas namun dapat membantu mengurangi biaya operasional pada perbaikan yang mendadak dan pemeliharaan yang tidak terencana. Sistem yang berbasis AI ini telah meningkatkan akurasi dalam mendeteksi produk cacat hingga 95%. Sistem ini telah membantu meningkatkan kepuasan customer. Cara kerja AI dalam usaha mengurangi downtime Cara kerja AI dalam mengurangi dampak dari downtime yaitu dengan mendeteksi potensi kerusakan pada mesin. Proses yang dilakukan dengan memanfaatkan data realtime untuk mendapatkan hasil prediksi dari kerusakan suatu mesin. AI ini digunakan untuk mengenali anomali yang berpotensi menjadi cikal bakal dari gangguan pada mesin atau alat. Adajuga dengan memanfaatkan system IoT yang dimana langsung terhubung pada suatu alat. Hasilnya ialah mereka dapat mengirimkan data seperti suhu, getaran, tekanan, dan arus Listrik yang dikirim secara real time. Sistem pemanfaatan AI dan IoT ini telah diterapkan untuk memantau turbin dan motor Listrik. Metode ini terbilang sangat menguntungkan, dimana dapat mendeteksi anomali yang berpotensi mengganggu. Dan hasilnya dapat mengurangi efek downtime sebesar 45% dan sangat membantu menghemat biaya pemeliharaan. Masalah yang harus dihadapi dan cara mengatasi Dari sekian banyak kelebihan dari AI pastinya terdapat tantangan tersendiri. Tidak segalanya dapat berjalan mulus. Pasti ada saja masalah yang terjadi seperti: a) Kekurangan Tenaga Ahli Penerapannya memerlukan infrastruktur yang kuat, termasuk dalam sistem penyimpanan datanya yang besar. Itu memerlukan pemeliharaan prediktif yang membutuhkan data real time. b) Resistensi dalam perubahan ai Para pekerja terancam tergantikan posisinya, karena tugas mereka telah banyak diambil alih oleh AI c) Biaya implementasi tinggi Biaya yang dibutuhkan dalam memberikan perawatan tidaklah sedikit d) Masalah keamanan data Data sangat rentan dalam pembobolan yang makin marak terjadi Untuk Solusi yang dapat dilakukan bisa saja dengan: a) Memberikan pelatihan kepada pekerja Perusahaan harus memberikan wawasan IT juga kepada para pekerja. b) Mengelola perubahan dengan baik Para pekerja juga perlu mengelola para data data tersebut c) Membangun infrastruktur yang baik Data yang diperlukan pastinya tidak hanya sedikit jadi Perusahaan harus menyiapkan ruangan yang besar untuk menyimpan data data yang besar. Kesimpulan Kecerdasan buatan memegang peran penting dalam pengurangan downtime. Melalui kemampuan yang prediktif dengan analisis data yang real time, manfaat AI memberikan dampak efisiensi dan produktivitas operasionalnya. Namun dibalik itu harus ada penanganan atau perawatan yang rutin. Karena masih ada banyak lagi aspek yang mengancam kecerdasan buatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bams MBA. (2023). Manfaat, Tantangan, dan Dampak AI dalam Industri Manufaktur. BAMS MBA, Jakarta.
- Cloud Computing Indonesia. (2023). AI di Industri Manufaktur: Penerapan dan Manfaatnya. Cloud Computing Indonesia, Jakarta.
- Jurnal tentang Predictive Maintenance. (2023). Predictive Maintenance dengan AI: Kurangi Downtime, Tingkatkan Efisiensi. Telkom University, Surabaya.
- Muhammad Zaini, Sudarjo, dan Tri Widodo. (2018). Upaya Mengurangi Downtime Mesin Cement Mill 2 pada PT Semen Gresik (Persero) Tbk. Pabrik Tuban. Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik.
- Rizqi Aga Pratama, Yun Arifatul Fatimah, dan Tuessi Ari Purnomo. (2021). Minimasi Downtime Mesin Dryer dengan Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT Papertech Indonesia Unit II. Borobudur Engineering Review, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang.
- Roni Alfatikh dan Laila Fitriani. (2020). Pemanfaatan Metode Preventive Maintenance dalam Menurunkan Downtime pada Mesin Produksi di Industri Manufaktur. Jurnal Teknik Industri, Universitas PGRI Madiun, Madiun.

Strategi Link and Match Melalui Program Magang Industri Dalam Meningkatkan Daya Saing Bisnis Perusahaan

Arij

2400019069

Pendidikan adalah pilar utama Pembangunan bangsa dan investasi jangka panjang untuk menghasilkan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas. Sejak awal abad ke-20, John Dewey (1910 dalam Zhelezova-Mindizov, 2019) menekankan bahwa peserta didik bukan sekadar penerima pasif pengetahuan, melainkan agen aktif yang belajar di dalam ruang lingkup sosial yang lebih luas. Dewey berpendapat bahwa proses belajar tidak hanya mentransfer ilmu, tetapi juga memupuk keaktifan, kreativitas, dan kemampuan adaptasi peserta didik terhadap perubahan sosial. Benjamin Bloom dan timnya dalam Konferensi Asosiasi Psikolog Amerika tahun 1950 menyoroti bahwa evaluasi belajar di sekolah cenderung hanya menuntut hafalan, padahal pendidikan seharusnya mengembangkan seluruh potensi peserta didik yang kognitif, afektif, hingga psikomotorik (Bloom, 1956). Taksonomi Bloom (1956) dan revisinya oleh Anderson & Krathwohl (2001) telah menjadi kerangka penting dalam merancang pembelajaran yang bertingkat — dari mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, hingga mencipta. Kerangka ini hingga kini tetap relevan karena dapat menjembatani materi ajar dengan kebutuhan keterampilan nyata, termasuk di dunia kerja. Di sisi lain, realita global menunjukkan bahwa peran pendidikan menjadi semakin strategis di era Revolusi Industri 4.0. Kemajuan teknologi yang pesat telah mengubah berbagai aspek kehidupan, termasuk pola kerja di organisasi, bisnis, dan industri. Pekerjaan manual kini banyak yang diotomatisasi melalui mesin, big data, IoT, hingga kecerdasan buatan. SDM yang tidak memiliki keterampilan digital akan tertinggal, sehingga penting bagi tenaga kerja untuk selalu memutakhirkan kemampuan teknologi dan keterampilan kerja baru (Apriliana & Nawangsari, 2021). Damingun (2017) menekankan bahwa optimalnya kinerja karyawan sangat bergantung pada kompetensi, baik hard skill, soft skill, maupun mental skill, sebagai penopang daya saing individu dan organisasi di era kompetisi global. Namun demikian, tantangan serius masih dihadapi Indonesia terkait relevansi pendidikan dengan kebutuhan pasar kerja. Berdasarkan data Biro Pusat Statistik (BPS, 2019), tingkat pengangguran terbuka lulusan diploma dan universitas tetap tinggi di kisaran 6–7%, lebih tinggi dibandingkan lulusan SD (2,7%) dan SMP (5%). Data BPS sejak 1986 hingga Agustus 2021 juga menunjukkan tren pengangguran lulusan universitas terus meningkat. Lembaga pemeringkat Quacquarelli Symonds (QS) bahkan menyebutkan pada 2019 bahwa tidak ada korelasi langsung antara peringkat universitas dengan kemampuan lulusannya memperoleh pekerjaan. Artinya, reputasi akademik perguruan tinggi tidak selalu linier dengan tingkat employability lulusan (QS, 2019). Selain itu, Bartunek (2014) mengungkapkan adanya kesenjangan cara berpikir akademisi dan praktisi: sekitar 87% publikasi akademik bersifat normatif nonempiris sehingga sulit diterapkan di lapangan.

Dalam memformulasikan pertanyaan penelitian pun, akademisi mengawali dengan ulasan literatur mendalam, sedangkan praktisi umumnya langsung fokus pada implementasi (Nielsen, 2010; Shapiro et al., 2007 dalam Bartunek, 2014). Hal ini memperkuat fakta bahwa kurikulum yang tidak adaptif akan menghasilkan lulusan yang sulit bersaing di pasar kerja. Mutu pendidikan juga masih menjadi persoalan krusial. Menurut Supriadi (2016), kualitas pendidikan di Indonesia sering tertinggal jika dibandingkan dengan luar negeri, mulai dari fasilitas laboratorium, perpustakaan, hingga teknologi pembelajaran. Yustati & Auditya (2019) juga menekankan bahwa kurikulum sering tidak terhubung dengan perkembangan industri terkini, sehingga lulusan tidak memiliki keahlian praktis yang dibutuhkan. Kelemahan ini berpengaruh pada kualitas SDM Indonesia di era globalisasi yang serba dinamis dan berorientasi pada kondisi VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity). Sebagai jawaban atas tantangan tersebut, pemerintah Indonesia mendorong berbagai transformasi, salah satunya melalui kebijakan revitalisasi pendidikan vokasi dengan pendekatan Link and Match. Konsep ini menekankan sinergi antara lembaga pendidikan vokasi dengan Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI). Sinergi ini mencakup perencanaan kurikulum berbasis kebutuhan industri, program magang atau praktik kerja lapangan (PKL), pelibatan praktisi industri dalam pembelajaran, serta sertifikasi kompetensi kerja sebagai penjamin kesiapan lulusan (Kemdikbudristek, 2022). Strategi magang menjadi salah satu kunci Link and Match karena peserta didik dapat terjun langsung di lingkungan kerja nyata, mempraktikkan keterampilan sesuai kebutuhan industri, dan membangun soft skills seperti komunikasi dan problem solving (Irawan & Handayani, 2021; World Bank, 2020). Meski demikian, pelaksanaan Link and Match masih menemui tantangan di banyak institusi, seperti minimnya kolaborasi konkret dengan industri, keterbatasan tenaga pengajar yang berpengalaman industri, dan belum optimalnya sistem evaluasi kompetensi (OECD, 2019). Dengan demikian, tantangan kesenjangan antara dunia pendidikan dan kebutuhan IDUKA menuntut langkah-langkah pembaruan yang menyeluruh, mulai dari pembenahan kurikulum, peningkatan fasilitas, pelatihan tenaga pendidik, hingga penerapan program magang terstruktur. Penerapan kerangka pembelajaran Taksonomi Bloom dapat membantu pendidik mendesain pembelajaran berbasis kompetensi yang relevan, bertahap, dan kontekstual. Diharapkan, pendidikan di Indonesia tidak hanya menghasilkan lulusan dengan ijazah, tetapi juga SDM yang memiliki pengetahuan praktis, soft skills yang kuat, literasi digital, serta kesiapan berkompetisi secara global untuk mendukung pembangunan bangsa. Berdasarkan data Biro Pusat Statistik (BPS, 2019), tingkat pengangguran terbuka pada lulusan diploma dan universitas masih tergolong tinggi, yaitu berada di kisaran 6–7%. Tingginya angka pengangguran ini disebabkan oleh masih banyaknya lulusan yang tidak memiliki pengalaman kerja, serta kecenderungan sebagian mahasiswa hanya mengikuti alur perkuliahan sekadar untuk lulus tanpa memiliki kreativitas dan inovasi yang memadai. Oleh karena itu, program studi perlu menyelaraskan kurikulum dengan kebutuhan kompetensi di sektor industri, baik di bidang manufaktur, logistik, maupun jasa. Menurut Sukardi (2016), konsep Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) menekankan bahwa pengembangan kurikulum harus didasarkan pada kebutuhan dunia kerja agar lulusan siap

pakai. Hal ini sejalan dengan teori Experiential Learning yang dikemukakan oleh Kolb (1984), yang menjelaskan bahwa pembelajaran akan lebih efektif apabila mahasiswa mengalami langsung situasi nyata di lapangan (concrete experience), kemudian merefleksikannya untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan. Hermawan dan Raharjo (2020) menambahkan bahwa salah satu strategi nyata yang dapat dilakukan untuk mewujudkan link and match adalah dengan memasukkan on the job training (OJT) atau magang industri sebagai syarat kelulusan. Melalui OJT, mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan teknis dan soft skills yang lebih siap menghadapi tantangan dunia kerja. Dalam rangka mendukung strategi link and match di dunia perkuliahan Teknik Industri, fakultas atau program studi perlu menjalin kerjasama formal dengan mitra industri melalui penandatanganan Memorandum of Understanding (MoU). Bentuk kerjasama ini dapat melibatkan perusahaan manufaktur, perusahaan konsultan, atau vendor teknologi sesuai bidang keahlian mahasiswa. Melalui MoU tersebut, industri berperan sebagai mitra dalam menyediakan kuota magang, penugasan proyek riil, hingga mendatangkan praktisi industri sebagai dosen tamu atau pembimbing lapangan. Model kolaborasi seperti ini terbukti dapat memperkuat keselarasan kurikulum dengan kebutuhan industri, meningkatkan keterampilan mahasiswa, serta membuka peluang penyerapan lulusan secara lebih optimal (Hermawan & Raharjo, 2020; Susilowati & Pratiwi, 2021). Pelaksanaan magang industri pada mahasiswa Teknik Industri sebaiknya dirancang bukan hanya sebagai kegiatan observasi, tetapi juga melibatkan mahasiswa dalam proyek nyata di perusahaan, seperti perencanaan produksi, pengendalian kualitas, optimasi proses, hingga perancangan layout pabrik. Keterlibatan aktif ini mendukung pembelajaran berbasis pengalaman atau Experiential Learning (Kolb, 1984), di mana mahasiswa memperoleh concrete experience yang mendorong refleksi dan penguatan keterampilan praktis. Agar tujuan pembelajaran tercapai, pelaksanaan magang harus disertai monitoring dan evaluasi yang terstruktur melalui pendampingan dosen pembimbing yang berkoordinasi dengan supervisor industri, serta penyusunan laporan praktik kerja lapangan (PKL) dan seminar hasil (Widarto, 2019). Lebih jauh, hasil evaluasi magang dapat menjadi umpan balik penting bagi program studi untuk meningkatkan kurikulum. Temuan di lapangan terkait kebutuhan kompetensi atau perkembangan teknologi industri dapat dijadikan dasar revisi kurikulum dan penambahan mata kuliah penunjang, sehingga prinsip link and match terwujud sebagai siklus perbaikan berkelanjutan sesuai dengan pendekatan Curriculum Evaluation Model (Stufflebeam, 2000; Hermawan & Raharjo, 2020). Program magang industri terbukti memberikan manfaat ganda, baik bagi pengembangan sumber daya manusia (SDM) maupun bagi perusahaan sebagai institusi penyedia tempat magang. Dari sisi mahasiswa, keterlibatan dalam lingkungan kerja nyata mempercepat proses internalisasi nilai-nilai profesionalisme, etos kerja, serta penguasaan teknologi terkini. Hal ini didukung oleh temuan World Bank (2020), yang menyebut bahwa peserta magang cenderung memiliki employability skills yang lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa non-magang, termasuk dalam hal komunikasi, kolaborasi, pemecahan masalah, dan penggunaan alat digital. Sementara itu, dari sudut pandang perusahaan, program magang berperan sebagai talent pipeline atau sumber rekrutmen awal yang efisien. Menurut studi yang dilakukan oleh Permana dan

Rahayu (2022), sekitar 43% perusahaan di sektor manufaktur dan jasa menyatakan bahwa mereka cenderung merekrut mahasiswa magang yang telah menunjukkan kinerja baik selama program berlangsung. Perusahaan juga diuntungkan karena mendapatkan tenaga kerja sementara yang mampu membantu operasional tanpa beban biaya perekrutan tinggi. Di samping itu, keterlibatan dalam program magang dapat meningkatkan reputasi perusahaan sebagai organisasi yang peduli terhadap pengembangan SDM nasional. Penelitian oleh Wibowo dan Wibisono (2021) juga menunjukkan bahwa magang industri yang dirancang secara kolaboratif antara kampus dan industri mampu mempercepat proses adaptasi lulusan saat memasuki dunia kerja. Hal ini memperkecil skill mismatch dan mengurangi waktu pelatihan yang diperlukan oleh perusahaan saat merekrut karyawan baru. Dalam jangka panjang, implementasi magang yang efektif tidak hanya meningkatkan kualitas SDM, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan daya saing perusahaan di pasar global. Strategi link and match melalui program magang industri merupakan pendekatan solutif yang menjembatani kesenjangan antara dunia pendidikan dan kebutuhan industri. Dengan melibatkan mahasiswa dalam pengalaman kerja nyata, program ini mendorong pengembangan kompetensi secara holistik, baik dari aspek pengetahuan, keterampilan teknis (hard skills), maupun kemampuan interpersonal dan adaptasi (soft skills). Penerapan teori Experiential Learning (Kolb, 1984) dalam magang membuktikan bahwa pembelajaran berbasis pengalaman dapat meningkatkan kesiapan lulusan dalam menghadapi tantangan dunia kerja yang dinamis, terutama di era Revolusi Industri 4.0. Dari perspektif dunia usaha, magang memberikan manfaat strategis berupa ketersediaan talent pool yang telah memahami budaya kerja perusahaan, sehingga dapat mempercepat proses rekrutmen dan mengurangi biaya pelatihan awal. Perusahaan juga memperoleh nilai tambah melalui kontribusi langsung mahasiswa magang dalam proyek proyek nyata, yang secara tidak langsung dapat meningkatkan efisiensi operasional dan inovasi. Dengan demikian, program magang industri bukan hanya menjadi alat pendidikan vokasi yang efektif, tetapi juga berkontribusi langsung dalam membentuk SDM unggul dan meningkatkan daya saing perusahaan. Agar tujuan ini tercapai secara optimal, dibutuhkan kolaborasi erat antara perguruan tinggi dan industri melalui perencanaan kurikulum adaptif, penyediaan fasilitas pendukung, pelatihan dosen pembimbing industri, dan sistem evaluasi kompetensi yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Apriliana, S. D., & Nawangsari, E. R. (2021). Pengembangan Kompetensi SDM di Era Digitalisasi. *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, 22(1), 1–9.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia Agustus 2019*. Jakarta: BPS.
- Bartunek, J. M. (2014). Academics and Practitioners Are Alike and Unlike: The Paradoxes of Academic–Practitioner Relationships. *Journal of Management*, 40(5), 1181–1201.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. New York: Longmans, Green.
- BPS. (2019). *Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Indonesia 2019*. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Damingun, A. (2017). Tantangan Manajemen Sumber Daya Manusia di Era Digital. *Jurnal Ilmu Sosial, Manajemen, Akuntansi dan Bisnis*, 2(1), 54–59. • Darman, S. (2017). Pendidikan dan Tantangan Ketenagakerjaan di Era Global. *Jurnal Pendidikan*, 18(2), 45–52.
- Dewey, J. (1910). *How We Think*. Boston: D.C. Heath & Co. (Dalam Zhelezova-Mindizov, 2019).
- Dirgontoro, H. (2016). Strategi Peningkatan Mutu Pendidikan Nasional. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 5(1), 12–21.
- Hermawan, R., & Raharjo, T. (2020). Implementasi Program Magang Mahasiswa Sebagai Upaya Link and Match Dunia Pendidikan dengan Dunia Industri. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 27(1), 48–55.
- Irawan, R., & Handayani, S. R. (2021). Analisis Kebijakan Link and Match pada Pendidikan Vokasi di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(2), 157–167.

Adaptasi Perusahaan dan Kelincahan Berbisnis Di Era Digitalisasi

Ayyub Prabowo

2400019086

Digitalisasi bisnis telah menjadi keharusan bagi organisasi maupun perusahaan di seluruh dunia sebagai proses transformasi dengan adanya revolusi digital. Perubahan tidak terjadi pada interaksi dengan teknologi saja, melainkan merambah ke perancangan, pengembangan, dan manajemen bisnis secara menyeluruh. Kemajuan teknologi digital tidak hanya mengubah cara kerja, tetapi juga memengaruhi tuntutan pasar dan perilaku konsumen. Sebagai hasilnya, organisasi harus mengadopsi pendekatan yang inovatif dalam mengembangkan dan merencanakan bisnis mereka agar tetap relevan dan kompetitif di pasar yang semakin global dan dinamis. Era digital saat ini membawa banyak peluang baru seiring dengan tantangan yang signifikan bagi pelaku bisnis. Inovasi bisnis mencakup pengenalan konsep baru, produk, layanan, atau proses yang meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan nilai yang diberikan kepada konsumen. Inovasi tersebut dapat bermanifestasi dalam berbagai bentuk, termasuk inovasi produk, inovasi proses, inovasi model bisnis, atau inovasi pemasaran. Inovasi merupakan elemen penting dalam menumbuhkan keunggulan kompetitif dan mendorong pertumbuhan ekonomi (Baihaqi & Huda, 2023). Dalam kerangka perdagangan kontemporer, inovasi melampaui pengembangan produk belaka dan melibatkan organisasi strategis sumber daya dan cara perusahaan terlibat dengan pelanggan mereka. Strategi bisnis merupakan kerangka kerja jangka panjang yang komprehensif yang dirancang untuk memenuhi aspirasi dan tujuan organisasi. Strategi ini mencakup penentuan mengenai metode di mana perusahaan akan memosisikan dirinya secara kompetitif di pasar., sumber daya yang akan dialokasikan, dan cara perusahaan akan beradaptasi dengan perubahan lingkungan bisnis. (Ramadhani et al., 2024) mengidentifikasi tiga jenis strategi kompetitif: diferensiasi, biaya rendah, dan fokus. Setiap strategi memiliki pendekatan unik untuk mencapai keunggulan kompetitif. Strategi bisnis tidak hanya berfokus pada bagaimana perusahaan akan mencapai keuntungan finansial, tetapi juga bagaimana mereka akan memosisikan diri mereka di pasar, bagaimana mereka akan memanfaatkan keunggulan kompetitif mereka. (Arnold et al., 2022) Inovasi strategi bisnis adalah pendekatan yang digunakan perusahaan untuk menciptakan nilai baru dan mempertahankan keunggulan kompetitif dalam pasar yang terus berubah. Di era digital, inovasi ini semakin penting, karena teknologi memungkinkan perusahaan untuk mengakses data dan informasi yang lebih luas untuk mendukung keputusan strategis. di dalam dunia bisnis juga ada yang namanya bersaing dengan pasar lain atau Perusahaan lain, saling mengeluarkan barang terbarunya saling mengeluarkan barang terpraktisnya, barang terekonomisnya, semua itu bertujuan agar menarik hati para konsumen, hingga yang seharusnya barang yang bagus harus dikorbankan kualitasnya agar murah dipasaran, hal ini yang menjadi masalah utama, metode seperti itu tidak ampuh

untuk jangka Panjang hanya sekedar bertahan 1 hingga 2 bulanan saja lama kelamaan konsumen akan menyadari bahwa barang yang sudah turun kualitasnya dan turun harganya akan lebih memilih abrang yang lebih berkualitas dan lebih terpercaya, dalam kasus seperti ini jika Perusahaan lain cemburu dengan produk kita dan mereka memilih menurunkan kualitas dan harga agar lebih ekonomis, sikap kita seharusnya jangan langsung ikut terpancing oleh produk mereka yang sangat ekonomis. Katakana saja sebagai contohh kita memiliki produk makanan A ddan itu laku keras di pasaran hingga ada Perusahaan lain meniru dan bahkan menurunkan kualitas makanan itu dengan harga yang lebuh murah, lakukan hal ini untuk menyaingi pasar tersebut, hanya perlu membuat produk makannan yang baru dengan merek yang baru katakana saja makanan B, kita sesuaikan dengan pesaing kit akita membuat makanan itu lebuh murah dengan makanan pesaing, maka konsumen akan lebih tertarik pada produk kita mengapa demikian? Karena kita menurunkan makanan yang terpercaya dari produk awal kita, dengan begitu konnsumen akan memilih dengan 2 pilihan entry-lever dan mid-range, jadi kita menguasai kedua lever antara lever makanan ekonomis dan lever makanan atas. Tantangan yang mungkin dihadapi bisnis ketika mencoba untuk menjadi fleksibel meliputi struktur hierarki yang saling bertentangan, penolakan terhadap perubahan, dan kurangnya kemampuan beradaptasi. Kompetensi inti yang dibutuhkan untuk kelincahan bisnis, seperti pembelajaran cepat, penyampaian bertahap, dan pengembangan alur, dapat membantu mengatasi tantangan ini. Membina lingkungan yang menghargai kelincahan, kepemimpinan, tata kelola, orang, budaya, dan strategi juga dapat membantu organisasi menavigasi dan mengatasi tantangan ini secara efektif. Memulai bisnis di satu tempat berarti berfokus pada satu titik awal atau area tertentu dalam organisasi untuk memulai perubahan atau perbaikan. Dengan memusatkan upaya dan sumber daya di satu tempat, perusahaan dapat mengoptimalkan prosesnya, membangun fondasi untuk pertumbuhan berkelanjutan, dan secara bertahap memperluas praktik tangkasnya di seluruh organisasi. Dalam lanskap dunia bisnis yang terus berkembang, kemampuan beradaptasi adalah kuncinya. Perusahaan yang memanfaatkan ketangkasan strategis dapat dengan cepat menanggapi tantangan dan peluang yang muncul, yang mengarah pada pertumbuhan dan keberhasilan yang berkelanjutan. Dengan mengeksplorasi berbagai aspek fleksibilitas strategi, artikel ini menyelidiki metode yang dapat digunakan bisnis untuk menumbuhkan kemampuan beradaptasi dan mencapai hasil yang luar biasa. ada intinya, kelincahan strategis adalah kemampuan untuk cepat beradaptasi setelah perkembangan yang tak terduga. Bisnis yang berkembang pesat selama masa pergolakan, seperti krisis kesehatan global, sering kali melakukannya dengan cepat menyesuaikan strategi mereka. Mereka proaktif, tangguh, dan, akibatnya, melangkah lebih maju dari para pesaingnya. Perusahaan yang tangkas selalu siap untuk memperkenalkan layanan dan ide baru, yang membedakan diri mereka di pasar. Pilar-pilar ketangkasan strategi meliputi peramalan, kewaspadaan, reaksi cepat, dan adaptasi berkelanjutan. Kompetensi kompetensi ini memungkinkan organisasi untuk tidak hanya bertahan tetapi juga berkembang dan berkembang di tengah fluktuasi pasar. (Vizologi,2023) Di era digitalisasi banyak cara atau metode metode yang di gunakan oleh para pengusaha untuk mempercepat bisnis mereka ataupun merancang strategi untuk menjalankan agar bisnis

mereka cepat beroprasi dan baliknya modal itu cepat di dapatkan salah satunya dengan metode Agile Manufacturing, Kunci Kelincahan dalam Industri Manufaktur Agile manufacturing menandai evolusi strategi produsen menuju fleksibilitas dan daya respons yang tinggi. Prinsip-prinsip pokok yang terlibat meliputi kecepatan merespons, kemampuan kolaborasi, dan penekanan pada inovasi berkelanjutan. Penerapan model ini dilakukan oleh organisasi yang sudah siap dengan infrastruktur yang memungkinkan adaptasi cepat terhadap kebutuhan pasar dan perilaku konsumen. Konsep ini menyorot pada efisiensi dan adaptasi produk untuk merespons perubahan eksternal dan permintaan pasar. Ia terkait erat dengan filosofi manufaktur yang ringan dan bertujuan untuk mempercepat siklus pengembangan produk serta peningkatan kualitas. Agar berhasil, sistem tersebut memerlukan jaringan teknologi informasi yang mendukung pertukaran data di antara berbagai aspek produksi, desain, dan pemasaran. Agile manufacturing didefinisikan oleh beberapa prinsip mendasar untuk suksesnya. Antara lain, menggarap manajemen kompetensi inti, membentuk perusahaan yang virtual, fleksibilitas dalam restrukturisasi, dan penekanan pada pengetahuan sebagai penggerak utama. Hal ini membedakan pendekatan ini dari strategi manufaktur sebelumnya, memberikan kesempatan untuk meningkatkan responsivitas dan inovasi. (Ananda24 Maret 2024)

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, Dewi Ratna Sari, Wijaya Indah Sukmawati, & Sugiyanti Dewi Fitri. (2022). Dampak E- Commerce Terhadap Perilaku Konsumen Dan Strategi Bisnis. Manajemen Pemasaran Internasional, 1 no 2(2), 57–58.
- Baihaqi, A., & Huda, M. (2023). Pengaruh Transformasi Digital Dan Inovasi Produk Terhadap Keunggulan Bersaing Dan Kinerja Umkm Di Kabupaten Pasuruan. Triwikrama: Jurnal Ilmu Sosial, 1(7), 120–130. <https://ejournal.warunayama.org/index.php/triwikrama/article/view/294>
- NaylaSyahraniAmelia,2024 StrajegiAdaptasidalamMenghadapiPerubahanEkonomiTerbaru
Ramadhani, S. N., Lestari, M. D., Sianturi, A. A., Andarini, S., & Kusumasari, I. R. (2024). Strategi Inovatif Dalam Menghadapi Daya Saing Bisnis Di Era Digital. Economics And Business Management Journal (EBMJ), 3(01), 434–437.
- Vizologi, 18 Januari 2024, Praktik Kelincahan Bisnis Teratas yang Perlu Anda Coba Naira Ananda, Agile Manufacturing: Kunci Kelincahan dalam Industri Manufaktur Reza Anjaska, JURNAL MEDIA AKADEMIK (JMA) Vol.2, No.12 Desember 2024, INOVASI STRATEGI BISNIS SEBAGAI TAHAPAN ADAPTASI TERHADAP TRANSFORMASI DIGITAL Maharani Wulandari, Jurnal Ekonomi STIEP(JES), Vol. 9(1) (2024)Journal homepage: <https://jurnal.stiepontianak.ac.id/index.php/jes>

Kolaborasi Desain Komunikasi Visual dalam Penerapan Produksi Berbasis AI sebagai Transformasi Industri Masa Depan

Dimas Sibik Maulana

2400019098

Pendahuluan Dalam beberapa dekade terakhir, dunia telah mengalami percepatan luar biasa dalam perkembangan teknologi digital. Salah satu perubahan paling signifikan terjadi pada ranah industri yang kini bergerak menuju otomasi, kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), dan integrasi kreatif lintas disiplin. Di tengah-tengah perubahan besar ini, Desain Komunikasi Visual (DKV) muncul sebagai bidang yang memainkan peran strategis. Jika dahulu desain hanya dianggap sebagai pelengkap estetika, kini desain menjadi jantung dari komunikasi, pemasaran, dan bahkan pengambilan keputusan berbasis data. Sementara itu, AI telah mentransformasi wajah industri global: dari manufaktur, layanan konsumen, hingga analisis pasar. Tetapi AI bukan hanya tentang robot atau otomatisasi — ia telah masuk ke dunia kreatif, membantu, dan kadang menantang cara tradisional dalam menciptakan desain. Maka dari itu, perpaduan antara DKV dan AI bukan hanya inovasi sementara, melainkan fondasi penting dalam membentuk wajah industri masa depan yang lebih adaptif, cepat, dan relevan secara sosial serta emosional.

Desain Komunikasi Visual di Era Digital: Peran dan Tantangan Desain Komunikasi Visual adalah proses kreatif yang bertujuan untuk menyampaikan pesan melalui elemen visual secara efektif. DKV melibatkan pemahaman mendalam terhadap estetika, psikologi warna, komposisi visual, serta audiens yang dituju. Dalam industri modern, peran DKV sangat luas, mulai dari branding, desain produk, periklanan digital, hingga user interface dalam aplikasi dan web. Namun di tengah masifnya digitalisasi, desainer menghadapi tantangan baru:

- Ledakan konten: Informasi visual sangat melimpah, sehingga daya saing antar konten sangat tinggi.
- Perubahan preferensi konsumen yang cepat: Tren desain berubah sangat dinamis.
- Kebutuhan akan efisiensi produksi konten: Perusahaan tidak bisa lagi menunggu proses desain manual yang memakan waktu lama. Di sinilah peran AI masuk — bukan untuk menggantikan desainer, tapi untuk menjadi mitra strategis dalam mengolah data, mengotomatisasi proses teknis, dan membantu desainer mengambil keputusan yang lebih cepat dan tepat.

AI dalam Dunia Produksi: Mesin yang Belajar dari Manusia Artificial Intelligence adalah teknologi yang memungkinkan mesin untuk melakukan tugas tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia, seperti mengenali pola, membuat keputusan, dan belajar dari pengalaman. Dalam dunia industri, AI digunakan untuk:

- Otomatisasi proses produksi: Robot cerdas dalam manufaktur.
- Prediksi permintaan dan tren pasar: Melalui analisis big data.
- Pembuatan konten otomatis: Mulai dari teks, suara, gambar, bahkan video. Dalam bidang desain, AI dapat digunakan untuk:
- Menghasilkan desain secara otomatis (generative design).
- Mengadaptasi desain untuk berbagai platform (auto-formatting).
- Melakukan analisis

desain berdasarkan respons pengguna (eye-tracking, heatmap). • Menggabungkan data dengan visualisasi yang menarik (data visualization tools). Kombinasi antara AI dan DKV memungkinkan industri untuk menciptakan produksi yang lebih efisien, responsif terhadap pasar, dan personal bagi konsumen. Kolaborasi DKV dan AI: Kunci Transformasi Industri

Kolaborasi antara Desain Komunikasi Visual dan AI bukan hanya soal teknis, tapi lebih dari itu: sebuah revolusi paradigma. Dulu, desainer menciptakan berdasarkan intuisi dan pengalaman. Kini, mereka dapat menggabungkan intuisi kreatif dengan insight berbasis data real-time. Contoh Kolaborasi dalam Dunia Nyata: 1. Periklanan Digital Adaptif Desain iklan yang berubah-ubah sesuai dengan profil audiens secara otomatis. Misalnya, AI menganalisis preferensi pengguna Facebook dan menampilkan versi iklan yang paling sesuai dari segi warna, tata letak, hingga call-to-action. 2. Desain Kemasan yang Dinamis Dalam industri FMCG (Fast-Moving Consumer Goods), perusahaan seperti Coca-Cola telah bereksperimen dengan AI untuk menciptakan desain label yang unik dan tidak berulang dalam jutaan produk. 3. Desain UI/UX berbasis AI Aplikasi desain seperti Figma kini terintegrasi dengan plugin AI untuk membantu proses wireframing dan pemilihan warna yang optimal berdasarkan jenis konten dan platform. 4. AI dalam Branding AI bisa menghasilkan identitas visual (logo, palet warna, tipografi) berdasarkan nilai brand dan target pasar. Meski hasilnya tetap perlu penyempurnaan oleh manusia, proses awal bisa dipercepat hingga 70%. Manfaat Kolaborasi Ini: • Efisiensi waktu dan biaya produksi. • Kemampuan adaptasi desain secara real-time. • Konsistensi visual dalam skala besar. • Analisis kinerja desain secara otomatis. • Personalisasi konten secara masif. Tantangan dan Etika dalam Integrasi AI dan DKV Meski banyak manfaat, integrasi DKV dan AI juga membawa sejumlah tantangan: • Kekhawatiran akan kehilangan pekerjaan di kalangan desainer tradisional. • Isu orisinalitas karya: Apakah desain yang dibuat AI bisa disebut sebagai karya seni? • Bias algoritma: AI belajar dari data — jika datanya bias, hasil desain pun bisa bias. • Ketergantungan teknologi: Kreativitas bisa jadi tumpul jika terlalu mengandalkan AI. Karenanya, penting untuk menekankan bahwa AI adalah alat bantu, bukan pengganti. Kreativitas manusia tetaplah pusat dari proses desain yang bermakna.

Masa Depan Industri: Imajinasi yang Didukung oleh Algoritma Dalam beberapa tahun ke depan, industri akan semakin menuntut pendekatan yang interdisipliner dan kolaboratif. Tidak cukup hanya menjadi desainer yang mahir secara visual, tetapi juga harus memiliki literasi digital dan pemahaman terhadap teknologi seperti AI. Lulusan DKV masa depan harus dibekali dengan kemampuan analisis data, pemrograman dasar, serta pemahaman tentang perilaku pengguna dalam konteks digital. Sebaliknya, developer AI juga harus mulai memahami nilai-nilai estetika dan etika dalam desain agar hasil kolaborasi benar-benar manusiawi dan relevan. Kesimpulan Kolaborasi antara Desain Komunikasi Visual dan Artificial Intelligence bukan sekadar tren sesaat, tetapi merupakan strategi jangka panjang dalam menyongsong transformasi industri masa depan. Dunia yang bergerak cepat membutuhkan solusi visual yang adaptif, efisien, dan tetap menyentuh sisi emosional manusia. Dalam ekosistem ini, AI berperan sebagai akselerator, sedangkan manusia — dengan segala empati dan imajinasi — tetap sebagai pengarah utama. Transformasi industri bukan lagi hanya soal mesin, tetapi soal bagaimana teknologi dan kreativitas manusia

berjalan berdampingan untuk menciptakan masa depan yang lebih baik, inklusif, dan berkelanjutan. Dengan memadukan imajinasi dan algoritma, kita bukan hanya menciptakan produk — kita menciptakan perubahan.

DAFTAR PUSTAKA

- McCormack, J., Gifford, T., & Hutchings, P. (2019). Autonomy, Authenticity, Authorship and Intention in Computer Generated Art. In *The Philosophy of Computer Art* (pp. 67-88).
- O'Neill, M. (2023). How AI is Changing Visual Design: From Tool to Co-Creator. Adobe Blog.
- Peltier, D. (2021). Can Machines Be Creative? The Role of AI in Design. MIT Technology Review.
- Springer. Nugroho, A., & Supriyanto, D. (2022). Desain Komunikasi Visual dalam Era Digital: Adaptasi dan Inovasi di Era Industri 4.0. *Jurnal Desain Komunikasi Visual*, 10(2), 45–56.
- Suhendra, R. (2020). Kecerdasan Buatan dalam Industri Kreatif: Peluang dan Ancaman. *Jurnal Teknologi dan Inovasi*, 8(1), 22–30.
- Wilson, H. J., & Daugherty, P. R. (2018). Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces. *Harvard Business Review*.

Penerapan *Big Data Analytics* Dalam Pengambilan Keputusan Bisnis

Laode Rivaldi

2400019083

Pendahuluan

Dinamika dunia bisnis di abad ke-21 telah mengalami perubahan mendasar, dipengaruhi oleh kemajuan teknologi digital dan meningkatnya jumlah data yang sangat besar. Fenomena ini dikenal sebagai Big Data, yang merujuk pada kumpulan data yang sangat besar, kompleks, dan bergerak cepat hingga sulit dianalisis dengan metode dan perangkat lunak tradisional. Pertumbuhan volume data secara eksponensial, yang berasal dari berbagai sumber seperti transaksi digital, interaksi di media sosial, sensor IoT (Internet of Things), catatan pelanggan, hingga data internal perusahaan, telah menciptakan tantangan sekaligus peluang besar bagi berbagai organisasi di berbagai sektor. Dalam konteks ini, Big Data Analytics (BDA) muncul sebagai bidang ilmu dan teknologi penting, yang memungkinkan perusahaan untuk mengekstrak nilai dan wawasan strategis dari lautan data mentah tersebut. Menurut Sunata (2025), BDA telah menjadi dasar utama dalam transformasi digital di berbagai industri, memberikan kemampuan untuk menganalisis data dalam skala besar guna memperoleh wawasan yang mendalam, yang tidak bisa dicapai dengan pendekatan konvensional. Kemampuan ini semakin penting dalam kondisi persaingan pasar yang semakin ketat, tuntutan konsumen yang terus berkembang, serta kebutuhan akan efisiensi operasional yang mendesak. Revolusi Industri 4.0, seperti yang disebutkan oleh Fatha et al. (2023), telah menempatkan Big Data di posisi utama dalam bidang intelijen bisnis (BI) dan Sistem Pendukung Keputusan (SPK). Big Data tidak hanya memperkaya BI dengan data yang melimpah, tetapi juga secara mendasar mengubah cara organisasi membuat keputusan, berpindah dari keputusan berbasis intuisi ke keputusan yang didasarkan pada bukti dan data. Penerapan Sistem Informasi Manajemen berbasis Big Data, seperti yang ditekankan oleh Pangestu & Iksari (2023), sangat penting untuk mendukung proses pengambilan keputusan strategis di berbagai bidang, seperti bisnis, pemerintahan, dan pariwisata. Dengan akses data secara real-time, perusahaan bisa meningkatkan respons terhadap keluhan pelanggan, melakukan investasi yang lebih akurat, dan merumuskan strategi yang lebih adaptif. Esai ini akan mendalami peran Big Data Analytics dalam pengambilan keputusan bisnis, mengevaluasi keunggulan, tantangan dalam implementasi, serta dampak transformatifnya terhadap efisiensi operasional dan pengembangan strategi bisnis, dengan merujuk pada penelitian-penelitian ilmiah terkini.

Pembahasan

Big Data, sebagai inti dari analisis data modern, didefinisikan oleh lima ciri utama yang saling terkait, yaitu Volume, Velocity, Variety, Veracity, dan Value (Fatha et al. , 2023; Putra & Pramudya, 2024). Volume mengacu pada jumlah data yang sangat besar, melebihi kemampuan penyimpanan dan pemrosesan data tradisional. Besarnya data ini bisa mencapai terabita, petabita, atau bahkan eksabita. Velocity merujuk pada kecepatan data dihasilkan, dikumpulkan, dan diproses, seringkali dalam waktu real-time atau mendekati real-time, seperti data transaksi finansial atau aliran data dari sensor. Variety mencakup berbagai jenis dan format data, baik yang terstruktur seperti database transaksi, semi-terstruktur seperti XML atau JSON, maupun tidak terstruktur seperti teks dari media sosial, gambar, video, atau rekaman audio. Kemampuan Big Data untuk menangani beragam jenis data ini menjadi keunggulan utamanya. Veracity menekankan pentingnya kualitas dan kebenaran data. Dalam jumlah data yang sangat besar, ada risiko ketidakpastian dan inkonsistensi yang menjadi tantangan besar, sehingga proses pembersihan data (data cleansing) menjadi sangat penting (Fatha et al. , 2023). Value adalah tujuan akhir dari Big Data, yaitu kemampuan untuk mengekstrak wawasan yang berguna, menemukan pola tersembunyi, serta memperoleh nilai bisnis dari data yang telah dianalisis. Tanpa nilai, Big Data hanya akan menjadi kumpulan informasi mentah yang tidak bermakna. Pemanfaatan Big Data dalam bisnis memberikan banyak manfaat, menunjukkan bagaimana Big Data mampu menghasilkan informasi dan wawasan yang bisa meningkatkan kinerja serta daya saing perusahaan di era digital. Dengan menganalisis data dalam jumlah besar, perusahaan dapat memahami lebih dalam tentang perilaku pelanggan, mulai dari preferensi mereka terhadap produk, pola pembelian, hingga tanggapan dari interaksi di dunia digital. Hal ini memungkinkan bisnis menyusun strategi pemasaran yang lebih personal dan efektif, meningkatkan loyalitas pelanggan, serta menemukan peluang pasar yang belum dimanfaatkan. Selain itu, Big Data juga membantu memprediksi tren pasar secara lebih akurat, memudahkan perusahaan mengantisipasi perubahan permintaan, mengelola rantai pasok dengan lebih efisien, serta beradaptasi lebih cepat terhadap perubahan pasar (Putra & Pramudya, 2024; Sunata, 2025). Meskipun potensi transformatif Big Data sangat besar, penerapannya juga menghadapi beberapa tantangan. Beberapa kendala utama yang perlu diatasi mencakup: Integritas, Privasi, dan Keamanan Data: Mengelola data dalam jumlah besar dari berbagai sumber meningkatkan risiko pelanggaran data dan masalah privasi. Perusahaan harus memastikan data tetap akurat, melindungi informasi sensitif, serta mematuhi aturan perlindungan data seperti GDPR atau UU PDP di Indonesia. Kesalahan di bidang ini dapat merusak reputasi perusahaan dan mengakibatkan sanksi hukum (Putra & Pramudya, 2024). Kebutuhan Infrastruktur dan Sumber Daya: Menerapkan Big Data memerlukan investasi besar pada infrastruktur teknologi yang canggih, seperti sistem penyimpanan terdistribusi (misalnya Hadoop), platform pemrosesan real-time (misalnya Apache Kafka, Spark), serta alat visualisasi data. Selain itu, dibutuhkan tenaga ahli yang mampu melakukan analisis data, seperti ilmuwan data, insinyur data, dan analis bisnis (Putra & Pramudya, 2024). Kekurangan sumber daya manusia di bidang ini sering menjadi hambatan. Keterbatasan Kemampuan dan Keterampilan Analisis Data: Data mentah,

sebesar apa pun volumenya, tidak memiliki nilai tanpa analisis yang tepat. Perusahaan memerlukan kemampuan untuk membersihkan data, menggabungkan data dari berbagai sumber, menerapkan algoritma analitik yang kompleks, dan menafsirkan hasilnya menjadi wawasan bermanfaat. Banyak organisasi masih mengalami kekurangan dalam kemampuan internal ini (Fatha et al. , 2023; Putra & Pramudya, 2024). Oleh karena itu, peran Big Data dalam bisnis modern tidak hanya teknis, tetapi juga melibatkan aspek strategis, etis, dan keamanan. Membangun sistem yang mendukung pemanfaatan data secara efisien sangat penting. Ini melibatkan adopsi teknologi, perubahan budaya organisasi untuk pengambilan keputusan berbasis data, pelatihan karyawan, serta pengembangan kerangka tata kelola data yang solid. Mengintegrasikan Big Data sebagai bagian dari strategi bisnis akan menjadi fondasi kuat bagi perusahaan untuk berkembang, berinovasi, dan merespons dinamika pasar dengan lebih bijak dan proaktif (Fauzi et al. , 2024).

Peran Big Data dalam Pengambilan Keputusan

Big Data memainkan peran yang sangat penting dan krusial dalam membantu proses pengambilan keputusan yang cerdas serta efektif di berbagai tingkatan organisasi. Teknologi ini lebih unggul dibandingkan sistem informasi tradisional karena mampu memberikan wawasan yang lebih dalam, sesuai dengan keadaan terkini, serta didasarkan pada bukti-bukti nyata, yang merupakan dasar utama bagi keberhasilan bisnis di era digital saat ini. Menurut Fatha et al. (2023), Big Data memiliki peran penting dalam bidang intelijen bisnis (BI) sebagai alat pendukung pengambilan keputusan. Artinya, Big Data tidak hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan data, tetapi juga sebagai alat analisis yang mampu memproses volumenya yang sangat besar guna menemukan pola, tren, serta korelasi yang tidak terlihat oleh mata biasa atau metode konvensional. Dengan demikian, Big Data membantu dalam mengumpulkan, menganalisis, serta memahami data secara menyeluruh guna mendukung pengambilan keputusan strategis. Manihuruk et al. (2025) menjelaskan bahwa Big Data Analytics (BDA) memungkinkan perusahaan menganalisis data dalam jumlah yang sangat besar, sehingga bisa memperoleh wawasan strategis yang lebih dalam, yang sulit didapatkan melalui metode tradisional. Kemampuan ini menjadi solusi penting dalam menghadapi kompleksitas bisnis modern, seperti persaingan yang semakin ketat dan keinginan konsumen yang terus berubah. BDA memungkinkan perusahaan mengolah data dari berbagai bentuk dan sumber, baik yang sudah terstruktur maupun tidak, secara real-time, sehingga bisa memberikan gambaran yang lebih lengkap dan akurat mengenai lingkungan bisnis. Lebih lanjut, Sunata (2025) menyoroti bagaimana teknologi Big Data memungkinkan organisasi di bidang bisnis, pemerintahan, dan pariwisata untuk mengakses data secara real-time. Akses data secara real-time ini sangat penting karena dapat meningkatkan respons organisasi terhadap keluhan pelanggan, mengoptimalkan operasional sehari-hari, dan membantu mengambil keputusan investasi yang lebih akurat serta tepat waktu. Misalnya, dalam sektor keuangan, analisis Big Data dapat membantu mendeteksi kecurangan dini dan mengelola risiko kredit secara lebih efektif. Keunggulan utama dari Big Data terletak pada kemampuannya memberikan wawasan yang mendalam dan sangat rinci, yang menjadi dasar dalam pengambilan

keputusan berbasis data. Hal ini menunjukkan pergeseran mendasar dari pengambilan keputusan yang hanya didasarkan pada intuisi atau pengalaman, menuju keputusan yang didukung oleh analisis empiris dan pola yang terungkap dari data (Putra & Pramudya, 2024). Big Data bertindak sebagai katalisator yang memberi kekuatan kepada organisasi untuk memecahkan informasi yang tersebar dan tidak terstruktur, lalu merangkumnya menjadi wawasan yang dapat dipercaya dan diperjelas. Fatha et al. (2023) menjelaskan bahwa analisis Big Data yang efektif dalam Business Intelligence melibatkan komponen 5V secara menyeluruh. Big Data tidak hanya membantu dalam membangun arsitektur data yang bisa berkembang, tetapi juga dalam memproses data melalui metode pembersihan yang memastikan kualitas dan keandalan data sebelum dilakukan analisis. Proses ini sangat penting untuk menghasilkan output yang akurat dan dapat dipercaya, yang pada akhirnya mendukung sistem pendukung keputusan yang kuat. Secara keseluruhan, kemampuan suatu organisasi dalam mengambil keputusan yang tepat dan adaptif di tengah dinamika pasar merupakan elemen kritis bagi mencapai kesuksesan jangka panjang. Dalam era di mana perubahan pasar bisa terjadi dengan cepat dan tidak terduga, informasi yang akurat dan real-time menjadi keunggulan kompetitif utama. Dalam konteks ini, teknologi Big Data bukan hanya sekadar alat bantu, melainkan kunci utama yang membuka jalan menuju pemahaman mendalam mengenai perilaku pelanggan, tren pasar yang sedang berkembang, serta identifikasi potensi risiko bisnis yang dapat memengaruhi kelangsungan perusahaan. Oleh karena itu, investasi dalam kemampuan Big Data Analytics adalah investasi dalam masa depan pengambilan keputusan yang cerdas dan proaktif.

Studi Kasus

Penerapan Big Data Analytics (BDA) telah memberikan dampak besar dalam berbagai sektor industri, seperti terlihat dari contoh kasus yang berhasil mengintegrasikan teknologi ini ke dalam sistem operasional dan proses pengambilan keputusan. Penelitian kualitatif yang mengamati beberapa perusahaan yang sukses dalam menerapkan BDA menunjukkan bahwa teknologi ini memberikan wawasan mendalam mengenai dinamika pasar, selera konsumen, dan akhirnya meningkatkan efisiensi operasional (Putra & Pramudya, 2024; Fauzi et al. , 2024). Dampak positif lainnya mencakup peningkatan pendapatan dan penghematan biaya yang signifikan bagi perusahaan yang dapat mengimplementasikan BDA secara efektif. Berikut beberapa contoh aplikasi BDA di berbagai sektor industri yang dijelaskan dalam jurnal-jurnal yang dirujuk: Dalam sektor manufaktur, BDA digunakan untuk mengoptimalkan seluruh rantai pasok. Manihuruk et al. (2025) menjelaskan bagaimana analisis data dari sensor yang dipasang di lini produksi, sistem logistik, dan manajemen persediaan membantu mengidentifikasi hambatan dalam proses produksi. Data tersebut juga memungkinkan prediksi pemeliharaan mesin secara proaktif (predictive maintenance), menghindari downtime yang mahal, dan meningkatkan aliran bahan baku. Hasilnya adalah pengurangan biaya operasional secara signifikan dan peningkatan efisiensi produksi secara keseluruhan. Di sektor perbankan dan keuangan, BDA menjadi alat yang sangat efektif untuk mendeteksi penipuan, mengelola risiko kredit, serta meningkatkan kualitas layanan pelanggan. Dengan menganalisis data transaksi yang

sangat besar dan kompleks, bank bisa mengidentifikasi pola perilaku yang mencurigakan untuk mendeteksi tindakan penipuan secara real-time. Selain itu, data perilaku nasabah, riwayat transaksi, dan profil risiko juga membantu bank menilai kelayakan kredit secara lebih akurat dan menawarkan produk keuangan yang lebih sesuai dengan kebutuhan individu nasabah (Manihuruk et al. , 2025). Di sektor logistik dan transportasi, perusahaan logistik telah memanfaatkan BDA untuk meningkatkan efisiensi pengiriman dan optimasi rute. Data real-time dari GPS, informasi lalu lintas, kondisi cuaca, dan data pengiriman sebelumnya dianalisis untuk memperbaiki rute pengiriman, memprediksi kemungkinan keterlambatan, dan mengelola inventaris secara lebih efektif. Manihuruk et al. (2025) menyoroiti bagaimana hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat, menghasilkan pengiriman yang lebih efisien, penghematan bahan bakar, serta peningkatan kepuasan pelanggan. Sektor Pariwisata: Big Data sangat relevan dalam sektor pariwisata. Sunata (2025) dan Fatha et al. (2023) menekankan bahwa teknologi Big Data memungkinkan sektor ini mengakses data secara real-time, yang sangat penting untuk merespons keluhan pelanggan dengan cepat dan mendukung keputusan investasi yang lebih akurat. Misalnya, analisis sentimen dari ulasan online, aktivitas media sosial, dan data pemesanan dapat membantu destinasi wisata dan penyedia layanan (hotel, agen perjalanan) untuk memahami preferensi wisatawan, menyesuaikan penawaran paket wisata, mempersonalisasi pengalaman, dan mengidentifikasi tren perjalanan yang muncul. Hal ini tidak hanya meningkatkan kepuasan pelanggan tetapi juga mengoptimalkan strategi pemasaran dan pengembangan produk pariwisata. Sektor Lainnya: Penerapan Big Data juga meluas ke sektor lain. Dalam pemasaran, BDA digunakan untuk segmentasi pelanggan yang lebih granular, kampanye yang dipersonalisasi, dan pengukuran efektivitas promosi. Di sektor kesehatan, Big Data membantu dalam analisis data pasien untuk diagnosis yang lebih baik, penelitian obat, dan manajemen kesehatan populasi. Bahkan di pemerintahan, BDA digunakan untuk mengoptimalkan layanan publik, perencanaan kota, dan deteksi kejahatan (Hidayanto et al., 2019 dalam Putra & Pramudya, 2024). Studi-studi kasus ini secara kolektif menunjukkan bahwa Big Data, ketika dikelola dan dianalisis secara strategis, dapat menjadi instrumen yang sangat berharga dalam memperkuat proses pengambilan keputusan di berbagai jenis organisasi dan industri. Kemampuannya untuk mengubah data mentah menjadi wawasan yang dapat ditindaklanjuti merupakan kunci keberhasilan dalam lingkungan bisnis yang semakin kompetitif dan berbasis data.

Tujuan

Tujuan utama penerapan Big Data Analytics (BDA) dalam konteks pengambilan keputusan bisnis adalah untuk mengubah cara organisasi beroperasi dan bersaing, dengan menekankan penggunaan wawasan berbasis data guna mendukung strategi dan meningkatkan efisiensi. Tujuan tujuan ini dapat dijelaskan lebih lanjut berdasarkan sintesis dari berbagai jurnal yang telah dirujuk: Pertama, meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pengambilan keputusan. Ini merupakan inti dari seluruh upaya BDA. Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa setiap keputusan bisnis, baik operasional maupun strategis, didasarkan pada analisis data yang menyeluruh, akurat, dan real-time. Dengan

demikian, risiko kesalahan berkurang, sedangkan peluang untuk mencapai hasil yang diinginkan meningkat. Manihuruk et al. (2025) secara jelas menyatakan bahwa penelitian mereka bertujuan menjelaskan peran BDA dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik di berbagai sektor industri, yang pada akhirnya meningkatkan efektivitas dan efisiensi perusahaan. Kedua, menciptakan keunggulan kompetitif melalui analitik yang lebih lanjut. Sunata (2025) menekankan bahwa teknologi Big Data membantu perusahaan mengembangkan keunggulan kompetitif yang signifikan. Hal ini dicapai melalui penerapan pendekatan analitik berlapis, antara lain: Analitik Deskriptif: Memahami apa yang sudah terjadi, seperti laporan penjualan historis. Analitik Prediktif: Memprediksi apa yang mungkin terjadi di masa depan, seperti peramalan permintaan atau tren pasar. Analitik Preskriptif: Memberikan rekomendasi tindakan terbaik untuk mencapai hasil yang diinginkan, seperti rekomendasi produk personalisasi atau optimasi rute logistik. Kemampuan ini memungkinkan perusahaan merespons dinamika pasar lebih cerdas, proaktif, serta terus berinovasi. Memperdalam Pemahaman tentang Perilaku Pelanggan dan Tren Pasar: Salah satu tujuan krusial BDA adalah untuk menggali wawasan mendalam mengenai perilaku konsumen dan pergeseran tren pasar. Fauzi et al. (2024) serta Putra & Pramudya (2024) menggarisbawahi bahwa BDA membuka peluang baru dalam memahami preferensi pelanggan, meramalkan tren yang muncul, dan meningkatkan responsivitas terhadap perubahan lingkungan bisnis. Pemahaman ini memungkinkan perusahaan untuk mengembangkan produk/layanan yang lebih relevan, mempersonalisasi pengalaman pelanggan, dan merumuskan strategi pemasaran yang lebih tepat sasaran. Mendorong Efisiensi Operasional dan Pengembangan Strategi Bisnis: Implementasi BDA secara langsung berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional. Dengan menganalisis data operasional, perusahaan dapat mengidentifikasi inefisiensi, mengoptimalkan proses internal, dan mengurangi biaya. Fauzi et al. (2024) secara eksplisit menyatakan bahwa penelitian mereka menyoroti kontribusi positif teknologi Big Data terhadap efisiensi operasional dan pengembangan strategi bisnis, menunjukkan bahwa wawasan dari data dapat membimbing alokasi sumber daya yang lebih baik dan perumusan strategi jangka panjang yang lebih kokoh. Memperkuat Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dan Business Intelligence (BI): Big Data berperan sebagai fondasi yang memperkuat dan memperkaya kapabilitas BI dan SPK. Fatha et al. (2023) menjelaskan bagaimana Big Data digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data dalam volume besar guna mendukung pengambilan keputusan yang cerdas. Ini bukan hanya tentang data yang besar, tetapi tentang bagaimana data tersebut diolah dan disajikan untuk memfasilitasi keputusan yang lebih tepat dan cepat. Mengidentifikasi Keunggulan dan Mengatasi Kendala Implementasi: Sebagai bagian dari proses implementasi, tujuan penting lainnya adalah untuk secara sistematis mengidentifikasi keunggulan spesifik yang ditawarkan oleh teknologi Big Data, serta memahami dan mengatasi kendala-kendala yang muncul selama proses adopsi. Fauzi et al. (2024) secara khusus menyoroti tujuan ini dalam penelitian mereka, menekankan pentingnya analisis mendalam terhadap dampak Big Data pada pengambilan keputusan strategis. Pemahaman ini sangat vital untuk merancang strategi implementasi yang optimal, memitigasi risiko, dan memaksimalkan potensi penuh BDA.

Dengan mencapai tujuan-tujuan ini, perusahaan dapat bergerak melampaui pendekatan reaktif menuju pendekatan yang lebih proaktif dan prediktif, memungkinkan mereka untuk tidak hanya bertahan tetapi juga berkembang pesat di tengah lanskap bisnis yang semakin kompleks dan berbasis data.

Kesimpulan

Penerapan Big Data Analytics (BDA) telah memperkuat posisinya sebagai fondasi penting dalam perkembangan dunia bisnis modern, menjadi penggerak utama dalam proses transformasi digital yang menyeluruh ke dalam setiap aspek operasional dan strategis perusahaan. Karakteristik "5V" — Volume, Velocity, Variety, Veracity, dan Value — tidak hanya menggambarkan Big Data, tetapi juga memperlihatkan tingkat kompleksitas dan potensi besar yang dimilikinya. Kemampuan BDA untuk memproses dan menganalisis volume data yang sangat besar dari berbagai sumber, baik yang terstruktur maupun tidak terstruktur, pada kecepatan yang luar biasa, memungkinkan perusahaan mengekstrak wawasan strategis yang mendalam, jauh lebih baik dibandingkan metode analisis tradisional (Manihuruk et al. , 2025; Putra & Pramudya, 2024). Peran Big Data dalam pengambilan keputusan bisnis sangat transformatif dan sangat penting. Ia bertindak sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang sangat kuat, memberikan dasar berbasis bukti untuk setiap keputusan yang diambil. Dengan BDA, perusahaan bisa mengoptimalkan berbagai proses, mulai dari merespons keluhan pelanggan secara real-time hingga menentukan strategi investasi yang lebih akurat (Sunata, 2025; Fatha et al. , 2023). Selain meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya, BDA juga secara signifikan memperkuat daya saing perusahaan di pasar yang kompetitif. Berbagai studi kasus, seperti di sektor manufaktur, perbankan, logistik, dan pariwisata, menunjukkan secara konsisten bahwa BDA telah memberikan peningkatan kinerja nyata, mulai dari optimalisasi rantai pasokan, deteksi penipuan, hingga pelayanan pelanggan yang lebih personal (Manihuruk et al. , 2025). Meskipun potensi BDA sangat besar, penerapannya tetap menghadapi berbagai tantangan yang harus diperhatikan dan diatasi secara proaktif. Isu seperti integritas data, privasi informasi sensitif, dan keamanan siber adalah perhatian utama yang memerlukan adanya sistem pengelolaan data yang kuat serta kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku (Putra & Pramudya, 2024). Selain itu, investasi dalam infrastruktur teknologi yang canggih serta pengembangan sumber daya manusia yang memiliki keterampilan analisis data adalah elemen penting untuk kesuksesan implementasi. Keterbatasan dalam hal talenta dan kapasitas internal sering kali menjadi hambatan yang membutuhkan strategi pelatihan dan perekrutan yang terencana (Fauzi et al. , 2024). Secara dasar, Big Data bukan lagi sekadar gaya baru dalam teknologi, melainkan telah menjadi aset penting yang mampu mengubah cara kerja dan inovasi organisasi secara mendasar. Dengan memahami sepenuhnya kemampuan Big Data dan mengelolanya secara bijak dengan menggabungkan teknologi, proses, serta sumber daya manusia yang tepat, perusahaan bisa membangun sistem yang memudahkan penggunaan data secara efektif dan efisien. Ini akan mendorong terciptanya inovasi berkelanjutan, membantu pengambilan keputusan yang lebih cerdas dan cepat beradaptasi dengan perubahan pasar yang terus berlangsung, serta memastikan kelangsungan hidup dan pertumbuhan perusahaan jangka panjang. Oleh karena itu, bagi setiap organisasi yang ingin tidak hanya bertahan namun juga menang di era digital, investasi dalam analisis Big Data serta pengembangan kemampuan memanfaatkan data harus menjadi prioritas strategis yang tidak boleh diabaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fatha Mafda.,dkk. (2023). PERAN BIG DATA INTELIJEN BISNIS SEBAGAI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN (SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW).
<https://sitasi.upnjatim.ac.id/index.php/sitasi/article/download/612/115/> BISNIS REVIEW).
- Fauzi.,dkk. (2024). EVALUASI PENGGUNAAN TEKNOLOGI BIG DATA UNTUK ANALISIS DATA DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN.
<https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp/article/view/25989>
- Manihuruk Dwi.,dkk (2025). Big Data Analytics untuk meningkatkan pengambilan Keputusan di Industri.
<https://jptam.org/index.php/jptam/article/download/24781/16885/42056>
- Putra & Pramudya. (2024). Optimalisasi penggunaan Big Data dalam pengambilan Keputusan Bisnis.
<https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/PSM/article/view/35827/16714>
- Sunata. (2025). Penerapan Big Data Analytics dalam pengambilan Keputusan Bisnis.
<https://ejurnal.kampusakademik.co.id/index.php/jssr/article/view/4339>

Pemanfaatan *Artificial Intelligence* Dalam Sistem Produksi Dan Logistik

Ilmi Arrizal Muhammad

2400019106

Perkembangan teknologi digital dalam beberapa dekade terakhir telah merevolusi hampir seluruh aspek kehidupan manusia, termasuk cara industri beroperasi. Transformasi ini semakin terasa di era Revolusi Industri 4.0, di mana konektivitas, data besar, dan otomatisasi menjadi pilar utama. Salah satu teknologi kunci yang mendorong perubahan signifikan tersebut adalah Artificial Intelligence (AI). AI tidak lagi terbatas pada bidang teknologi informasi atau komputasi murni, melainkan telah merambah ke berbagai sektor industri sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi, mendorong inovasi, dan memperkuat daya saing. Dalam konteks teknik industri, AI memainkan peran vital dalam membentuk ulang sistem produksi dan logistik. Di lini produksi, AI memungkinkan proses manufaktur berjalan lebih cepat, cerdas, dan terotomatisasi, mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia dan meminimalkan kesalahan. Sementara itu, di sektor logistik, AI menjadi instrumen strategis dalam mengelola rantai pasok secara lebih akurat, adaptif, dan hemat biaya, terutama dalam peramalan permintaan dan optimasi rute pengiriman. Seiring meningkatnya kompleksitas kebutuhan konsumen dan tekanan global untuk meningkatkan efisiensi operasional, pemanfaatan AI menjadi tidak hanya penting, tetapi juga mendesak. Oleh karena itu, esai ini akan membahas bagaimana teknologi AI diterapkan dalam sistem produksi dan logistik industri modern serta mengevaluasi dampak langsungnya terhadap peningkatan kinerja dan daya saing perusahaan secara keseluruhan. Pemanfaatan AI dalam Sistem Produksi Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam sistem produksi telah menjadi elemen kunci dalam transformasi industri modern, khususnya dalam konteks Industri 4.0 yang menuntut efisiensi tinggi, respons cepat, dan fleksibilitas operasional. Teknologi AI memungkinkan otomatisasi yang lebih dalam, pengambilan keputusan berbasis data, serta pengurangan ketergantungan pada intervensi manusia. Dengan kemampuannya untuk menganalisis volume data besar secara real-time, AI secara signifikan meningkatkan efisiensi proses produksi, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan memperbaiki kualitas produk sambil menekan biaya operasional. Salah satu aplikasi utama dari AI dalam sistem produksi adalah pada aspek peramalan permintaan dan perencanaan produksi. Melalui algoritma pembelajaran mesin, AI dapat memproses data historis untuk memprediksi kebutuhan masa depan, memungkinkan perusahaan merencanakan kapasitas produksi dan mengelola inventaris secara lebih akurat (Azarov & Chekmarev, 2024). Selain itu, AI juga digunakan untuk predictive maintenance, yakni kemampuan sistem untuk memantau kondisi mesin secara kontinu dan memprediksi potensi kerusakan sebelum terjadi. Hal ini memberikan keuntungan besar dalam menghindari waktu henti tak terduga dan mengurangi biaya pemeliharaan peralatan. Dalam hal penjadwalan produksi yang kompleks, teknik berbasis AI seperti jaringan saraf tiruan dan algoritma

pengoptimalan kawatan partikel telah digunakan untuk menyusun jadwal yang lebih efisien, adaptif terhadap perubahan, dan hemat biaya (Gallo et al., 2023). Tidak kalah penting, AI juga dimanfaatkan dalam analisis data produksi untuk mengungkap pola tersembunyi yang tidak dapat diidentifikasi oleh manusia secara manual. Kemampuan ini memberikan nilai tambah dalam meningkatkan kelincahan dan ketahanan sistem produksi terhadap dinamika pasar dan permintaan konsumen. Namun demikian, penerapan AI dalam sistem produksi juga menghadapi berbagai tantangan, khususnya bagi usaha kecil dan menengah (UKM). Keterbatasan sumber daya finansial, infrastruktur digital, serta tenaga kerja yang terampil dalam teknologi AI menjadi hambatan utama dalam mengadopsi teknologi ini secara efektif (Hinzmann et al., 2023). Oleh karena itu, meskipun AI menjanjikan transformasi signifikan di sektor produksi, dibutuhkan strategi inklusif dan dukungan kebijakan agar manfaat teknologi ini dapat diakses secara merata oleh seluruh pelaku industri. Pemanfaatan AI dalam Sistem Logistik Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam sistem logistik telah menjadi salah satu penggerak utama transformasi industri modern. Integrasi teknologi seperti machine learning dan analitik prediktif ke dalam berbagai proses logistik telah membawa dampak signifikan terhadap efisiensi, kecepatan pengambilan keputusan, dan kemampuan adaptasi operasional perusahaan. AI memungkinkan proses logistik yang sebelumnya bersifat manual dan reaktif menjadi lebih otomatis, prediktif, dan responsif terhadap perubahan. Hasilnya adalah sistem logistik yang lebih ramping, akurat, dan mampu menjawab tantangan kompleksitas rantai pasok global. Dalam konteks ini, AI juga membentuk ekosistem kolaboratif baru di mana teknologi dan keahlian manusia bekerja berdampingan untuk meningkatkan kinerja operasional secara keseluruhan. Salah satu aplikasi utama AI dalam logistik adalah analisis prediktif, di mana sistem menganalisis data historis penjualan, pola permintaan, dan faktor musiman untuk memperkirakan kebutuhan barang secara lebih akurat. Hal ini membantu perusahaan mengelola inventaris secara efisien, mengurangi stok berlebih maupun kekurangan barang yang dapat mengganggu aliran pasokan (“AI - Based Logistics Management System,” 2025). Selain itu, AI juga digunakan untuk optimasi rute pengiriman, dengan algoritma canggih yang mampu menentukan jalur tercepat dan paling hemat bahan bakar berdasarkan data lalu lintas, cuaca, dan posisi kendaraan secara real-time. Teknologi pelacakan berbasis AI pun meningkatkan visibilitas dalam seluruh rantai pasok, memungkinkan pemantauan pengiriman secara langsung dan penyesuaian cepat jika terjadi gangguan. Lebih jauh lagi, integrasi AI tidak menggantikan sepenuhnya peran manusia, melainkan menciptakan bentuk kolaborasi baru yang disebut sebagai human-AI collaboration. Dalam skenario ini, sistem AI berfungsi sebagai alat pendukung keputusan, memberikan analisis berbasis data kepada operator manusia yang kemudian mempertimbangkan konteks dan intuisi dalam pengambilan keputusan akhir. Pendekatan hibrida ini meningkatkan fleksibilitas dalam menghadapi ketidakpastian dan kompleksitas dalam rantai pasok. Tren ke depan pun mengarah pada munculnya konsep logistik cerdas (smart logistics), yang memanfaatkan otomatisasi penuh dan sistem terintegrasi untuk merevolusi infrastruktur logistik dan alur kerja secara menyeluruh (Knyazkina et al., 2024). Di sisi lain, Internet of Things (IoT) juga semakin banyak digunakan bersamaan dengan AI untuk meningkatkan kualitas

pengumpulan data serta efisiensi sistem secara menyeluruh. Meski AI dalam logistik membawa banyak keuntungan strategis, tantangan tetap ada. Salah satu isu utama adalah kekhawatiran tentang perpindahan pekerjaan akibat otomatisasi sistem, terutama pada posisi yang sebelumnya bergantung pada tugas-tugas manual. Selain itu, pengawasan manusia yang berkelanjutan tetap dibutuhkan untuk mengelola pengecualian, menjamin kualitas, serta mencegah kegagalan sistem akibat kesalahan algoritma. Oleh karena itu, keberhasilan implementasi AI dalam logistik tidak hanya bergantung pada teknologi itu sendiri, tetapi juga pada desain integrasi yang inklusif dan adaptif terhadap peran manusia dalam proses tersebut. Contoh Penerapan Nyata Penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam dunia industri tidak lagi sebatas konsep, melainkan telah diimplementasikan secara nyata oleh berbagai perusahaan global. Salah satu contoh paling menonjol adalah Amazon, yang dikenal sebagai pelopor dalam pemanfaatan teknologi canggih untuk mendukung efisiensi logistik dan pengalaman pelanggan. Amazon menggunakan sistem AI untuk mengelola gudang otomatis yang dilengkapi dengan robot pintar yang mampu memilah, mengambil, dan mengemas produk dengan cepat dan presisi. Selain itu, AI juga digunakan untuk merencanakan pengiriman secara efisien, memperkirakan waktu kedatangan barang, dan bahkan mempersonalisasi tampilan produk di halaman pengguna berdasarkan preferensi dan riwayat pencarian masing-masing pelanggan. Di sektor logistik global, perusahaan seperti UPS dan DHL telah memanfaatkan teknologi AI untuk mengembangkan sistem optimasi rute dan waktu pengiriman. Sistem ini menganalisis data real-time mengenai kondisi lalu lintas, cuaca, dan lokasi armada pengiriman untuk menentukan rute tercepat dan paling hemat biaya. Penerapan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi karbon, sejalan dengan tujuan keberlanjutan perusahaan. Melalui contoh-contoh tersebut, dapat dilihat bahwa AI menjadi komponen kunci dalam membentuk sistem operasional yang lebih cerdas, responsif, dan terintegrasi di berbagai sektor industri. Dampak Positif dan Tantangan Manfaat AI dalam Industri: Integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam berbagai sektor industri telah menciptakan perubahan revolusioner yang menawarkan berbagai manfaat strategis sekaligus memunculkan tantangan-tantangan baru. Di satu sisi, kehadiran AI mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas melalui otomatisasi tugas-tugas rutin, sehingga memungkinkan perusahaan mengalokasikan sumber daya manusia pada aktivitas yang lebih strategis dan bernilai tambah (Mashood et al., 2023). Selain itu, kemampuan AI dalam memproses dan menganalisis data dalam jumlah besar secara cepat dan akurat sangat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat dan berbasis data, sehingga mendukung penyusunan strategi operasional yang lebih efektif. Dalam bidang layanan pelanggan, AI memberikan dampak positif melalui kemampuan personalisasi yang tinggi, mengadaptasi layanan dan produk sesuai preferensi individu konsumen, yang pada akhirnya meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan (Aji & Kumar, 2024). Tidak kalah penting, teknologi ini juga memainkan peran krusial dalam manajemen risiko, terutama dalam mendeteksi pola-pola penipuan atau aktivitas anomali lainnya yang berpotensi merugikan perusahaan. Namun demikian, adopsi AI dalam industri tidak lepas dari sejumlah tantangan yang kompleks. Salah satu kekhawatiran utama adalah potensi

perpindahan pekerjaan akibat otomatisasi, terutama di sektor-sektor yang selama ini bergantung pada pekerjaan rutin atau manual (Jacob, 2024). Hal ini dapat berdampak pada meningkatnya pengangguran dan ketimpangan sosial jika tidak diimbangi dengan kebijakan adaptif, seperti peningkatan keterampilan digital tenaga kerja. Selain itu, pertimbangan etis seperti privasi data, transparansi algoritma, dan potensi bias dalam sistem AI juga menjadi isu yang terus diperbincangkan. Penggunaan AI yang tidak etis dapat menimbulkan diskriminasi serta merusak kepercayaan publik terhadap teknologi ini. Tidak kalah penting, tantangan biaya implementasi juga menjadi hambatan tersendiri, terutama bagi pelaku usaha kecil dan menengah. Investasi awal untuk membangun sistem AI yang andal bisa sangat tinggi, baik dari segi infrastruktur, pelatihan tenaga kerja, hingga pemeliharaan sistem. Oleh karena itu, meskipun AI menjanjikan transformasi industri yang lebih canggih dan adaptif, perlu ada keseimbangan antara optimalisasi manfaat dan mitigasi risiko yang ditimbulkan. Kesimpulan Artificial Intelligence (AI) telah terbukti menjadi kekuatan pendorong utama dalam modernisasi dan transformasi industri, khususnya dalam sektor produksi dan logistik. Dengan kemampuannya mengotomatisasi proses, menganalisis data secara real-time, dan mengoptimalkan pengambilan keputusan, AI memungkinkan terciptanya sistem industri yang lebih efisien, adaptif, dan terintegrasi. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan produktivitas dan kualitas, tetapi juga memberikan keunggulan kompetitif dalam menghadapi dinamika pasar global yang semakin kompleks. Meskipun demikian, implementasi AI bukan tanpa hambatan. Tantangan seperti biaya investasi awal, kebutuhan akan keahlian teknis, hingga isu etika dan dampak sosial harus dihadapi dengan pendekatan strategis dan kolaboratif. Dalam hal ini, pengembangan sumber daya manusia yang melek teknologi dan adaptif terhadap perubahan menjadi kunci sukses penerapan AI secara menyeluruh. Dengan demikian, pemahaman dan penguasaan AI bukan lagi menjadi pilihan, melainkan suatu keharusan bagi para pelaku industri, perancang kebijakan, serta calon insinyur yang akan menjadi motor penggerak industri masa depan. Di tengah arus digitalisasi global, peran mereka tidak hanya terbatas pada mengoperasikan teknologi, tetapi juga menjadi agen perubahan yang mampu merancang sistem industri yang cerdas, kompetitif, dan berkelanjutan. Hanya dengan kesiapan teknologi yang dibarengi dengan kesiapan manusia, AI dapat dimanfaatkan secara optimal untuk membentuk ekosistem industri yang mampu bertahan dan berkembang di era revolusi digital yang terus bergerak maju.

DAFTAR PUSTAKA

- AI - Based Logistics Management System. (2025). International Advanced Research Journal in Science, Engineering <https://doi.org/10.17148/iarjset.2025.12105> and Technology, 12(01).
- Aji, S., & Kumar, D. (2024). Rise of Artificial Intelligence in Business and Industry. Journal of Informatics Education and Research, 4(2). <https://doi.org/10.52783/jier.v4i2.850>
- Azarov, V. N., & Chekmarev, A. V. (2024). Process Architecture as a Neural Network and Artificial Intelligence. 17–19. <https://doi.org/10.1109/qmtisit63393.2024.10762857>
- Gallo, M. Del, Mazzuto, G., Ciarapica, F. E., & Bevilacqua, M. (2023). Artificial Intelligence to Solve Production Scheduling Problems in Real Industrial Settings: Systematic Literature Review. Electronics. <https://doi.org/10.20944/preprints202310.1609.v1>
- Hinzmann, D., Hasselder, D., Lezama, S. U., Кирик, О. Б., Pandey, V., Bosler, E., Spitta, D., Uhlmann, E., Krüger, J., Markl, V., Oberschmidt, D., & Rötting, M. (2023). Interaction of Artificial Intelligence and Machining Processes Regarding Industry 4.0 Production Systems (pp. 54–63). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47394-4_6
- Jacob, A. A. (2024). Exploring the Multifaceted Impact of Artificial Intelligence A Comprehensive Study. 2, 5(2), 83–86. <https://doi.org/10.46632/rmc/5/2/18>
- Knyazkina, O. V, Dmitriev, G. V, Черникова, О. П., & Khamitov, R. M. (2024). The use of artificial intelligence in logistics as an effective tool for improving the performance of the organization. Экономика i Upravlenie: Problemy, Rešeniâ, 10/4(151), 137–143. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.10.04.017>
- Mashood, K., Kayani, H. U. R., Malik, A. A., & Tahir, A. (2023). Artificial intelligence recent trends applications in industries. <https://doi.org/10.57041/pjs.v75i02.855> Pakistan Journal of Science.

Transformasi Teknik Industri: Dari Pabrik Tradisional ke Ekosistem Digital Pintar

Jalaluddin Bima Satria

2400019091

Pendahuluan

Teknik industri merupakan bidang ilmu yang memegang peranan penting dalam menciptakan sistem kerja yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan. Seiring berkembangnya zaman, dunia industri mengalami perubahan yang begitu cepat. Revolusi Industri 4.0 membawa dampak signifikan terhadap berbagai sektor, termasuk cara kerja dalam proses produksi barang dan jasa. Pabrik-pabrik yang sebelumnya bersifat konvensional dan mengandalkan sistem manual, kini mulai bertransformasi menjadi sistem yang lebih canggih dan terintegrasi dengan teknologi digital. Transformasi ini tidak hanya menyangkut perubahan alat produksi, tetapi juga mencakup pola pikir, strategi operasional, serta peningkatan kualitas sumber daya manusia. Teknik industri memiliki posisi strategis dalam mendampingi pergeseran ini. Dengan pendekatan sistemik, teknik industri memadukan berbagai komponen penting seperti manusia, mesin, metode kerja, informasi, dan energi ke dalam satu sistem yang saling terhubung dan terus-menerus dioptimalkan. Selain sebagai upaya modernisasi, transformasi teknik industri menuju ekosistem digital pintar juga menjadi strategi penting dalam menjawab tantangan globalisasi, efisiensi biaya, serta permintaan pasar yang semakin dinamis. Teknologi seperti IoT, AI, dan cloud computing membuka peluang besar untuk menghadirkan sistem produksi yang lebih fleksibel, cepat, dan hemat energi. Esai ini akan membahas secara komprehensif mengenai bagaimana teknik industri bertransformasi dari pabrik tradisional menuju ekosistem digital pintar. Pembahasan akan mencakup manfaat digitalisasi, tantangan implementasi, serta peran penting mahasiswa dan akademisi dalam membentuk masa depan industri yang terintegrasi dan berdaya saing tinggi. Isi Digitalisasi dalam Teknik Industri Sebelum era digital, sistem industri dijalankan secara terpisah tanpa integrasi yang memadai antara mesin, manusia, dan proses. Akibatnya, pengawasan dan kontrol kualitas harus dilakukan secara manual, yang seringkali menyebabkan keterlambatan produksi dan peningkatan biaya operasional. Transformasi digital mengatasi persoalan ini dengan menciptakan sistem yang saling terhubung dan mampu memberikan informasi secara real-time. Sensor dan perangkat IoT memungkinkan pemantauan proses produksi dari jarak jauh, bahkan dari perangkat mobile. Hal ini memberikan fleksibilitas kepada manajer produksi dalam mengambil keputusan strategis berbasis data aktual. Selain itu, digitalisasi memungkinkan proses produksi menjadi lebih adaptif terhadap permintaan pasar yang fluktuatif, serta memungkinkan pengelolaan inventaris secara otomatis dan akurat. Manfaat lain dari digitalisasi dalam teknik industri adalah peningkatan transparansi dan akuntabilitas. Dengan sistem pelaporan berbasis data yang terkomputerisasi, semua aktivitas produksi dapat dilacak dan dianalisis untuk menemukan titik-titik inefisiensi. Teknologi digital juga

mempercepat proses pelatihan tenaga kerja baru karena dokumentasi dan SOP dapat diakses secara digital dan interaktif (Zulfadlillah et al., 2024). Menuju Sistem Smart Manufacturing Transformasi digital menjadi fondasi dari lahirnya sistem smart manufacturing. Sistem ini menekankan pada produksi yang cerdas, adaptif, dan mampu belajar dari data. Dalam praktiknya, smart manufacturing mengandalkan jaringan sensor yang kompleks, pemrosesan data secara terpusat melalui cloud computing, serta penggunaan AI untuk pengambilan keputusan otomatis. Salah satu karakteristik utama dari smart manufacturing adalah kemampuannya dalam melakukan self-optimization. Sistem dapat mengenali pola, memprediksi gangguan, dan menyesuaikan jalannya produksi tanpa intervensi manusia. Penerapan AI dalam pengolahan data produksi membantu meningkatkan efisiensi waktu dan menurunkan jumlah produk cacat. Teknologi cloud computing juga memungkinkan kerja kolaboratif antara berbagai departemen dalam perusahaan, bahkan antara perusahaan dalam ekosistem rantai pasok. Semua pihak dapat mengakses data produksi yang sama secara bersamaan, mempercepat koordinasi, serta memperkuat fleksibilitas dalam merespons perubahan permintaan pelanggan (Abu Bakar et al., 2024). Tantangan Implementasi Transformasi Transformasi ke arah digital bukan tanpa hambatan. Salah satu tantangan terbesar adalah kesenjangan digital antara industri besar dengan industri kecil dan menengah (IKM). Banyak IKM belum memiliki infrastruktur teknologi yang memadai untuk mengadopsi sistem digital. Selain itu, transformasi digital membutuhkan investasi yang cukup besar, baik dari segi perangkat keras, perangkat lunak, maupun pelatihan SDM. Kendala lainnya adalah resistensi dari tenaga kerja terhadap perubahan. Beberapa pekerja merasa terancam dengan kehadiran teknologi yang menggantikan pekerjaan manual. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendekatan human-centered dalam transformasi ini. Pendekatan ini menempatkan manusia sebagai pusat dari perubahan, dengan fokus pada pelatihan, peningkatan keterampilan, dan pengembangan budaya kerja baru. Masalah keamanan siber juga menjadi isu penting. Ketika sistem industri terhubung melalui jaringan, maka potensi ancaman dari luar seperti peretasan dan kebocoran data menjadi lebih besar. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi dan firewall yang kuat serta kebijakan keamanan yang ketat agar industri tetap dapat beroperasi dengan aman (Estin et al., 2024). Manfaat dan Peluang Transformasi Transformasi digital membuka peluang besar bagi industri untuk meningkatkan efisiensi, menekan biaya, dan menciptakan nilai tambah baru. Salah satu manfaat langsung adalah penghematan energi karena sistem dapat diatur untuk bekerja dalam kondisi optimal dan menghindari pemborosan. Selain itu, perusahaan yang sudah bertransformasi digital dapat melakukan analisis prediktif terhadap tren pasar, yang memungkinkan perencanaan produksi lebih presisi. Hal ini mempercepat time-to-market dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Industri juga dapat menjalin integrasi lebih erat dengan mitra rantai pasok melalui sistem informasi yang terhubung. Penerapan prinsip-prinsip smart manufacturing juga sejalan dengan upaya mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Dengan mengurangi limbah, menekan emisi karbon, serta meningkatkan efisiensi energi, transformasi digital membantu industri menjadi lebih ramah lingkungan dan bertanggung jawab sosial (Nugrowibowo & Muslimin, 2023). Peran Mahasiswa dan Akademisi Teknik Industri

Dalam ekosistem industri digital, peran pendidikan tinggi menjadi sangat vital. Perguruan tinggi harus menyesuaikan kurikulumnya dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0. Mahasiswa teknik industri perlu dibekali dengan keterampilan baru seperti pengolahan data, pemrograman dasar, analisis statistik, dan pemahaman terhadap sistem informasi industri. Lebih jauh, mahasiswa harus dibentuk agar memiliki mindset inovatif dan kolaboratif. Proyek-proyek berbasis kasus nyata, magang industri, dan keterlibatan dalam riset harus menjadi bagian dari proses pendidikan. Hal ini penting agar lulusan tidak hanya menguasai teori, tetapi juga siap menghadapi dunia kerja yang penuh dengan dinamika teknologi. Akademisi juga berperan sebagai penggerak riset dan inovasi. Universitas harus menjadi pusat unggulan pengembangan teknologi tepat guna, inkubator bisnis, dan mitra strategis industri. Kolaborasi antara kampus dan industri dapat mempercepat difusi teknologi dan memperkuat ekosistem digital nasional (Sa'diyah, 2024). Penutup Transformasi teknik industri dari sistem konvensional menuju ekosistem digital pintar bukanlah sebuah pilihan, melainkan kebutuhan yang tidak dapat dihindari. Dengan teknologi seperti IoT, AI, big data, dan cloud computing, dunia industri telah memasuki babak baru yang menuntut kecepatan, ketepatan, dan konektivitas tinggi. Proses produksi yang dahulu memakan waktu lama kini dapat diselesaikan dengan efisien, bahkan dalam waktu singkat dan dengan biaya yang lebih rendah. Namun, keberhasilan transformasi ini sangat bergantung pada kesiapan semua pihak, mulai dari industri, pemerintah, hingga institusi pendidikan tinggi. Investasi pada infrastruktur digital harus diiringi dengan penguatan sumber daya manusia yang adaptif terhadap teknologi. Pendekatan yang bersifat kolaboratif dan human-centered menjadi kunci dalam memastikan keberlanjutan perubahan ini. Mahasiswa teknik industri harus mempersiapkan diri sejak dini. Mereka harus memahami bahwa masa depan industri bukan hanya soal mesin atau sistem, tetapi juga soal inovasi, kolaborasi, dan tanggung jawab sosial. Kampus sebagai tempat pembentukan karakter dan keterampilan harus menjadi ruang terbuka untuk eksperimen teknologi dan kerja sama industri. Dengan sinergi yang kuat antara teknologi dan manusia, transformasi teknik industri akan menjadi fondasi yang kokoh dalam membangun industri Indonesia yang modern, tangguh, dan berdaya saing global. Inilah saatnya untuk tidak hanya menjadi pengikut perkembangan teknologi, tetapi juga menjadi penciptanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Bakar, A., Rahmi, R., Wahyuni, R., & Firdaus, F. (2024). Implementasi sistem informasi manufaktur berbasis cloud untuk peningkatan kinerja dan responsivitas industri. *Jurnal Teknik dan Teknologi Tepat Guna*, 3(1), 20–26. <https://rcf-indonesia.org/jurnal/index.php/jtech/article/view/129>
- Estin, R., Pristiwaningsih, D. R., Atmojo, T. A., & Nadhifah, F. (2024). Transformasi digital di industri manufaktur: Dampak pada efisiensi operasional. *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, 14(2), 203–211. <https://doi.org/10.47709/elektriese.v14i02.4809>
- Nugrowibowo, S., & Muslimin, M. (2023). Smart manufacturing: Latest technologies and applications in industrial engineering. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(2), 305–308. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i2.12374>
- Sa'diyah, H. (2024). Transformasi industri dengan teknologi 4.0: Revolusi digital di era modern. *Maliki Interdisciplinary Journal*, 2(7), 353–358. <http://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mij/article/view/29773>
- Zulfadlillah, Z., Fathani, M. A., Noval, M., & Irwana, I. (2024). Penerapan sistem manufacturing 4.0 dengan integrasi Internet of Things (IoT) untuk optimalisasi efisiensi produksi. *JURITEK*, 4(1), 159–164. <https://doi.org/10.51903/juritek.v4i1.4041>

Teknologi Digital untuk Keberlanjutan Lingkungan yang Ramah Dan Efisiensi Energi

Nofitrayani Kurnia Desti

2400019097

Dunia saat ini dihadapkan dengan krisis lingkungan yang belum pernah terjadi sama sekalisebelumnya. Perubahan iklim ekstrem, polusi yang bertebaran dimana-mana, dan penipisan sumber daya alam menjadi ancaman nyata untuk keberlangsungan hidup di Bumi. Urgensi untuk menemukan solusi inovatif yang dapat memitigasi dampak negatif ini serta menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan semakin terasa. Di tengah tantangan ini, teknologi digital muncul sebagai agen perubahan yang sangat menjanjikan, menawarkan potensi transformatif dalam cara kita berinteraksi dengan lingkungan. Dari pengelolaan sumber daya hingga optimasi konsumsi energi, teknologi digital memiliki kapasitas untuk merevolusi pendekatan kita dengan pelestarian lingkungan. Esai yang saya tulis ini akan menganalisis bagaimana berbagai aplikasi teknologi digital bisa berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan yang ramah serta peningkatan efisiensi energi. Lebih lanjut, esai ini juga akan mengeksplorasi tantangan dan peluang yang menyertai implementasi teknologi-teknologi ini untuk mencapai tujuan keberlanjutan global. Dengan menggunakan pendekatan deskriptif-analitis berdasarkan tinjauan literatur dan studi kasus, diharapkan esai ini bisa memberikan pemahaman komprehensif tentang peran krusial teknologi digital dalam membentuk masa depan yang lebih hijau dan efisien.

Sebelum menyelami aplikasi spesifiknya, sangat penting untuk memahami apa yang dimaksud dengan teknologi digital dalam konteks ini dan bagaimana teknologi digital bisa terhubung dengan konsep keberlanjutan lingkungan serta efisiensi energi. Teknologi digital merujuk pada sebuah inovasi yang mencakup *Internet of Things (IoT)*, Kecerdasan Buatan (*AI*), *Big Data Analytics*, Komputasi Awan (*Cloud Computing*), dan *Blockchain*. Karakteristik utama dari teknologi ini adalah kemampuan untuk mengumpulkan, memproses, menganalisis, serta menyebarkan data dalam skala besar dan *real-time*, memungkinkan konektivitas, otomatisasi, dan pengambilan keputusan yang lebih cerdas. Di sisi lain, keberlanjutan lingkungan merupakan pilar dari pembangunan berkelanjutan, yang bertujuan memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Pilar ini secara spesifik berfokus pada pengurangan jejak karbon, pelestarian ekosistem, dan pengelolaan limbah yang efektif. Sejalan dengan keberlanjutan lingkungan, efisiensi energi didefinisikan sebagai upaya untuk mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan untuk menyediakan produk dan layanan. Hal ini sangat penting karena tidak hanya mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga menghemat biaya operasional dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi fosil yang terbatas. Integrasi ketiga konsep ini membentuk dasar bagi pemanfaatan teknologi digital sebagai alat dalam mencapai tujuan lingkungan yang ramah.

Pemanfaatan teknologi digital telah membuka berbagai inovasi dalam upaya menjaga lingkungan. Salah satu aplikasi paling signifikan adalah dalam pemantauan lingkungan cerdas (*smart environmental monitoring*). Melalui implementasi *Internet of Things* (IoT), sensor-sensor canggih sekarang bisa ditempatkan di berbagai lokasi untuk memantau kualitas udara, air, dan tanah secara *real-time*. Contohnya, di perkotaan, sensor polusi bisa memberikan data akurat tentang tingkat partikulat dan gas berbahaya, memungkinkan pemerintah dan warga untuk mengambil tindakan preventif atau responsif yang cepat. Di perairan, sensor dapat mendeteksi kontaminasi dan perubahan suhu air yang mengindikasikan ancaman terhadap ekosistem akuatik, sementara di hutan, sensor bisa mendeteksi tanda-tanda awal kebakaran hutan, meminimalkan kerusakan. Data yang dikumpulkan ini, ketika dianalisis dengan *Big Data Analytics* dan AI, menghasilkan wawasan yang lebih mendalam lagi, memungkinkan pengambilan sebuah keputusan berbasis bukti yang lebih efektif dan respons yang lebih cepat terhadap suatu ancaman lingkungan.

Selain pemantauan, teknologi digital juga merevolusi sektor pertanian melalui pertanian presisi dan pangan berkelanjutan. Penggunaan IoT dan AI dalam pertanian dapat memungkinkan optimasi penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk. Sensor kelembaban tanah dapat memicu sistem irigasi hanya ketika dibutuhkan, mengurangi pemborosan air secara signifikan. Drone yang dilengkapi dengan kamera multispektral bisa memetakan kesehatan tanaman dan mendeteksi hama-hama secara dini, memungkinkan petani untuk menerapkan pestisida dengan tepat sasaran, bukan dengan keseluruhan. Lebih lanjut, analisis data historis dan prediktif menggunakan AI bisa membantu petani menentukan waktu tanam dan panen secara lebih optimal, serta memprediksi hasil panen dengan lebih akurat. Semua ini berkontribusi pada pengurangan limbah air dan bahan kimia, sekaligus meningkatkan produktivitas pertanian dengan dampak lingkungan yang minimal, mendukung ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Kelanjutan dari upaya pelestarian lingkungan melalui teknologi digital juga terlihat jelas dalam sektor pengelolaan sampah dan daur ulang. Sistem pengelolaan sampah pintar, dengan memanfaatkan IoT, memungkinkan sensor pada tempat sampah untuk memberi tahu kepada petugas kebersihan ketika tempat sampah penuh, mengoptimalkan rute pengumpulan sampah dan mengurangi frekuensi pengangkutan yang tidak perlu. Ini tidak hanya menghemat bahan bakar dan mengurangi emisi, tetapi juga mengurangi penumpukan sampah di fasilitas publik. Lebih jauh lagi, teknologi *Blockchain* mulai digunakan untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam rantai pasokan daur ulang. Dengan mencatat setiap tahap siklus hidup material daur ulang – dari pengumpulan sampai pemrosesan akhir – *blockchain* dapat memastikan keaslian material daur ulang dan mendorong partisipasi yang lebih besar dalam ekonomi sirkular, mengurangi sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir.

Tidak hanya itu, teknologi digital juga memainkan peran penting dalam pelestarian keanekaragaman hayati. AI dan *Big Data* kini sudah digunakan untuk menganalisis data ekologis skala besar guna memantau populasi spesies, memahami pola migrasi, dan bahkan mendeteksi jika adanya aktivitas perburuan ilegal secara *real-time*. Misalnya,

rekaman suara dari hutan dapat dianalisis oleh AI untuk mengidentifikasi suara gergaji mesin atau tembakan senapan, memperingatkan pihak berwenang tentang akan adanya ancaman potensial. Sistem Informasi Geografis (GIS) terintegrasi dengan data satelit dan drone yang memungkinkan pemetaan habitat secara akurat, membantu para konservasionis dalam perencanaan dan pengelolaan kawasan konservasi yang lebih efektif. Dengan demikian, teknologi digital menawarkan alat yang kuat untuk perlindungan spesies yang terancam punah serta menjaga keseimbangan ekosistem, dan memberikan harapan baru untuk upaya konservasi global.

Selain kontribusinya pada keberlanjutan lingkungan secara umum, teknologi digital juga merupakan pendorong utama dalam mencapai efisiensi energi. Salah satu contoh paling menonjol adalah pengembangan *Smart Grids* (Jaringan Listrik Pintar). Melalui integrasi IoT dan AI, jaringan listrik pintar dapat memantau, mengontrol, dan mengoptimalkan distribusi energi secara dinamis. Mereka mampu mendeteksi adanya gangguan pasokan secara otomatis, mengalihkan beban, dan secara efisien mengintegrasikan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin ke dalam jaringan. Hal ini tidak hanya mengurangi kehilangan energi selama transmisi dan distribusi, tetapi juga meningkatkan keandalan pasokan listrik dan memfasilitasi transisi global menuju energi hijau, serta mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Penerapan teknologi digital dalam bangunan pintar (*smart buildings*) juga menunjukkan potensi efisiensi energi yang masif. Bangunan-bangunan ini dilengkapi dengan sensor IoT yang memantau kondisi lingkungan internal, seperti tingkat hunian, suhu, dan intensitas cahaya alami. Data ini kemudian diumpungkan ke sistem berbasis AI yang secara otomatis akan mengoptimalkan sistem pencahayaan, pemanasan, ventilasi, dan pendingin ruangan (HVAC). Misalnya, lampu bisa redup secara otomatis ketika ada cukup cahaya matahari, atau sistem pemanas dapat menyesuaikan diri berdasarkan pola kehadiran penghuni. Hasilnya adalah pengurangan konsumsi energi yang signifikan, menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi penghuni dengan jejak karbon yang lebih kecil.

Terakhir, transportasi cerdas (*smart transportation*) menjadi arena lain di mana teknologi digital bisa mendorong efisiensi energi. Melalui penggunaan AI dan *Big Data*, sistem manajemen lalu lintas dapat mengoptimalkan aliran kendaraan, mengurangi kemacetan dan waktu idle yang menyebabkan pemborosan bahan bakar dan emisi. Aplikasi berbagi kendaraan yang ditenagai oleh platform digital, serta sistem transportasi publik yang dioptimalkan dengan data *real-time*, mendorong pengurangan jumlah kendaraan pribadi di jalan. Ini secara langsung berkontribusi pada penurunan konsumsi bahan bakar fosil dan emisi gas rumah kaca yang terkait dengan sektor transportasi, menjadikan perjalanan lebih efisien dan ramah lingkungan.

Meskipun potensi teknologi digital dalam mendorong keberlanjutan lingkungan dan efisiensi energi sangat besar, implementasinya tidak lepas dari berbagai tantangan. Salah satu hambatan utama adalah biaya investasi awal yang seringkali tinggi, terutama untuk infrastruktur canggih seperti *smart grids* atau sistem pemantauan lingkungan berskala besar. Selain itu, kesenjangan digital yang masih signifikan antara negara maju dan berkembang dapat menghambat adopsi teknologi ini secara merata, memperlebar

ketidaksetaraan dalam akses terhadap berbagai solusi keberlanjutan. Keamanan data dan privasi juga menjadi kekhawatiran serius, mengingat volume data sensitif yang dikumpulkan oleh berbagai perangkat digital. Ironisnya, konsumsi energi teknologi digital itu sendiri, terutama dari pusat data dan perangkat keras yang haus daya, juga perlu dipertimbangkan dan dikelola agar tidak meniadakan manfaat yang dihasilkan. Terakhir, keterbatasan keahlian dan kapasitas sumber daya manusia yang mampu merancang, mengimplementasikan, dan mengelola sistem-sistem kompleks ini menjadi tantangan tersendiri yang cukup besar.

Namun, di balik tantangan tersebut terdapat peluang yang tak kalah besar. Teknologi digital bisa menjadi katalisator bagi inovasi berkelanjutan, mendorong sebuah penelitian dan pengembangan solusi-solusi baru yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Ini juga memfasilitasi kolaborasi global antar negara, organisasi, dan individu dalam mengatasi masalah lingkungan lintas batas. Melalui penyediaan informasi dan alat yang sangat relevan, teknologi digital bisa memberdayakan masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam upaya konservasi dan efisiensi. Lebih jauh lagi, adopsi teknologi ini membuka pintu bagi model bisnis baru yang berorientasi pada ekonomi hijau dan sirkular. Untuk mengoptimalkan peluang ini, rekomendasi kebijakan dan strategi implementasi sangatlah krusial. Pemerintah perlu menyediakan regulasi yang sangat mendukung, insentif finansial, dan investasi dalam infrastruktur digital. Sektor swasta harus didorong untuk berinovasi lebih dan mengintegrasikan keberlanjutan dalam model bisnis inti mereka. Selain itu, pendidikan dan peningkatan kapasitas SDM harus menjadi prioritas utama untuk memastikan tenaga kerja yang kompeten. Akhirnya, kemitraan multi-stakeholder antara pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat sipil akan menjadi kunci keberhasilan implementasi teknologi digital untuk masa depan yang berkelanjutan.

Secara keseluruhan, jelas bahwa teknologi digital memiliki potensi transformatif yang luar biasa dalam memitigasi krisis lingkungan dan mendorong efisiensi energi. Dari pemantauan lingkungan *real-time* hingga optimalisasi konsumsi energi di berbagai sektor, aplikasi teknologi seperti IoT, AI, dan *Big Data* telah membuka jalan bagi solusi-solusi inovatif yang sebelumnya tidak pernah terbayangkan. Meskipun terdapat tantangan signifikan terkait biaya, kesenjangan digital, dan konsumsi energi internal teknologi itu sendiri, manfaat yang ditawarkan oleh digitalisasi untuk tujuan keberlanjutan jauh lebih besar. Dengan strategi implementasi yang terstruktur, kolaborasi lintas sektor, dan dukungan kebijakan yang tepat, kita dapat memanfaatkan kekuatan penuh teknologi digital untuk membangun masa depan yang lebih hijau, lebih efisien, dan lebih tangguh. Ini bukan lagi sekadar pilihan, melainkan sebuah keharusan, untuk memastikan planet yang sehat bagi generasi yang mendatang, di mana inovasi teknologi menjadi pilar utama dalam mencapai tujuan keberlanjutan global dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, L., & Li, Y. (2021). The role of AI in smart environmental monitoring systems. *Journal of Environmental Informatics*, 15(2), 123-135.
- Davies, M., & White, A. (2019). Smart grids and renewable energy integration: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 112, 1-10.
- Jones, R. (2018). *Energy Efficiency in the Age of IoT*. EcoSolutions Press..
- Putra, G. A., & Lestari, S. W. (2021). Desain sistem smart grid berbasis energi terbarukan untuk efisiensi energi di kawasan industri. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 19(1), 376-401
- Sari, R., & Wibowo, Y. A. (2023). Pemanfaatan sensor IoT untuk monitoring kualitas air sungai perkotaan. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(2), 37-42
- Smith, J. (2020). *Digital Technologies for a Sustainable Future*. GreenTech Publishing.
- Wijaya, B., & Cahyadi, F. (2024). Perancangan dan implementasi sistem otomasi bangunan pintar untuk efisiensi energi listrik. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(3), 62-83.

Sistem Irigasi Cerdas Berbasis IoT

Magfirah Samsi

IoT (Internet of Things) pertama kali dikemukakan oleh Kevin Ashton, seorang pionir teknologi asal Inggris yang dikenal sebagai Father of IoT. Ia menciptakan dengan istilah “Internet of Things” pada tahun 1999 saat bekerja di Procter & Gamble dan kemudian di Auto ID Center, MIT, Cambridge, Amerika Serikat. Ashton mengimplementasikan ide menghubungkan perangkat fisik ke internet menggunakan teknologi RFID, sehingga objek-objek benda bisa saling berkomunikasi dan berbagi data tanpa campur tangan manusia. Konsep utama dari IoT adalah agar komputer dapat mengumpulkan data dari dunia nyata secara otomatis melalui sensor, bukan hanya dari input manusia. Dengan begitu, segala sesuatu bisa dipantau, dihitung, dan dikelola lebih efisien. Sejak saat itu, IoT berkembang pesat berkat kemajuan teknologi sensor, jaringan nirkabel, dan komputasi awan, sehingga banyak perangkat kini bisa terhubung dan dikendalikan secara otomatis oleh manusia. Contoh IoT di kehidupan sehari-hari misalnya: 1. Smart home yaitu Lampu, AC, atau CCTV yang bisa dikontrol lewat HP. 2. Smartwatch yaitu jam tangan yang memantau kesehatan dan terhubung ke internet. 3. Irigasi otomatis yaitu sistem penyiraman tanaman yang aktif sendiri saat tanah kering. Ide dasar IoT itu pertama kali muncul dari Kevin Ashton, orang Inggris yang kerja di Amerika. Tahun 1999, dia kepikiran gimana caranya benda-benda kayak alat rumah tangga bisa nyambung ke internet dan saling ngobrol tanpa perlu manusia yang ngatur langsung. Awalnya, dia pakai teknologi RFID supaya komputer bisa ngumpulin data sendiri dari dunia nyata, jadi semuanya bisa dipantau dan diatur otomatis. Sekarang, berkat teknologi yang makin canggih, makin banyak barang yang bisa terhubung dan dikendalikan lewat internet, nggak ribet lagi. Pertanian adalah kegiatan manusia yang memanfaatkan sumber daya hayati dan alam seperti tumbuhan dan hewan, untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, dan kebutuhan lainnya. Aktivitas ini mencakup budidaya tanaman, pemeliharaan ternak, hingga pengolahan dan distribusi produk pertanian. Pertanian sangat penting karena menjadi sumber utama pangan dan penghidupan bagi banyak orang, terutama di daerah pedesaan. Irigasi sangat penting dalam pertanian karena mengatur pasokan air agar tanaman tumbuh optimal, terutama saat musim kemarau. Pemerintah Indonesia terus membangun dan merehabilitasi jaringan irigasi untuk mendukung produktivitas pertanian dan ketahanan pangan. Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air untuk menunjang pertanian agar lebih efisien, terutama pada tanaman agar mendapatkan cukup air untuk tanaman tumbuh dengan optimal. Sistem irigasi ini sangat penting untuk petani karena air tidak selalu tersedia secara alami, terutama pada musim kemarau atau daerah yang curah hujannya rendah. Jenis-jenis irigasi sebagai berikut: 1. Irigasi permukaan yaitu air yang dialirkan di atas permukaan tanah, biasanya dari sungai atau bendungan, dan digunakan di sawah. 2. Irigasi bawah permukaan yaitu air yang dialirkan melalui pipa di bawah tanah, cocok untuk tanah bertekstur sedang hingga kasar. 3. Irigasi

curah (sprinkler) yaitu air yang disemprotkan seperti hujan menggunakan alat khusus, sehingga merata di lahan. 4. Irigasi tetes yaitu air yang diberikan langsung ke akar tanaman lewat tetesan, sangat efisien dan menghemat air. 5. Irigasi pompa yaitu menggunakan pompa untuk mengalirkan air dari sumber bawah tanah atau sungai ke lahan pertanian. 6. Irigasi ember/timba yaitu cara manual yang banyak dipake petani dengan membawa air menggunakan ember, biasanya di daerah terpencil. Setiap jenis irigasi punya kelebihan dan kekurangan, tergantung kondisi lahan, sumber air, dan kebutuhan tanaman. Pertanian itu kegiatan manusia buat menanam tanaman atau memelihara hewan supaya bisa dapet makanan dan kebutuhan sehari-hari. Di Indonesia, ada banyak jenis pertanian, misalnya sawah buat padi, kebun sawit atau kopi, ladang yang suka pindah-pindah, sampai hidroponik yang nggak pakai tanah. Air itu penting banget buat pertanian, makanya ada irigasi biar tanaman nggak kekeringan, apalagi pas musim kemarau. Macam-macam pertanian yang ada di Indonesia seperti: 1. Pertanian sawah adalah membudidaya padi di lahan yang berair. 2. Pertanian ladang adalah membudidaya tanaman di lahan yang kering dengan sistem berpindah-pindah tidak menetap. 3. Perkebunan adalah tanaman dengan jangka panjang seperti kelapa sawit, kopi, kelapa dan lain sebagainya. 4. Hortikultura adalah pertanian yang menanam seperti sayur, buah, dan tanaman hias. 5. Peternakan adalah pemeliharaan hewan seperti sapi, ayam, dan kambing. 6. Pertanian hidroponik adalah menanam tanpa menggunakan tanah. Pertanian modern akan menghadapi tantangan yang besar dalam pengelolaan air, terutama di tengah perubahan iklim dan kebutuhan pangan yang terus meningkat. Salah satu solusi inovatif adalah sistem irigasi cerdas berbasis sensor kelembaban tanah, yang mampu mengoptimalkan penggunaan air dan meningkatkan efisiensi pertanian (sumber). Pertanian di Indonesia sangat bergantung pada pasokan air yang cukup dan tepat waktu. Namun, metode irigasi tradisional sering boros air dan kurang efisien. Teknologi Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi cerdas untuk mengoptimalkan penggunaan air melalui pengontrolan otomatis berbasis data real-time dari sensor kelembaban tanah. Sektor pertanian di Indonesia sangat membutuhkan ketersediaan air yang stabil. Sayangnya, teknik irigasi konvensional sering kali tidak efisien dan menyebabkan pemborosan air. Dengan adanya Internet of Things (IoT), kini pengelolaan irigasi bisa dilakukan secara otomatis dan lebih hemat melalui pemantauan sensor secara langsung. Pertanian di Indonesia sangat mengandalkan ketersediaan air yang cukup agar tanaman dapat tumbuh optimal. Namun, penggunaan air yang tidak terkontrol pada sistem irigasi tradisional sering menyebabkan pemborosan dan menurunkan efisiensi. Seiring kemajuan teknologi, Internet of Things (IoT) menjadi solusi inovatif yang memungkinkan pengelolaan air irigasi secara otomatis dan presisi. Dengan IoT, petani dapat memantau kondisi lahan dan mengatur penyiraman tanaman dari jarak jauh, sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien dan hasil pertanian meningkat. Sistem irigasi cerdas memanfaatkan sensor kelembaban tanah yang tertanam di lahan untuk mendeteksi tingkat kebasahan tanah secara real-time. Data dari sensor ini dikirim ke server atau aplikasi, yang kemudian mengatur kapan dan seberapa banyak air yang perlu diberikan ke tanaman. Jika kelembaban tanah turun di bawah setpoint tertentu (misal 50%), pompa air otomatis menyala untuk mengairi tanaman, dan akan berhenti saat kelembaban sudah optimal.

Teknologi ini mengurangi pemborosan air, memastikan tanaman mendapat air sesuai kebutuhan, dan bisa dipantau jarak jauh lewat aplikasi smartphone (sumber). Penggunaan sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 80-95% dibandingkan irigasi konvensional (sumber). Sistem irigasi cerdas IoT menggabungkan sensor kelembaban tanah, pompa air otomatis, dan platform online untuk memantau serta mengatur irigasi secara real-time. Data sensor dikirim ke aplikasi yang memproses informasi dan mengaktifkan irigasi hanya saat tanaman benar-benar membutuhkan air. Penelitian menunjukkan penggunaan sistem ini mampu mengurangi konsumsi air hingga 30-60% dibandingkan metode konvensional, sekaligus memudahkan petani mengontrol irigasi dari jarak jauh lewat smartphone. Selain efisiensi air, sistem ini juga meningkatkan hasil panen dan mendukung pertanian berkelanjutan secara ekonomi dan lingkungan. Selain efisiensi air, sistem irigasi berbasis IoT juga meningkatkan produktivitas pertanian. Tanaman mendapatkan air sesuai kebutuhan, sehingga pertumbuhan dan hasil panen menjadi lebih optimal. Dengan adanya data historis dari sensor, petani juga dapat menganalisis pola kebutuhan air tanaman di setiap musim, sehingga dapat merencanakan irigasi dengan lebih baik di masa mendatang. Implementasi sistem ini membutuhkan investasi awal untuk pengadaan sensor, perangkat IoT, dan pelatihan petani. Namun, manfaat jangka panjang seperti penghematan air, peningkatan hasil panen, dan efisiensi kerja membuat investasi ini sangat layak. Dukungan pemerintah dan kolaborasi dengan lembaga riset juga diperlukan agar teknologi ini dapat diadopsi secara luas di berbagai wilayah pertanian Indonesia. Sistem irigasi cerdas berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan memudahkan pemantauan lahan secara real-time. Dengan teknologi ini, petani dapat mengoptimalkan hasil panen dan mengurangi pemborosan sumber daya. Diharapkan pengembangan sistem ini terus berlanjut agar pertanian di Indonesia semakin maju dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Prasetyo, E. &. (2021). Implementasi IoT pada sistem irigasi pertanian . Jurnal Teknologi Pertanian , 15(2), 45-52.
- Rahman, F. (2023). Smart irrigation system using IoT. International Journal of Agriculture, 10(3), 120-128.
- Sari, D. P. (2022). Pengembangan irigasi otomatis berbasis Internet of Things. Jurnal Ilmiah Informatika, 8(1), 33-40.
- Setiawan, A. (2022). Aplikasi sensor kelembaban tanah pada smart irrigation. Prosiding Seminar Nasional Teknologi, 7(1), 88-94.
- Susanto, B. (2020). Teknologi pertanian modern di Indonesia. Jakarta: Penerbit Andi, -.

Peran *Supply Chain Management* dalam Menjamin Kelancaran Produksi

Muhammad Abim Pratama

2400019109

Dalam industri modern yang kompetitif, perusahaan tidak hanya dituntut untuk memproduksi barang secara efisien, tetapi juga memastikan bahwa produk tersebut sampai ke tangan konsumen tepat waktu dan dalam kondisi terbaik. Di sinilah pentingnya peran Supply Chain Management (SCM) atau manajemen rantai pasok. SCM merupakan sistem terintegrasi yang mengatur aliran barang, informasi, dan uang dari pemasok bahan baku hingga konsumen akhir.

SCM atau Supply Chain Management mencakup beberapa elemen penting seperti perencanaan permintaan (*demand planning*), pengadaan bahan baku, produksi, distribusi, hingga pelayanan konsumen. Dalam Teknik Industri, SCM diajarkan sebagai bagian dari optimasi sistem terintegrasi, karena setiap tahap dalam rantai pasok saling memengaruhi satu sama lain. Misalnya, keterlambatan pasokan bahan baku dari vendor bisa menyebabkan lini produksi berhenti, yang akhirnya berdampak pada keterlambatan pengiriman barang ke konsumen. Untuk itu, dibutuhkan sistem yang mampu memantau dan mengatur semua proses tersebut secara real time. Dengan bantuan teknologi seperti Enterprise Resource Planning (ERP) dan Internet of Things (IoT), perusahaan dapat memonitor seluruh aktivitas dalam rantai pasok, menganalisis data, dan mengambil keputusan cepat untuk menghindari hambatan produksi. Peran ini sangat penting khususnya pada industri yang bergerak cepat seperti makanan, farmasi, atau elektronik.

Manajemen rantai pasok bukan sekadar proses logistik, tetapi bagian dari strategi bisnis yang vital. Seorang lulusan Teknik Industri dituntut untuk memahami alur ini secara

DAFTAR PUSTAKA

- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (7th ed.). Pearson Education.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management* (13th ed.). Pearson.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Media Sosial Untuk Pelayanan Kesehatan yang Ramah dan Bersahabat

Nazla Khaira Adz Dzurry

2400019090

Pendahuluan

Berkembangnya zaman yang semakin pesat dan canggih, teknologi juga mengalami perkembangan yang sangat pesat di era digital salah satunya yaitu media sosial sebagai sarana komunikasi yang cepat, luas, dan interaktif. Media sosial menjadi salah satu sarana komunikasi yang banyak digunakan dikalangan masyarakat baik anak-anak hingga dewasa. Pengguna media sosial telah mencapai angka 3,8 miliar pada tahun 2020 di seluruh dunia, yang menandakan bahwa media sosial telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Media sosial tidak hanya digunakan untuk sarana komunikasi dan hiburan, tetapi juga digunakan untuk layanan publik untuk informasi salah satunya yaitu layanan informasi kesehatan pada rumah sakit. Oleh karena itu hal ini bisa menjadi peluang bagi pihak rumah sakit agar dapat memberikan layanan informasi kesehatan yang lebih luas kepada masyarakat dan dapat menjalin hubungan yang lebih ramah, bersahabat, dan responsif dengan pasien.

Sebelum berkembangnya media sosial, masyarakat mengalami keterbatasan untuk melakukan konsultasi kesehatan pada rumah sakit. Dalam era teknologi yang semakin canggih ini, media sosial membawa perubahan yang besar dalam kehidupan sehari-hari. Dalam bidang kesehatan, digitalisasi bisa menjadi pendorong utama transformasi diberbagai aspek khususnya dalam konteks kesehatan yang dimana dapat menawarkan potensi yang signifikan untuk meningkatkan akses, efisiensi, dan kualitas layanan kesehatan pada sebuah instansi .

Pembahasan

Namun ada beberapa penyebab atau alasan utama yang menjadi keterbatasan masyarakat dalam melakukan konsultasi layanan kesehatan sebelum adanya media sosial yaitu:

1. Keterbatasan informasi dan akses

Sebelum adanya media sosial atau era digital, informasi yang didapatkan oleh masyarakat mengenai jadwal dokter, jenis layanan, atau prosedur pemeriksaan itu sangat terbatas, karena hanya tersedia secara fisik melalui brosur, papan pengumuman, atau informasi langsung dari pihak rumah sakit. Hal ini yang menyebabkan kesulitan bagi masyarakat terutama yang tinggal di daerah yang jauh dari rumah sakit. Setelah adanya media sosial semua layanan yang ada dapat dijangkau oleh masyarakat dengan mudah.

2. Antrian dan waktu tunggu yang lama

Sebelum adanya media sosial dan sistem digital, proses konsultasi dirumah sakit dilakukan secara manual dan langsung. Masyarakat yang ingin berkonsultasi harus datang lebih awal dan mengambil nomor antrian dan menunggu giliran untuk melakukan konsultasi dengan dokter. Hal ini menyebabkan antrean yang sangat panjang dan kurangnya efisiensi terhadap waktu, dan juga dapat berdampak buruk pada masyarakat yang memiliki kondisi tidak stabil atau mudah lelah karena waktu tunggu yang lama dapat menyebabkan masyarakat stress dan tidak nyaman saat menunggu antrean tersebut. Setelah adanya media sosial, masalah antrian ini bisa teratasi karena masyarakat tidak lagi berdesak-desakan untuk mengambil antrian karena sudah bisa dilakukan melalui platform digital yang disediakan.

3. Keterbatasan jam operasional

Sebelum memanfaatkan media sosial atau platform daring, pelayanan konsultasi kesehatan hanya tersedia selama jam kerja resmi, yaitu antara pukul 07.00 – 17.00 WIB. Artinya masyarakat sering mengalami kesulitan untuk datang dan berkonsultasi karna adanya batasan waktu. Selain itu, kondisi ini juga menjadi resiko apabila terdapat kasus yang harus ditangani dengan cepat. Hal ini menunjukkan betapa terbatasnya layanan konsultasi kesehatan sebelum adanya era digital. Dengan adanya media sosial jam operasional bisa lebih fleksibel dalam menangani konsultasi dari masyarakat.

4. Letak rumah sakit

Letak rumah sakit juga sangat memengaruhi keterbatasan masyarakat dalam melakukan konsultasi ke rumah sakit, terutama masyarakat yang tinggal di daerah terpencil dan jauh dari fasilitas rumah sakit mereka harus melakukan perjalanan yang Panjang dan waktu tempuh yang lama hingga sampai ke rumah sakit tersebut. Hal ini sangat sulit bagi mereka untuk melakukan konsultasi terutama disaat keadaan darurat. Oleh karena itu dengan adanya media sosial ini mereka bisa melakukan konsultasi secara online dari rumah dan tidak perlu datang ke rumah sakit kecuali memang harus ada penanganan langsung dari dokter.

5. Biaya konsultasi yang tinggi

Bagi sebagian masyarakat biaya pengobatan atau konsultasi pada rumah sakit tergolong mahal, terutama dari golongan ekonomi menengah kebawah. Biaya ini termasuk biaya registrasi, konsultasi, atau biaya tambahan lainnya. Hal ini yang menyebabkan masyarakat lebih memilih membeli obat sendiri tanpa tahu jelas keluhan yang dialami.

Kehadiran era digital membawa perubahan besar dalam dunia pelayanan kesehatan pada rumah sakit dalam menangani keluhan masyarakat dan berjalannya sistem di rumah sakit. Rumah sakit bisa menjalin komunikasi dua arah secara real time dengan masyarakat tentang layanan medis, konsultasi kesehatan, jadwal dokter hingga prosedur administrasi rumah sakit melalui platform digital. Dengan adanya media sosial atau platform digital ini

rumah sakit dapat menyelesaikan permasalahan yang ada dengan memberikan edukasi kesehatan secara berkala kepada masyarakat, menanggapi keluhan pasien secara cepat, menyebarkan informasi yang berkaitan dengan jadwal dokter dan jadwal konsul secara langsung, serta dapat menyediakan layanan konsultasi secara online. Selain itu dengan menggunakan sistem ini biaya yang dikeluarkan lebih efisien dan mempermudah masyarakat yang tinggal di daerah yang jauh dari rumah sakit. Tetapi tidak semua masalah kesehatan bisa ditangani melalui media sosial ini contohnya kasus yang harus ditangani langsung oleh dokter seperti kecelakaan, operasi, dan masalah darurat lainnya. Media sosial ini hanya digunakan untuk mempermudah proses admistrasi layanan kesehatan yang ringan seperti konsultasi mengenai kesehatan, edukasi kesehatan, dan jadwal konsultasi serta jadwal praktik dokter.

Dengan menggunakan media sosial, maka pihak kesehatan harus memahami beberapa prinsip dalam pelayanan kesehatan yang ramah dan bersahabat dalam menggunakan media sosial yaitu menggunakan bahasa yang sopan, jelas, dan mudah dimengerti agar bisa dipahami oleh masyarakat. Dalam video edukasi yang dibuat harus berisi informasi yang jelas dan menarik serta mudah dipahami. Menanggapi seluruh keluhan dan konsultasi pasien dengan baik dan ramah.

Seiring berjalannya waktu banyak rumah sakit di Indonesia yang sudah memanfaatkan media sosial dan platform digital dalam mempermudah proses admistrasi kesehatan dan pelayanan konsultasi kesehatan terhadap pasien.

Beberapa rumah sakit yang sudah memanfaatkan media sosial atau platform digital tersebut yaitu:

1. RSUP Dr. Cipto Mangunkusumo Jakarta

Rumah sakit ini menggunakan media sosial berupa instagram, dan twitter, dan juga memiliki aplikasi resmi yaitu RSCMKu. Aplikasi ini merupakan platform digital yang dikembangkan untuk mempermudah pasien dan masyarakat dalam mengakses layanan rumah sakit secara digital dan mandiri. Jenis layanan yang digunakan pada rumah sakit ini yaitu telekonsultasi dengan dokter menggunakan aplikasi, live streaming edukasi dan tanya jawab dengan instagram, serta informasi jadwal dokter, pendaftaran online, hasil lab dan rekam medis.

2. RSUD Dr. Soetomo, Surabaya

Rumah sakit ini menggunakan media Instagram dan juga aplikasi SIMRS (Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit). Aplikasi ini digunakan untuk meningkatkan efisiensi pelayanan rumah sakit, mempercepat akses informasi pasien, dan mendukung sistem paperless hospital (tanpa kertas). Jenis layanannya yaitu telekonsultasi melalui aplikasi, pemesanan antrian, informasi jadwal dokter, dan hasil pemeriksaan online. Keunggulan dari aplikasi ini adalah sudah terintegrasi dengan BPJS Kesehatan dan terjangkau bagi Masyarakat kelas menengah kebawah.

3. RS Siloam Hospital Group

Rumah sakit ini menggunakan media Instagram, tiktok, dan aplikasi Mysiloam. Aplikasi ini digunakan untuk mempermudah pasien dalam berbagai aktivitas layanan kesehatan. Jenis layanannya yaitu mendaftar, mengubah jadwal, atau membatalkan janji konsultasi langsung dengan aplikasi, dapat mengakses resume

medis, hasil lab dan radiologi, tagihan rawat inap, dan analisis kesehatan, serta juga pengantaran obat ke rumah keunggulan dari rumah sakit ini adalah sudah berkolaborasi dengan apotek untuk pengiriman obat.

4. RS Hermina Group

Rumah sakit ini menggunakan media Instagram, youtube, dan juga aplikasi sendiri yaitu Hermina Mobile App. Aplikasi ini digunakan untuk mempermudah proses booking dokter dan check in mandiri, mengurangi antrian di rumah sakit, memberi akses cepat yang mengalami keadaan darurat, dan menyediakan informasi medis serta edukasi dalam satu platform.

5. Rumah Sakit Akademik UGM (RSA UGM), Yogyakarta

Rumah sakit ini menggunakan media berupa platform website resmi, zoom, dan Instagram. Website ini dirancang untuk memudahkan pasien dalam layanan pendaftaran, informasi jadwal dokter, pengecekan antrian, dan informasi hasil lab. Jenis layanan pada rumah sakit ini yaitu joempa dokter yang merupakan layanan telemedicine berbasis video untuk konsultasi medis jarak jauh dengan dokter dan tenaga kesehatan. Proses konsultasi online berjalan selama 10-30 menit pada kasus tertentu, serta juga menyediakan layanan untuk antar resep obat ke rumah pasien.

6. RSUD Bali Mandara, Denpasar

Rumah sakit ini menggunakan media platform seperti Instagram dan juga memiliki sendiri yaitu aplikasi SIFORGI yang dirancang untuk memberi informasi mengenai layanan kesehatan pada pasien secara online. Jenis layanannya yaitu informasi prosedur medis, jadwal dokter, lokasi, dan fasilitas rumah sakit. Edukasi tentang kesehatan dan juga pelayanan vaksinasi dan imunisasi dengan pemantauan melalui whatsapp. Rumah sakit ini juga sangat adaptif terhadap kondisi darurat dan mendekatkan layanan kepada Masyarakat termasuk yang tinggal di desa.

7. RS Islam Jakarta (RSIJ)

Rumah sakit ini menggunakan media platform seperti Instagram, youtube, tiktok, dan website yang digunakan untuk menyebarkan informasi layanan kesehatan, tips kesehatan, jadwal praktek, serta pemesanan layanan melalui website. Jenis layanannya yaitu tanya jawab dengan tenaga medis secara online dan edukasi secara islam mengenai kesehatan tubuh.

Penutup

Dari beberapa contoh rumah sakit diatas kita dapat mengetahui bahwa era digital ini banyak membawa perubahan yang lebih baik terutama dalam dunia kesehatan. Dengan adanya era digital, pelayanan pada rumah sakit dapat teratasi dengan baik dan lebih efisien. Selain itu dengan adanya era digital ini kita bisa memanfaatkan teknologi yang sudah berkembang ini dengan baik untuk hal yang bermanfaat. Meski memiliki banyak kelebihan, di era digital ini pengguna media sosial juga memiliki tantangan tersendiri. Rumah sakit yang menggunakan platform era digital harus bisa menjaga privasi dan kerahasiaan data pasien. Selain itu, informasi yang disampaikan harus benar dan berasal dari sumber yang terpercaya untuk menghindari penyebaran hoaks atau informasi yang salah. Rumah sakit juga harus memiliki tim pengelola yang kompeten dan profesional dalam mengelola media sosial dan paham etika komunikasi digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Fattah, R., & Nadjib, M. (2023). Efektivitas pemasaran melalui media sosial dalam meningkatkan kunjungan pasien di rumah sakit: Literature review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(4), 545-552.
- Pandhika, D. A., & Titi Stiawati, I. E. J. (2023). Pemanfaatan Media Sosial sebagai Alat Promosi Kesehatan Rumah Sakit di Indonesia: Literature Review. *Faletehan Health*, 2.
- Prawiroharjo, P., & Librianty, N. (2017). Tinjauan Etika Penggunaan Media Sosial oleh Dokter. *Jurnal Etika Kedokteran Indonesia*, 1(1), 31.
- Qodariyah, Y., & Yuliaty, F. (n.d.). *Efektifitas Media Sosial sebagai Strategi Pemasaran Digital di Klinik Ash-ShiddiQ Ciwalen*. Manajemen Rumah Sakit, Universitas Sangga Buana.
- SA, M. F., & Pujiyanto, P. (2021). Efektivitas Penggunaan Media Sosial dalam Pemasaran Rumah Sakit: Systematic Review. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat: Media Komunikasi Komunitas Kesehatan Masyarakat*, 13(2), 100-108.

Human Centered Tantangan dan Peluang Di Masa Depan

Pandu Alfian

2400019077

Pendahuluan

Dalam lanskap teknologi yang terus berkembang pesat, Kecerdasan Buatan (AI) telah menjadi pilar utama inovasi yang membentuk kembali cara kita hidup, bekerja, dan berinteraksi. Namun, di balik kemajuan yang mengagumkan ini, muncul kesadaran kritis akan pentingnya menempatkan manusia sebagai inti dari setiap aspek pengembangan dan implementasi AI. Inilah yang melahirkan paradigma Human-Centered AI (HCAI). HCAI bukan sekadar tentang menciptakan algoritma yang lebih cerdas atau sistem yang lebih efisien; ia adalah tentang membangun teknologi yang secara fundamental dirancang untuk memahami, berkolaborasi dengan, dan membantu manusia secara etis dan transparan. Lebih dari sekadar otomatisasi, HCAI bertujuan untuk memastikan bahwa inovasi ini benar-benar meningkatkan kualitas hidup, memperkaya pengalaman manusia, dan menciptakan dampak positif yang meluas di masyarakat. Esai ini akan mengulas secara mendalam esensi HCAI, perannya yang krusial dalam membentuk Revolusi Industri 5.0 dan Society 5.0, serta menyoroti berbagai tantangan dan peluang yang terbentang di masa depan, dengan mempertimbangkan berbagai studi kasus dan tujuan strategis yang ingin dicapai. Pembahasan A. Esensi dan Konteks HCAI Filosofi inti dari HCAI adalah keyakinan fundamental bahwa teknologi harus menjadi alat yang melayani dan memberdayakan kemanusiaan, bukan sebaliknya. Pendekatan ini menuntut agar sistem AI dirancang selaras dengan tujuan dan nilai-nilai manusia, memastikan bahwa keberadaannya tidak hanya efisien dalam fungsi teknis, tetapi juga memberikan manfaat sosial yang lebih luas dan berkelanjutan.

Prinsip-prinsip fundamental yang menopang HCAI sangat krusial dalam memastikan pengembangan AI yang bertanggung jawab:

1. **Transparansi dan Akuntabilitas:** Ini adalah pilar utama HCAI. Pengguna harus memiliki pemahaman yang jelas tentang bagaimana AI bekerja dan mengapa keputusan tertentu dibuat. Seperti yang ditekankan oleh DQLab (2024), "pengguna harus memahami bagaimana AI bekerja dan mampu mempertanyakan serta memahami keputusannya." Transparansi ini krusial untuk membangun kepercayaan dan memungkinkan adanya mekanisme pengawasan serta koreksi jika terjadi bias atau kesalahan. Tanpa transparansi, AI bisa menjadi "kotak hitam" yang sulit dipahami dan dipertanggungjawabkan, menimbulkan kekhawatiran etis dan hukum.
2. **Penghormatan terhadap Privasi:** Perlindungan data pengguna dan pencegahan invasi privasi adalah hal yang tidak dapat ditawar. Sistem AI harus dirancang dengan keamanan data sebagai prioritas utama, mengikuti prinsip *privacy by design* untuk memastikan informasi pribadi terlindungi sejak tahap awal pengembangan dan sepanjang siklus hidup sistem. Ini berarti pengumpulan, penyimpanan, dan

pemrosesan data harus dilakukan dengan sangat hati-hati dan sesuai dengan regulasi yang berlaku.

3. Akses dan Inklusi yang Setara: AI harus dapat diakses oleh semua lapisan masyarakat, tanpa memandang latar belakang, kemampuan, atau kondisi geografis. SoalTekno (2024) menekankan bahwa HCAI berfokus pada "bagaimana teknologi dapat meningkatkan kehidupan manusia dan menciptakan dampak positif bagi masyarakat." Oleh karena itu, desain inklusif memastikan bahwa teknologi ini bermanfaat bagi semua orang, termasuk kelompok rentan, dan tidak memperdalam kesenjangan digital atau sosial yang ada. Ini juga berarti menghindari bias dalam data pelatihan AI yang dapat menyebabkan diskriminasi terhadap kelompok tertentu.
4. Keterlibatan Aktif Pengguna: Pengguna tidak hanya dipandang sebagai penerima manfaat atau konsumen pasif, tetapi sebagai mitra kolaboratif aktif dalam proses desain. DQLab (2024) menyoroti bahwa "pengguna dipandang sebagai peserta aktif dan mitra kolaboratif dalam proses desain, dengan umpan balik mereka dipertimbangkan di setiap tahap pengembangan, dari perencanaan hingga pengujian dan implementasi." Umpan balik mereka sangat vital di setiap tahap pengembangan, dari perencanaan awal, perancangan, pengujian, hingga implementasi. Pendekatan ini memastikan bahwa AI yang dihasilkan benar-benar memenuhi kebutuhan dan harapan manusia, menciptakan hubungan yang lebih personal dan empatik antara manusia dan teknologi. Dalam konteks yang lebih luas, HCAI terintegrasi secara fundamental dengan konsep Revolusi Industri 5.0 dan terwujudnya Society 5.0. Teknosional (2024) menjelaskan Revolusi Industri 5.0 sebagai "Era Kolaborasi Manusia dan Mesin." Ini menandai pergeseran paradigma dari otomatisasi murni—di mana mesin menggantikan manusia—menuju era kolaborasi erat antara manusia dan mesin. Di sini, AI bukan lagi ancaman yang akan menggantikan peran manusia, melainkan sebagai alat pemberdayaan. AI bertindak sebagai "rekan kerja cerdas" yang meningkatkan kapasitas pengambilan keputusan, memacu kreativitas, dan membantu memecahkan masalah kompleks, memungkinkan manusia untuk fokus pada tugas-tugas yang membutuhkan kecerdasan emosional, pemikiran kritis, dan inovasi. Ini adalah sinergi di mana kekuatan komputasi AI bertemu dengan kemampuan kognitif dan empatik manusia. Sejalan dengan ini, Society 5.0, seperti yang dijelaskan oleh Puskomedia (2024), menggambarkan visi masyarakat super cerdas di mana ruang siber dan fisik terintegrasi secara mulus. Teknologi canggih seperti AI, Internet of Things (IoT), big data, dan robotika dimanfaatkan secara holistik untuk mengatasi tantangan sosial yang kompleks—mulai dari masalah kesehatan, bencana alam, hingga kesenjangan ekonomi—dan secara signifikan meningkatkan kualitas hidup secara menyeluruh. Pemerintah, seperti halnya di Indonesia, memainkan peran sentral dalam mewujudkan masyarakat digital ini. Upaya pemerintah meliputi pengembangan kebijakan dan regulasi yang mendukung inovasi, penyediaan infrastruktur digital yang memadai (seperti jaringan broadband

dan pusat data), peningkatan literasi digital masyarakat melalui program edukasi dan pelatihan, serta investasi berkelanjutan dalam penelitian dan pengembangan teknologi baru. Kemenko PMK (2025) menegaskan bahwa "Indonesia Dorong Pengembangan AI dengan Pendekatan Human-Centered," menekankan bahwa AI harus dibangun berdasarkan etika karena "sistem AI belajar dari logika dan ketidaksempurnaan manusia, dan oleh karena itu harus dikembangkan dengan integritas." Ini mengindikasikan komitmen Indonesia untuk mendorong pengembangan AI dengan pendekatan yang menguatkan nilai-nilai luhur dan kemanusiaan, bukan sekadar otomatisasi, dengan menjadikannya berlandaskan nilai-nilai Pancasila.

Peran HCAI di Berbagai Sektor

Penerapan HCAI meluas di berbagai sektor, menunjukkan fleksibilitas dan relevansinya yang signifikan dalam membentuk masa depan yang lebih baik dan lebih manusiawi:

1. **Industri Teknologi dan Bisnis:** Dalam pengembangan produk dan layanan digital, HCAI mendorong desain user experience (UX) yang tidak hanya intuitif tetapi juga empatik. SAB Digital (2025) menyoroti "Integrasi AI Lead Nurturing, Automasi yang Human Centered," menunjukkan bagaimana otomatisasi dapat dirancang untuk tetap terasa personal dan efektif. Hal ini memastikan bahwa interaksi dengan pelanggan tidak terasa kaku atau robotik, melainkan relevan dan penuh perhatian, mempertahankan sentuhan manusia meskipun didukung oleh teknologi canggih. Ini krusial dalam membangun hubungan jangka panjang dengan pelanggan dan menciptakan loyalitas.
2. **Manajemen Publik dan Pemerintahan:** Peran HCAI dalam sektor publik sangatlah strategis. Indonesia secara aktif mendorong pengembangan AI dengan pendekatan yang menguatkan nilai-nilai luhur dan kemanusiaan, seperti yang disampaikan oleh Kemenko PMK (2025). Pemerintah berupaya keras untuk membangun talenta digital yang tidak hanya terampil secara teknis tetapi juga kuat secara etika, mencerminkan komitmen terhadap pengembangan individu yang "BIJAK" (bijaksana) dan "CERDAS" (cerdas). Dalam pengelolaan Aparatur Sipil Negara (ASN), pendekatan people-centered menjadi sangat ditekankan. Yassierli (2024) membahas "Mendorong Kebijakan People-Centered dalam Pengelolaan ASN Indonesia," menekankan bahwa kebijakan harus dirancang dengan mempertimbangkan langsung kebutuhan, harapan, dan pengalaman ASN, serta melibatkan mereka dalam proses pengambilan keputusan. Ini penting untuk memastikan kebijakan yang responsif, efektif, dan berkelanjutan, dengan mempertimbangkan kebutuhan serta kondisi spesifik lokal, bukan sekadar menerapkan kebijakan yang seragam.
3. **Desain Produk dan Industri Kecil Menengah (IKM):** Prinsip desain human-centric telah berhasil diterapkan secara konkret dalam perancangan produk sehari-hari. Meskipun detailnya tidak dapat diakses langsung dari jurnal, judul "Implementing

Human-Centric Design in Developing a Multifunctional Chair and Storage Solution for Children" (JSTI, 2024) mengindikasikan fokus pada kebutuhan fungsionalitas, keamanan, dan kenyamanan pengguna anak-anak. Selain itu, pendekatan desain berpusat pada manusia juga dianalisis efektivitasnya dalam pengembangan industri kecil dan menengah (IKM) di kawasan pedesaan, seperti tersirat dari judul "Analisis Efektivitas Pendekatan Human Center Design dalam Pengembangan Industri Kecil Menengah di Kawasan Pedesaan" (Agricore, 2024). Hal ini berpotensi besar untuk mendorong pertumbuhan ekonomi lokal yang berkelanjutan melalui penciptaan produk dan layanan yang benar-benar relevan dengan konteks dan kebutuhan masyarakat setempat, serta memberdayakan komunitas.

Studi Kasus dan Tantangan Implementasi

Meskipun potensi HCAI sangat besar untuk menciptakan solusi inovatif dan inklusif, implementasinya tidak lepas dari berbagai tantangan kompleks yang memerlukan perhatian serius. Salah satu studi kasus yang menggambarkan celah antara konsep ideal dan realitas implementasi di lapangan adalah aplikasi pendaftaran daring untuk penukaran uang baru yang disediakan oleh Bank Indonesia. Times Indonesia (2025) dalam artikelnya "Tantangan Teknologi dalam Implementasi Kebijakan" oleh Haidar Fikri, M.A.P., menyoroti bahwa meskipun kebijakan dan tujuan awalnya adalah untuk memfasilitasi layanan publik, mengurangi antrean panjang, dan mencegah penyalahgunaan, implementasi aplikasi ini kerap menghadapi masalah signifikan seperti kuota penuh yang cepat habis atau error sistem saat diakses oleh masyarakat. Ini ironis, karena teknologi yang seharusnya mempermudah justru menimbulkan frustrasi dan bahkan kecurigaan publik bahwa kuota telah dimanfaatkan oleh pihak-pihak tidak bertanggung jawab. Studi kasus ini dan beberapa konteks lain yang relevan menyoroti beberapa tantangan kritis dalam implementasi teknologi berbasis HCAI:

1. Kesiapan dan Pengujian Teknologi yang Memadai: Aplikasi berbasis teknologi harus diuji secara menyeluruh dan siap menghadapi beban penggunaan tinggi, terutama pada jam-jam puncak. Kurangnya pengujian yang memadai dan kesiapan infrastruktur dapat mengikis kepercayaan publik dan menciptakan kesan negatif terhadap upaya digitalisasi pemerintah. Sistem harus kokoh dan dapat diandalkan sebelum diluncurkan ke publik.
2. Keahlian Sumber Daya Manusia (SDM) yang Khusus: Times Indonesia (2025) menyoroti kurangnya "tenaga ahli teknologi yang berdedikasi" di lembaga pemerintah untuk merespons dan mengatasi masalah sistem secara cepat. Tanpa keahlian internal yang memadai, pemecahan masalah akan menjadi lambat dan tidak efektif, memperparah ketidaknyamanan pengguna dan memperlambat adopsi teknologi.
3. Integritas dan Akuntabilitas SDM: Pentingnya sumber daya manusia yang bertanggung jawab dan berintegritas dalam mengelola sistem e-government untuk mencegah penyalahgunaan data atau praktik tidak etis. Kepercayaan publik sangat

bergantung pada integritas operator sistem; jika terjadi penyalahgunaan, tujuan HCAI akan tercoreng.

4. **Fleksibilitas dan Adaptabilitas Kebijakan:** Dalam konteks manajemen ASN, Yassierli (2024) mengemukakan bahwa kebijakan seringkali dirancang secara seragam dan terpusat tanpa mempertimbangkan kebutuhan spesifik atau variasi kondisi di daerah. Pendekatan HCAI menuntut kebijakan yang lebih adaptif, berbasis bukti, dan memungkinkan adanya penyesuaian lokal untuk meningkatkan efektivitasnya. Memahami konteks lapangan adalah kunci untuk kebijakan yang relevan dan diterima.
5. **Kesenjangan Digital dan Akses Inklusif:** Meskipun teknologi bertujuan inklusif, masih ada kesenjangan aksesibilitas dan literasi digital di berbagai lapisan masyarakat, terutama di daerah pedesaan. Ini menjadi hambatan dalam memastikan HCAI dapat diakses dan dimanfaatkan secara merata oleh semua orang, karena tidak semua orang memiliki infrastruktur atau keterampilan untuk berinteraksi dengan AI.
6. **Bias dalam Data dan Algoritma:** HCAI menekankan penghindaran bias. Namun, AI belajar dari data yang disediakan manusia, dan jika data tersebut bias atau tidak representatif, AI akan mereplikasi bias tersebut. Mengidentifikasi dan mengeliminasi bias ini adalah tantangan teknis dan etis yang berkelanjutan yang membutuhkan pemantauan dan koreksi konstan.

Tujuan utama dari Human-Centered AI adalah membangun masa depan di mana teknologi dan manusia tidak hanya hidup berdampingan, tetapi juga berkolaborasi secara harmonis dan produktif, saling melengkapi untuk menciptakan dunia yang lebih baik. Ini berarti AI tidak hanya berfungsi sebagai alat otomatisasi yang canggih, melainkan sebagai mitra cerdas yang secara fundamental memperkuat kapasitas manusia, mendorong inovasi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, serta meningkatkan kesejahteraan sosial secara komprehensif. Dengan menempatkan nilai-nilai kemanusiaan sebagai inti dari setiap pengembangan AI—mulai dari desain, implementasi, hingga evaluasi—kita dapat memastikan bahwa teknologi ini menjadi kekuatan transformatif yang membawa kebaikan bagi semua, bukan sekadar sumber efisiensi ekonomis atau keuntungan semata.

Lebih lanjut, HCAI bertujuan untuk:

7. **Meningkatkan Kualitas Hidup:** Dengan AI yang dirancang untuk memahami dan memenuhi kebutuhan manusia, teknologi dapat secara signifikan meningkatkan kualitas hidup, misalnya dalam layanan kesehatan, pendidikan, atau akses informasi.
8. **Mendorong Inovasi Bertanggung Jawab:** HCAI mendorong pengembangan AI yang tidak hanya inovatif secara teknis tetapi juga bertanggung jawab secara etis, sosial, dan lingkungan.

9. Membangun Kepercayaan: Transparansi, privasi, dan akuntabilitas adalah fondasi untuk membangun kepercayaan publik terhadap AI, yang esensial untuk adopsi yang luas dan positif.
10. Menciptakan Kesempatan Baru: Kolaborasi manusia-AI dapat membuka lapangan pekerjaan baru, meningkatkan produktivitas, dan memecahkan masalah yang sebelumnya tidak mungkin diselesaikan.

Kesimpulan

Human-Centered AI adalah lebih dari sekadar tren teknologi; ini adalah paradigma fundamental yang membentuk ulang hubungan antara manusia dan mesin. Dengan menempatkan nilai-nilai, kebutuhan, dan kesejahteraan manusia sebagai inti dari setiap pengembangan AI, kita melangkah maju menuju masa depan di mana teknologi tidak hanya cerdas, tetapi juga bijaksana, empatik, dan inklusif. Transformasi ini sejalan dengan visi Revolusi Industri 5.0 dan Society 5.0, di mana kolaborasi sinergis antara manusia dan AI menjadi kunci untuk mengatasi tantangan global dan mencapai kemajuan yang berkelanjutan. Meskipun tantangan dalam implementasi HCAI, seperti kesiapan teknologi, keahlian SDM, integritas, dan adaptabilitas kebijakan, perlu diatasi dengan serius, peluang yang ditawarkan jauh lebih besar. Dengan terus mendorong penelitian, pengembangan, dan implementasi yang mengedepankan nilai-nilai kemanusiaan, kita dapat memastikan bahwa AI tidak hanya menjadi kekuatan transformatif, tetapi juga kekuatan yang membawa kebaikan bagi semua. Kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat sipil adalah kunci untuk menciptakan kerangka kerja yang mendukung HCAI. Pengembangan talenta digital yang tidak hanya terampil secara teknis tetapi juga kuat secara etika akan menjadi pondasi bagi inovator masa depan yang bertanggung jawab. Pada akhirnya, HCAI adalah tentang memahami bahwa teknologi adalah cerminan dari nilai dan tujuan yang kita tanamkan di dalamnya. Ini bukan hanya tentang bagaimana teknologi dibuat, tetapi untuk siapa dan dengan tujuan apa teknologi itu ada. HCAI adalah jembatan menuju era baru di mana kemajuan teknologi senantiasa diabdikan untuk kemajuan dan kesejahteraan umat manusia, menciptakan dunia yang lebih cerdas, lebih adil, dan lebih manusiawi bagi semua. Tantangan yang ada adalah panggilan untuk inovasi dan kolaborasi, sementara peluangnya adalah janji akan masa depan di mana teknologi memberdayakan manusia secara maksimal, membantu kita mencapai potensi penuh sebagai individu dan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agricore. (2024). Analisis Efektivitas Pendekatan Human Center Design dalam Pengembangan Industri Kecil Menengah di Kawasan Pedesaan. <https://jurnal.unpad.ac.id/agricore/article/download/22686/pdf>
- DQLab. (2024). AI Human-Centered & Praktiknya di Industri Teknologi. <https://dqlab.id/ai-human-centered-and-praktiknya-di-industri-teknologi>
- JSTI. (2024). Implementing Human-Centric Design in Developing a Multifunctional Chair and Storage Solution for Children. <https://talenta.usu.ac.id/jsti/article/download/15362/7612>
- Kemenko PMK. (2025). Indonesia Dorong Pengembangan AI dengan Pendekatan Human Centered. <https://www.kemenkopmk.go.id/menko-pmk-bukan-sekadar-otomatisasi-indonesia-dorong-pengembangan-ai-dengan-pendekatan-human-0>
- Puskomedia. (2024). Society 5.0 dan Peran Pemerintah dalam Mewujudkan Masyarakat Digital di Indonesia. <https://puskomedia.id/blog/society-50-dan-peran-pemerintah-dalam-mewujudkan-masyarakat-digital-di-indonesia/>
- SAB Digital. (2025). Integrasi AI Lead Nurturing, Automasi yang Human-Centered. <https://www.sab.id/integrasi-ai-lead-nurturing-automasi-human-centered/>
- SoalTekno. (2024). Memahami Human-Centered AI: Ketika Teknologi Berfokus pada Manusia. <https://soaltekno.lokercepat.id/pengertian-human-centered-ai/>
- Teknosional. (2024). Revolusi Industri 5.0: Era Kolaborasi Manusia dan Mesin. <https://www.teknosional.com/revolusi-industri-5-0/>
- Times Indonesia. (2025). Tantangan Teknologi dalam Implementasi Kebijakan. <https://timesindonesia.co.id/kopi-times/531876/tantangan-teknologi-dalam-implementasi-kebijakan>
- Yassierli. (2024). Mendorong Kebijakan People-Centered dalam Pengelolaan ASN Indonesia. <https://yassierli.com/2024/08/17/mendorong-kebijakan-people-centered-dalam-pengelolaan-asn-indonesia/>

Strategi *Net-Zero Emission* dalam Industri (pabrik) Masa Depan

Prayudha Urbaneta

2400019073

Program Net Zero Emissions (NZE) mulai terkenal setelah adanya Paris Climate Agreement yang ditandatangani pada tahun 2015. Perjanjian ini berupaya untuk mendukung pengurangan pemanasan global. Salah satu fokus dari NZE yaitu sektor energi, yang berperan besar dalam menciptakan emisi bersih. Sejumlah negara pun telah mulai menerbitkan regulasi baru terkait penyediaan energi listrik yang sejalan dengan program ini. (Aprilianto, Ariefianto, 2021). Net-Zero Emission atau nol emisi karbon (NZE) adalah keadaan dimana dampak karbon yang dibuang ke udara, sebanyak karbon yang diserap oleh Bumi. Untuk mencapainya, dibutuhkan perubahan dari energi terbarukan yang lebih bersih, seimbang antara produktivitas aktivitas manusia dengan keseimbangan alam. Hal ini mengharuskan pengurangan emisi gas karbon dioksida maupun gas lainnya, tercatat menimbulkan jejak karbon. Jejak karbon menimbulkan banyak dampak buruk ditambahkan seperti menurunnya cadangan air bersih, mengalami cuaca ekstrem, perubahan pasokan bekal makanan, serta menambah bencana alam. Untuk itu, perjanjian NRE NZE menjadi isu utama pasca Perjanjian iklim Paris di tahun 2015, diperuntukkan sebeisa mungkin mencegah pencemaran yang dapat menyebabkan pemanasan global dan dampak lainnya. Sebagai saran dari kami, NZE adalah sebagai energi yang menjadi salah satu factor penerapan untuk nze.

1. Pentingnya NZE Untuk Industri Masa Depan Perubahan iklim global dan krisis energi adalah dua masalah besar yang sedang kita hadapi saat ini. Emisi gas rumah kaca yang meningkat akibat pembakaran bahan bakar fosil telah menyebabkan perubahan iklim yang cukup signifikan, yang pastinya berdampak negatif pada lingkungan dan kehidupan manusia. Ketika kita bicara tentang krisis energi, yang dimaksud di sini adalah krisis energi fosil. Selain menghadapi krisis energi, ada juga masalah lain yang muncul akibat penggunaan energi fosil, yaitu dampak yang ditimbulkan pada perubahan iklim, yang pastinya akan mengganggu keamanan manusia. Kita juga semakin tergantung pada sumber energi fosil yang terbatas, membuat krisis energi dan kekhawatiran tentang keberlanjutan pasokan energi di masa depan semakin nyata. Konsep "net zero emisi" merupakan goal untuk menciptakan keseimbangan antara jumlah emisi yang dihasilkan dan jumlah emisi yang dihapus dari atmosfer. Jadi, net zero emisi berarti kita ingin mencapai situasi di mana emisi gas rumah kaca yang dihasilkan sebanding dengan emisi yang bisa dihilangkan lewat langkah-langkah seperti penyerapan karbon atau teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon. Dalam konteks ini, membangun "jejak hijau" artinya mengambil langkah-langkah yang dapat mengurangi dan menghapus emisi, sementara juga meningkatkan penggunaan energi terbarukan dan berkelanjutan (Yudha, 2024).
2. Tantangan Untuk Mewujudkan NZE Mencapai Net Zero Emission (NZE) itu perlu proses yang bertahap dan butuh waktu yang tidak sebentar. Saat beralih ke NZE, kita

juga harus mempertimbangkan beberapa faktor seperti kebutuhan energi listrik dan potensi energi terbarukan yang dimiliki, serta hal-hal lain seperti neraca perdagangan dan kesiapan infrastruktur kelistrikan. Selain itu, investasi besar juga harus jadi perhatian untuk menyiapkan sistem kelistrikan menuju NZE. Dana ini akan digunakan untuk mengubah penggunaan energi fosil ke energi terbarukan, membangun infrastruktur yang diperlukan, dan mengembangkan sumber daya manusia dengan keterampilan tinggi. Selain itu, dana tambahan juga penting agar potensi energi baru terbarukan (EBT) di setiap negara bisa dimanfaatkan seoptimal mungkin. Ini dapat dilakukan misalnya dengan menyediakan penyimpanan daya yang handal menggunakan baterai untuk sistem off-grid, atau menyiapkan generator cadangan untuk sistem on-grid. Namun, ada tantangan lain yang harus dihadapi, seperti keterbatasan jaringan dalam menyerap listrik dari pembangkit EBT. Untuk itu, kita butuh investasi yang cukup besar untuk meningkatkan fleksibilitas dan keandalan sistem jaringan listrik. Dengan kondisi seperti ini, sangat penting untuk memiliki teknologi yang terjangkau dan sesuai dengan potensi EBT di masing-masing negara, agar kita bisa menciptakan sistem kelistrikan yang handal demi mencapai NZE. Perencanaan sistem kelistrikan menuju NZE juga tidak lepas dari tantangan, seperti seberapa besar potensi energi terbarukan yang ada, kebutuhan investasi besar, neraca perdagangan, serta kesiapan infrastruktur kelistrikan yang meliputi keandalan dan fleksibilitas sistem jaringan. Selain itu, dominasi batu bara dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menjadi tantangan awal yang harus diatasi untuk mencapai NZE. Solusi yang masuk akal untuk mengganti PLTU saat ini bukan hanya terletak pada infrastrukturnya, tapi lebih pada jenis bahan bakar yang digunakan. Kita bisa mengkombinasikan batu bara dengan biomassa melalui skema co-firing untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan dari operasional PLTU (Aprilianto, Ariefianto, 2021).

3. Cara Indonesia Mewujudkan NZE Cara Indonesia untuk meraih target terkait nze adalah yaitu Indonesia diwajibkan untuk menuntaskan akar ketiga permasalahan utama yang harus dihadapi oleh Indonesia, yang kesatu yaitu masalah paska terjadinya pandemi yang melanda Indonesia pada tahun 2020 yaitu covid 19 yang berdampak kepada resesi ekonomi nasional yang sekiranya merenggut pekerjaan dari 1,8 juta orang dan akibatnya 2,8 juta orang secara bersamaan jatuh kedalam kemiskinan. Setelah terjadinya masalah ini seharusnya pemerintah mengatasinya dengan memfokuskan kebijakan fiskal untuk pemulihan ekonomi dibanding memfokuskan kebijakan fiskal untuk green investment. Yang kedua, pertumbuhan ekonomi dinegara Indonesia ini masih bergantung pada energi yang kotor, seperti contohnya penghasilan negara Indonesia dari sektor ekspor khususnya ekspor luar negeri penghasilan ini masih sangat bergantung kepada ekstraksi batu bara, minyak mentah, dan minyak sawit. Yang ketiga, negara Indonesia masih menggunakan model pertumbuhan ekonomi nasional yang menyebabkan kerugian atau tidak menguntungkan dalam Indonesia untuk mencapai target net zero emission. Studi ini berusaha untuk mengetahui bagaimana pemerintah Indonesia berencana untuk mencapai sasaran net zero emission serta menganalisis potensi yang timbul. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna dalam menentukan arah dan kebijakan penyediaan energi listrik yang tepat untuk kondisi Indonesia di masa yang akan datang.

Sebagai langkah serius Pemerintah Indonesia untuk mempercepat pencapaian target NZE pada tahun 2060 dan untuk menarik investasi, Presiden RI mengeluarkan Peraturan Presiden No 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik pada 13 September 2022. Peraturan ini mengatur mengenai rencana penyediaan tenaga listrik, pengakhiran operasional pembangkit listrik tenaga uap, pelaksanaan pembelian tenaga listrik serta intervensi pemerintah dalam percepatan pengembangan energi terbarukan. Pencapaian NZE pada tahun 2060 merupakan tujuan yang ambisius dan memerlukan kerja keras dari sektor energi. Indonesia terus berupaya sambil mendukung pembangunan dan pemulihan ekonomi nasional akibatnya dalam permintaan energi yang menggelembungkan. Kementerian Keuangan terus membangun komunikasi untuk bisa memenuhi target pengurangan CO₂ melalui National Determined Contribution (NDC) yang dicatat pada Konvensi Minyak dan Gas tanggal 24 November 2022. Untuk memperlihatkan keseriusan komitmen, pemerintah juga secara resmi meluncurkan Energy Transition Mechanism (ETM) pada forum G20 baru-baru ini. Menteri Sri Mulyani Indrawati menyebutkan bagaimana platform ETM memenuhi penggabungan ekuitas, keterjangkauan, dan aksesibilitas untuk membawa perubahan positif di sektor energi. Selain itu, diharapkan Indonesia dapat dilihat sebagai pemimpin global yang konsisten dalam merancang transisi rumit dari bahan bakar fosil ke energi terbarukan yang bersih dengan bantuan ETM (Zahira, Fadillah, 2022).

4. Dampak NZE Industri menyumbang lebih dari 30% emisi karbon global. Jika tidak segera diubah, hal ini berdampak pada krisis iklim, biaya energi, dan keberlangsungan bisnis (Glavič, dkk, 2023). Konferensi G20 di Bali mendorong negara maju dan berkembang untuk mempercepat transisi energi menuju NZE pada 2060, mengingat cadangan energi fosil makin menipis. Dampak dari skenario NZE terhadap penyediaan energi pada tahun 2060 diperkirakan signifikan dengan menggunakan LEAP. Batubara, minyak bumi, dan gas akan mengalami penurunan produksi yang besar, masing-masing sebesar 81%, 87%, dan 74%, sedangkan produksi minyak bumi tidak terpengaruh. Pemanfaatan EBT hingga tahun 2060 di PLT EBT diperkirakan akan meningkat secara signifikan, dengan skenario NZE menghasilkan kenaikan sekitar 2,7 kali lipat dibandingkan dengan skenario BAU. Di sektor industri, pemanfaatan EBT diestimasi akan menurun sebesar 24% dibandingkan dengan BAU. Sementara itu, pemanfaatan EBT di sektor komersial dan rumah tangga diantisipasi akan mengalami penurunan sebesar 40% dibandingkan dengan BAU. Dalam sektor transportasi, meskipun terjadi peningkatan dalam BAU, pemanfaatan EBT dalam skenario NZE diperkirakan akan mengalami penurunan sebesar 18% dibandingkan dengan BAU pada tahun 2060. LEAP memiliki keterbatasan dalam menyelesaikan kompleksitas data yang sangat besar dan dinamika sistem energi yang terus berubah. Penggunaan kecerdasan buatan (artificial intelligence, AI) dapat menjadi alternatif untuk mengeksplorasi secara lebih mendalam pola-pola yang mungkin sulit diidentifikasi oleh LEAP. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan model AI yang mampu memprediksi transformasi energi yang lebih dinamis dan adaptif serta mampu mengidentifikasi solusi-solusi inovatif dalam pengoptimalan bauran energi untuk masa depan (Widhiatmaka, dkk, 2024). Net-Zero Emission (NZE) adalah target global untuk menyeimbangkan emisi gas

rumah kaca dengan penyerapan alaminya. Konsep ini mulai dikenal luas sejak Paris Agreement tahun 2015, dengan tujuan utama menahan kenaikan suhu bumi di bawah 2°C dan idealnya tidak lebih dari 1,5°C. IPCC menekankan bahwa dunia harus mencapai NZE paling lambat tahun 2050 untuk mencegah dampak iklim yang lebih parah. Sementara itu, Indonesia menargetkan net zero emission (nze) di tahun 2060 atau lebih awal melalui strategi jangka panjang LTS-LCCR dan kebijakan nasional lainnya. Namun, agar target ini tercapai, Indonesia perlu menyelaraskan rencana jangka menengah (NDC) dan jangka panjang, serta melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk sektor non-pemerintah. Tanpa kolaborasi dan konsistensi, tujuan NZE tidak akan tercapai tepat waktu ((IRID, 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilianto, Ariefianto, (2021), *Peluang Dan Tantangan Menuju Net Zero Emission (NZE) Menggunakan Variable Renewable Energy (VRE) Pada Sistem Ketenagalistrikan Di Indonesia* : Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Universitas Brawijaya, Malang.
- Glavič, dkk, (2023), *The materials industry contributes to 27 % of global CO₂ emissions ... sectors such as cement, iron and steel, and chemicals account for a major share* : *Journal of Cleaner Production*.
- Indonesia Research Institute for Decarbonization, (2022), *Dasar-Dasar Net-Zero Emission* : Jakarta, IRID.
- Widhiatmaka, dkk, (2024), *Analisis Dampak Skenario Net Zero Emission terhadap Penyediaan Energi Nasional dengan LEAP* : Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Tangerang Selatan, Banten 15314, Indonesia.
- Yudha, (2024), *TEKNOLOGI TERBARUKAN MENUJU JEJAK HIJAU: STRATEGI INOVATIF UNTUK MEWUJUDKAN NET ZERO EMISI DI MASA DEPAN* : Teknik Mesin, Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara, Jakarta.
- Zahira, Fadillah, (2022), *PEMERINTAH INDONESIA MENUJU TARGET NET ZERO EMISSION (NZE) TAHUN 2060 DENGAN VARIABLE RENEWABLE ENERGY (VRE) DI INDONESIA* : Program Studi Ilmu Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Negeri Semarang Gunungpati, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50229.

Efisiensi Produksi Otomotif melalui Kolaborasi Mesin Robot dan Manusia

Puja Nur Rochman

2400019100

Pendahuluan

Industri otomotif telah menjadi simbol kemajuan teknologi dan daya saing industri global. Perusahaan otomotif tidak hanya bersaing dalam hal kualitas dan inovasi produk, tetapi juga dalam kecepatan dan efisiensi proses produksinya. Di era digital saat ini, transformasi teknologi menjadi suatu keharusan, bukan pilihan. Revolusi Industri 4.0 membawa teknologi seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), big data, dan otomatisasi ke dalam sistem manufaktur. Salah satu bentuk otomatisasi yang paling signifikan adalah penggunaan robot industri. Namun, alih-alih menggantikan manusia sepenuhnya, tren terkini justru mengarah pada integrasi kolaboratif antara manusia dan mesin robot. Konsep ini dikenal sebagai Human-Robot Collaboration (HRC). Kolaborasi ini menggabungkan kekuatan fisik dan konsistensi robot dengan kecerdasan, intuisi, dan fleksibilitas manusia. Dalam konteks produksi otomotif, sinergi ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta menjaga mutu produk pada tingkat tertinggi. Mengapa Perlu Kolaborasi antara Robot dan Manusia? Industri otomotif memiliki sistem produksi yang sangat kompleks. Proses perakitan satu unit kendaraan melibatkan ribuan komponen, mulai dari bagian struktur seperti bodi dan sasis, hingga detail kecil seperti kabel kelistrikan dan sistem pendingin. Tidak semua proses ini dapat diotomatisasi sepenuhnya.

Beberapa alasan mengapa kolaborasi antara manusia dan robot sangat diperlukan antara lain:

1. Komplementer, Bukan Pengganti Robot sangat efektif dalam tugas-tugas berat, berulang, dan berbahaya, seperti pengelasan rangka mobil, pengecatan dengan bahan kimia, atau pengangkutan bagian yang berat. Namun, mereka tidak memiliki kemampuan intuitif untuk beradaptasi terhadap perubahan kecil dalam lingkungan kerja. Manusia, di sisi lain, bisa membaca situasi, menemukan kesalahan, dan membuat keputusan spontan.
2. Kustomisasi dan Produksi Fleksibel Tren otomotif saat ini mengarah pada kustomisasi produk sesuai keinginan pelanggan. Robot saja tidak cukup fleksibel untuk menangani variasi tinggi dalam produk. Di sinilah manusia memainkan peran penting untuk memastikan bahwa permintaan khusus dapat dipenuhi dengan tepat tanpa mengganggu proses produksi utama.
3. Pengurangan Beban Fisik Pekerja Dengan mengalihkan tugas berat dan berulang ke robot, risiko kelelahan dan cedera kerja pada manusia dapat dikurangi. Ini menciptakan lingkungan kerja yang lebih sehat dan aman, sekaligus memungkinkan pekerja fokus pada pekerjaan bernilai tambah yang lebih kompleks.

Efisiensi yang Dihasilkan dari Kolaborasi antara Manusia dan Robot Implementasi sistem kolaboratif telah menunjukkan hasil nyata dalam meningkatkan efisiensi produksi di berbagai lini otomotif.

Berikut adalah beberapa bentuk efisiensi yang bisa dicapai:

1. Produktivitas Meningkatkan Dengan pembagian tugas yang optimal, satu lini produksi bisa menghasilkan kendaraan dalam waktu lebih singkat. Sebagai contoh, kolaborasi antara cobots (collaborative robots) dan operator manusia dapat mempercepat proses pemasangan pintu hingga 40% dibandingkan metode tradisional.
2. Penurunan Tingkat Cacat (Defect Rate) Robot bekerja dengan presisi yang tinggi, sehingga mengurangi kemungkinan kesalahan pengukuran atau pemasangan komponen. Di sisi lain, manusia berperan dalam tahap pengujian akhir untuk memastikan bahwa hasil produksi sesuai dengan standar kualitas perusahaan.
3. Pengurangan Biaya Jangka Panjang Meskipun investasi awal besar, sistem kolaboratif mengurangi kebutuhan lembur, menurunkan angka kecelakaan kerja, serta mengurangi pengeluaran untuk produk gagal. Semua ini berdampak pada penghematan operasional yang signifikan.
4. Peningkatan Ketepatan Waktu Pengiriman Dengan proses produksi yang lebih stabil dan dapat diprediksi, perusahaan dapat memenuhi target pengiriman tepat waktu, meningkatkan kepercayaan pelanggan, dan memperkuat posisi di pasar.

Hambatan dan Tantangan dalam Kolaborasi Meskipun kolaborasi antara manusia dan robot menawarkan banyak keuntungan, namun implementasinya juga menghadapi sejumlah tantangan yang tidak bisa diabaikan:

1. Tingginya Biaya Implementasi Pengadaan robot, sistem sensor, perangkat lunak integrasi, hingga modifikasi jalur produksi memerlukan biaya yang besar. Selain itu, dibutuhkan investasi dalam pelatihan pekerja dan pengembangan prosedur kerja baru.
2. Keamanan dan Standar Operasional Berbeda dengan robot industri tradisional yang bekerja di area terisolasi, cobots beroperasi berdekatan dengan manusia. Ini menimbulkan risiko kecelakaan jika sistem sensor tidak bekerja secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan dan pengujian ketat terhadap fitur keselamatan robot.
3. Perubahan Budaya Organisasi Kolaborasi ini menuntut perubahan besar dalam budaya kerja. Karyawan yang terbiasa bekerja secara manual perlu mengubah cara pandangnya dan menerima kehadiran robot sebagai mitra, bukan ancaman. Hal ini memerlukan pendekatan manajemen perubahan yang baik.
4. Ketergantungan pada Teknologi Jika sistem robot mengalami kerusakan, bisa terjadi keterlambatan produksi karena ketergantungan tinggi pada teknologi.

Oleh karena itu, perusahaan harus menyiapkan sistem cadangan dan tim pemelihara robot yang andal. Studi Kasus dan Implementasi Nyata Beberapa produsen otomotif terkemuka di dunia telah menerapkan kolaborasi ini, antara lain:

1. BMW: Menerapkan cobots dalam perakitan kendaraan seri 3 dan i8, di mana cobots membantu operator dalam pemasangan komponen berat seperti pintu dan dashboard.
2. Toyota: Menggabungkan prinsip lean manufacturing dengan robot kolaboratif untuk menjaga efisiensi sambil tetap mempertahankan kualitas Jepang yang tinggi.
3. Tesla: Mengandalkan automasi tinggi dengan robot industri, namun tetap menggunakan tenaga kerja manusia dalam bagian inspeksi akhir dan perakitan detail interior. Kesimpulan Kolaborasi antara manusia dan mesin robot telah menjadi tonggak penting dalam evolusi industri otomotif. Sistem ini bukan hanya menghadirkan efisiensi dalam hal waktu, tenaga, dan biaya, tetapi juga membuka jalan menuju proses produksi yang lebih cerdas, aman, dan fleksibel.

Meskipun ada hambatan dari sisi biaya, teknologi, dan sumber daya manusia, keuntungan jangka panjang yang diperoleh jauh melebihi tantangan tersebut. Kolaborasi ini bukanlah bentuk penggantian tenaga manusia, melainkan bentuk penguatan peran manusia dalam industri modern. Di masa depan, model kerja hibrida ini akan menjadi norma baru yang membawa sektor otomotif menuju era industri yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- J-Innovative (sekitar 2023), Kolaborasi Manusia dan Sumber Daya Robotik Menuju Masa Depan, file:///C:/Users/M%20S%20I/Downloads/2504-2516.pdf Coursework UMA (2023), Integrasi Teknologi Robotik dalam Proses Manufaktur file:///C:/Users/M%20S%20I/Downloads/Integrasi+Teknologi+Robotik+dalam+Proses+Manufaktur.pdf
- Lusiana D. Ningrum (2019), Pengaruh Industri 4.0 Terhadap Industri Otomotif di Indonesia: "Kolaborasi Robot dengan Tenaga Manusia" file:///C:/Users/M%20S%20I/Downloads/227+232_2797_Analisis+Penerapan+Artificial+Intelligence+dan+Robotics_.pdf
- Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX (2022), "Analisis Penerapan Artificial Intelligence dan Robotik pada Industri" file:///C:/Users/M%20S%20I/Downloads/227+232_2797_Analisis+Penerapan+Artificial+Intelligence+dan+Robotics_%20(1).pdf E-journal UNDIP– Rotasi Perancangan Prototipe Robot Kolaboratif Berbasis Computer Vision, <file:///C:/Users/M%20S%20I/Downloads/64293-210359-1-PB.pdf>
- West Science Journal (Juni 2023), Desain Adaptif dan Fleksibel pada Robotika Industri Supriandi (Universitas Nusa Putra) https://www.academia.edu/51460724/Pengaruh_Industri_4_0_Terhadap_Industri_Otomotif_di_Indonesia_Kolaborasi_Robot_dengan_Tenaga_Manusia?utm_source=chatgpt.co

Transformasi Sistem Rantai Distribusi Barang Konvensional Menjadi Sistem Rantai Distribusi Barang Digital

Raka Putra Pratama

2400019074

Pendahuluan

Sistem distribusi barang merupakan bagian terpenting dalam rantai pasokan yang memengaruhi kelancaran proses pengiriman produk dari produsen ke konsumen. Namun, sistem distribusi tradisional kerap menghadapi masalah seperti keterlambatan pengiriman, kesalahan target penerima, dan informasi yang tidak transparan. Hal ini tidak hanya menyebabkan ketidakefisienan operasional, tetapi juga merusak kepercayaan pelanggan dan menurunkan daya saing perusahaan. Dalam menghadapi era digital yang penuh tantangan dan ketidakpastian, perusahaan wajib mampu merespons perubahan pasar dan kebutuhan pelanggan secara cepat. Oleh karena itu, melakukan transformasi sistem distribusi menjadi digital bukanlah pilihan sembarang, tetapi merupakan kebutuhan strategi untuk beradaptasi di era digital sekarang ini. Sistem distribusi konvensional biasanya masih menggunakan dokumen fisik, komunikasi secara manual, dan laporan yang tidak terhubung. Proses yang cukup lambat dan rentan terhadap kesalahan ini membuat perusahaan kesulitan dalam mengambil keputusan secara cepat dan mengontrol alur barang dengan baik. Selain itu, kurangnya kemampuan melihat secara jelas lokasi dan kondisi barang juga menghambat upaya pengawasan dan pengelolaan distribusi secara efektif. Sebaliknya, sistem distribusi digital menggunakan teknologi seperti GPS, Internet of Things (IoT), dan Transport Management System (TMS) untuk membuat proses kerja otomatis dan jelas. Dengan sistem ini, perusahaan bisa memantau gerakan barang secara langsung, menangani masalah dengan cepat, dan memberi pemberitahuan otomatis kepada pelanggan.

Teknologi barcode dan RFID (Radio Frequency Identification) juga membantu meningkatkan keakuratan dalam pencatatan stok dan persediaan barang.

1. Peran AI dalam Demand Forecasting Digitalisasi tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga membantu dalam pengambilan keputusan yang didasarkan pada data. Jenis AI ini digunakan untuk memperkirakan permintaan pasar dengan tepat, dengan memperhatikan berbagai faktor seperti data historis, tren musiman, kegiatan promosi, serta kondisi cuaca. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin, sistem AI mampu mengenali pola-pola pembelian pelanggan dan menentukan jumlah stok yang seharusnya disiapkan di suatu lokasi pada waktu tertentu. Hal ini membantu mencegah terlalu banyak barang yang tersisa (overstock) atau kehabisan stok (stockout), serta memudahkan perusahaan dalam mengelola distribusi barang secara lebih efisien. Contohnya, jika AI memprediksi adanya peningkatan permintaan di suatu wilayah dalam dua minggu mendatang, sistem dapat secara

otomatis merencanakan pengiriman lebih dulu ke area tersebut, termasuk menentukan rute dan jadwal pengiriman yang optimal.

2. Manfaat dari Sistem Distribusi Digital Transformasi dari sistem distribusi konvensional ke sistem digital membawa berbagai manfaat signifikan yang secara langsung berdampak pada efisiensi operasional dan daya saing perusahaan. Salah satu dampak yang paling nyata adalah meningkatnya efisiensi kerja. Proses-proses manual yang selama ini memakan waktu, seperti pencatatan stok dan pelaporan pengiriman, kini dapat digantikan oleh sistem otomatisasi yang lebih cepat dan akurat. Hal ini tentu saja mengurangi waktu tunggu dalam alur distribusi dan secara keseluruhan meningkatkan produktivitas kerja. Selain efisiensi, keunggulan lain dari sistem digital adalah meningkatnya akurasi data. Dengan memanfaatkan teknologi seperti barcode, RFID, dan sistem yang bekerja secara real-time, kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pencatatan dapat ditekan secara drastis. Alhasil, manajemen persediaan menjadi lebih presisi dan terkendali dengan baik, sehingga risiko kelebihan atau kekurangan stok dapat diminimalkan. Sistem digital juga memberikan transparansi dan visibilitas yang tinggi dalam rantai distribusi. Perusahaan dapat melacak posisi barang kapan pun dan di mana pun secara akurat. Keunggulan ini sangat penting terutama dalam industri seperti e-commerce, yang sangat mengandalkan kecepatan dan kejelasan dalam proses pengiriman. Pelanggan juga mendapat keuntungan langsung, karena mereka dapat mengetahui status barang secara real-time, yang pada gilirannya meningkatkan kepuasan dan kepercayaan terhadap layanan perusahaan. Lebih dari itu, sistem distribusi digital memungkinkan perusahaan untuk mengambil keputusan yang lebih tepat melalui pemanfaatan data historis dan tren yang tersimpan secara sistematis. Informasi ini dapat digunakan untuk menganalisis performa distribusi, menyusun strategi perencanaan logistik yang lebih efisien, serta mengelola potensi risiko yang mungkin terjadi di masa depan. Dengan demikian, sistem distribusi digital tidak hanya memberikan kemudahan teknis, tetapi juga menjadi landasan strategis dalam meningkatkan daya saing perusahaan secara menyeluruh di era digital saat ini.
3. Masalah/Tantangan dalam Implementasi Sistem Digital Transformasi sistem distribusi dari model konvensional ke digital menghadapi berbagai tantangan nyata, terutama dalam hal biaya dan fasilitas pendukung. Menggunakan sistem digital seperti IoT, RFID, dan aplikasi manajemen distribusi membutuhkan dana awal yang cukup besar, yang tidak mudah dicapai oleh perusahaan kecil atau menengah. Selain itu, fasilitas digital di Indonesia masih tidak merata. Koneksi internet yang kurang stabil di beberapa daerah menjadi penghalang bagi sistem digital yang membutuhkan data secara real-time dan proses yang cepat. Selain masalah teknis, tantangan besar juga datang dari sisi SDM dan budaya perusahaan. Tidak semua karyawan siap menerima perubahan teknologi. Kurangnya pelatihan dan ketakutan akan kehilangan posisi atau pekerjaan membuat mereka berlawanan dengan sistem

baru. Perusahaan yang sudah lama menggunakan sistem manual biasanya enggan beralih karena merasa lebih nyaman dengan cara kerja lama, sehingga proses adaptasi berlangsung lambat dan tidak efektif. Selain itu, proses penyatuan sistem digital baru dengan sistem lama yang masih berjalan sering kali menimbulkan masalah teknis. Ketidaksiapan dalam merancang integrasi data dan proses kerja bisa menyebabkan kesalahan dalam pencatatan, kebingungan dalam menyampaikan informasi, bahkan mengurangi efisiensi dalam distribusi. Oleh karena itu, transformasi digital membutuhkan pendekatan yang menyeluruh—bukan hanya soal teknologi, tetapi juga kesiapan sumber daya manusia, sistem manajemen organisasi, serta strategi penerapan yang matang.

4. Penyelesaian Masalah/Tantangan dalam Implementasi Sistem Digital Untuk mengatasi tantangan biaya investasi awal, perusahaan dapat menerapkan strategi digitalisasi secara bertahap dan memilih solusi berbasis cloud yang lebih terjangkau. Sistem langganan atau berbasis web memungkinkan perusahaan mengakses teknologi tanpa perlu membeli perangkat lunak secara penuh. Sementara itu, keterbatasan infrastruktur dapat diatasi dengan memilih sistem yang mendukung kerja offline dan sinkronisasi otomatis ketika koneksi tersedia. Terkait kesiapan sumber daya manusia, perusahaan perlu menyediakan pelatihan berkala dan mendorong adaptasi teknologi secara inklusif. Dengan melibatkan karyawan dalam proses implementasi, resistensi dapat diminimalkan dan rasa kepemilikan terhadap perubahan dapat dibangun. Selain itu, integrasi sistem digital perlu dirancang secara matang agar sejalan dengan proses lama, mencegah tumpang tindih data, dan memastikan kelancaran operasional. Dengan pendekatan yang terencana dan bertahap, transformasi distribusi digital tidak hanya menjadi mungkin, tetapi juga dapat berjalan efektif dan berkelanjutan. Dukungan teknologi harus disertai kesiapan manusia dan proses agar hasilnya benar-benar memberi nilai tambah bagi perusahaan.
- KESIMPULAN** Transformasi sistem distribusi barang dari konvensional ke digital bukanlah sesuatu yang mudah, melainkan langkah strategis yang rumit dan memerlukan persiapan yang matang. Meski digitalisasi memberikan manfaat seperti meningkatkan efisiensi, keakuratan data, dan transparansi, keberhasilannya sangat bergantung pada kemampuan perusahaan dalam menghadapi dan mengatasi berbagai tantangan—seperti biaya investasi yang tinggi, keterbatasan infrastruktur, kurangnya kesiapan tenaga kerja, serta resistensi terhadap perubahan. Melalui pendekatan bertahap, strategi pelaksanaan yang matang, serta melibatkan semua bagian dalam organisasi, hambatan-hambatan tersebut dapat diatasi secara efektif. Penggunaan teknologi seperti AI dalam memprediksi kebutuhan pasar juga sangat penting untuk membangun sistem distribusi yang lebih fleksibel, proaktif, dan efisien. Selain membantu proses pengiriman barang yang lebih akurat, teknologi ini juga memperkuat pengambilan keputusan berdasarkan data di tengah perubahan pasar yang terus berlangsung. Dengan berkomitmen pada inovasi, pelatihan tenaga kerja, dan penggabungan

sistem yang terencana, transformasi digital bukan hanya bisa tercapai, tetapi menjadi fondasi penting dalam membangun rantai pasok yang kuat dan berkelanjutan di masa depan. Perusahaan yang siap bergerak lebih dulu dalam arah ini akan memiliki keunggulan yang lebih besar dalam menghadapi tantangan dari industri global yang terus berkembang dan semakin digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Gresya, S. A., & Putri, N. M. (2024). Penerapan Teknologi AI dan Machine Learning dalam Manajemen Rantai Pasokan. *Proceeding Talenta Conference Series: Engineering and Science (EE)*, 7(2), 100–108. <https://talentaconfseries.usu.ac.id/ee/article/view/2303>
- Hidayat, A., & Andini, R. (2024). Utilizing AI for Predicting Demand and Managing Supply Chains in E-commerce Organizations. *Jurnal Manajemen Informatika (JMI)*, 10(2), 41–50. <https://jmi.stekom.ac.id/index.php/jmi/article/view/32>
- Khairi, U. A., Nurbaiti, N., & Dharma, B. (2025). Analisis Penerapan Artificial Intelligence (AI) pada Manajemen Risiko Rantai Pasok. *Jurnal Keberlanjutan: Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 6(1), 87–95. <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/keberlanjutan/article/view/41341>
- Nujum, M. B., & Syarifudin, I. (2024). Transformasi Rantai Pasok Digital: Tantangan, Peluang, dan Strategi di Era Digitalisasi. *Capital: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 8(2), 70–80. <https://capital.stiesemarang.ac.id/index.php/capital/article/view/22>
- Prayitno, E., Wahyudi, S., & Handayani, N. (2024). Optimalisasi Supply Chain Management Menggunakan Integrasi Big Data dan Artificial Neural Network untuk Prediksi Permintaan Produk UMKM. *Capital: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 8(1), 55–64. <https://capital.stiesemarang.ac.id/index.php/capital/article/view/229>
- Sumaryanto, S., & Halim, R. (2025). Integrasi IoT dan AI dalam Pengelolaan Rantai Pasok Industri Manufaktur. *Jurnal Teknologi dan Informasi Modern (JTIM)*, 7(1), 13–21. <https://journal.politeknik-pratama.ac.id/index.php/JTIM/article/view/997>

Perubahan Metode dari Sistem Konvensional menjadi Smart Manufacturing pada Mesin Bubut CNC

Regina Anastasya Febriana

2400019075

Perkembangan yang terjadi ketika Era Revolusi Industri 4.0 berlangsung dapat diketahui melalui banyaknya digitalisasi serta otomatisasi yang terjadi dengan masif diseluruh penjuru dunia, penggabungan terkait dengan berbagai bentuk teknologi seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan, serta adanya sistem kendali yang berbasis komputer pada beberapa proses manufaktur. Revolusi tersebut mampu memberikan probabilitas dalam menjalin sebuah konektivitas yang terintegrasi antara manusia, mesin, dan juga data yang memiliki bentuk Cyber-Physical Systems, sehingga dapat memberikan peningkatan pada efisiensi dan produktivitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan revolusi sebelumnya (Zheng et al., 2018). Pergeseran yang terjadi dari sistem konvensional ke smart manufacturing juga menjadi bentuk nyata adaptasi teknologi digital serta otomatisasi untuk menggantikan sistem konvensional yang masih bergantung pada tenaga manusia secara manual. Konsep ini mampu memaksimalkan penggunaan IoT, robotika, big data, dan juga kecerdasan buatan dalam integrasi rangkaian produksi yang dilakukan dengan real-time melalui sistem-sistem tata elola yang lebih fleksibel dan juga efisien. Pergeseran tersebut mampu mengubah cara produksi menjadi lebih otomatis dan terhubung secara digital, sehingga beberapa perusahaan yang memanfaatkan teknologi mampu memberikan respons pada perubahan pasar dengan lebih cepat, bahkan mengurangi pemborosan sumber daya yang dikeluarkan. Mesin bubut CNC atau Computer Numerical Control menjadi bagian dari adanya pemanfaat dari teknologi industri 4.0 yang memberikan kombinasi dalam kendali komputer dengan mekanik presisi. Mesin CNC sendiri memberikan berbagai tawaran yang memungkinkan adanya produksi dengan tingkat ketepatan tinggi, kecepatan, dan kapasitas lebih besar dibandingkan dengan mesin konvensional. Adaptasi pada mesin CNC sendiri akan sangat penting dalam menghadapi era digital dalam memberikan peningkatan di sisi kualitas produk, efisiensi waktu pengerjaan, serta mendukung adanya proses produksi yang jauh lebih fleksibel serta otomatis. Terdapat beberapa karakteristik yang cukup signifikan terkait metode konvensional pada mesin bubut dan juga kelemahan yang berbeda-beda dengan mesin bubut CNC, operasi manual atau semi-otomatis dapat menjadi pembahasan utama yang paling menonjol karena mesin bubut konvensional dioperasikan secara manual oleh seorang operator yang mengendalikan kecepatan pada putaran, kedalaman pemotongan dengan menggunakan tuas atau pengendali secara langsung tanpa adanya bantuan program komputer dan juga posisi yang diinginkan. Sistem inilah yang memiliki ketergantungan cukup tinggi pada kemampuan dan pengalaman operator dalam memberikan kontrol proses pemesinan secara tepat (Ditya, 2015). Pada sistem konvensional, seluruh kebutuhan pengoperasian mesin sepenuhnya dilakukan oleh tenaga manusia, sehingga dibutuhkan

adanya ketelitian serta konsistensi pada hasil pemesinan akan sangat bergantung pada adanya keterampilan operator. Operator sendiri juga harus dapat bergerak dengan aktif untuk mengendalikan setiap langkah proses pemotongan dan menyebabkan tingginya ketergantungan yang dilimpahkan pada tenaga manusia. Mesin bubut konvensional sendiri juga cenderung memiliki nilai presisi yang tergolong jauh lebih rendah dibandingkan dengan mesin CNC dengan melihat cara kerja kontrol manual mempunyai berbagai risiko variasi dan juga kesalahan teknis. Selain itu, efisiensi yang dimiliki oleh produksi juga sangat terbatas akibat dari kecepatan kerja dan konsistensi hasil produksi dianggap sulit untuk mempertahankan optimalitas (SaThierbach & Petrovic, 2015). Sedangkan kelemahan dalam sistem konvensional memiliki 3 hal utama yang sangat menonjol. Pertama pada faktor waktu produksi yang lebih lama akibat dari pengaturan serta proses yang dijalankan bersifat manual, dimana waktu siklus produksi akan menjadi lebih lama dibandingkan dengan mesin CNC yang mampu beroperasi secara otomatis dan berkelanjutan dengan adanya pengaturan komputer. Kedua, risiko pada kesalahan manusia atau human error, dimana kesalahan pada pengaturan kecepatan, posisi alat potong, maupun langkah operasi akan menjadi risiko utama yang akan ditemukan pada sistem manual, sehingga hasil produk yang keluar akan memiliki struktur kurang konsisten atau cacat. Terakhir, biaya perawatan tinggi karena mesin konvensional sangat membutuhkan perawatan rutin yang bersifat mingguan dan intensif, hal ini dapat terjadi akibat mekanisme penggerak serta pengaturan yang dimiliki bekerja dengan manual serta akan lebih rentan menalami keausan serta kerusakan. Transformasi yang terjadi untuk berpindah ke metode smart manufacturing memiliki proses yang cukup panjang, smart manufacturing sendiri menjadi sebuah pendekatan pada sistem produksi yang mampu mengintegrasikan adanya teknologi digital seperti Internet of Things atau IoT dan juga Artificial Intelligence atau AI dalam membantu realisasi proses manufaktur yang bersifat cerdas, efisien, serta responsif dalam kategori real-time. Sistem tersebut memberikan berbagai kemungkinan-kemungkinan pada pengambilan keputusan yang berbasis data dan juga otomatisasi penuh pada sebuah proses produksi, peningkatan produktivitas dan juga kualitas pada hasil manufaktur (del Real Torres et al., 2022). Terdapat beberapa komponen utama yang dimiliki oleh smart manufacturing sendiri, yaitu integrasi pada IoT dan juga AI, IoT sendiri akan memberikan akses untuk konektivitas berbagai mesin serta perangkat produksi, sedangkan AI bertugas dalam memproses sebuah data untuk optimasi dan juga pengambilan keputusan secara otomatis. Kemudian adanya sistem real-time monitoring dan juga analisis data yang meningkatkan probabilitas pada aktivitas pemantauan proses produksi yang dapat dilakukan secara langsung dengan menekankan analisis data secara cepat dalam menyesuaikan operasi secara optimal. Terakhir, adanya otomatisasi secara penuh dengan CNC berbasis cloud, dimana penggunaan mesin CNC yang terhubung dengan cloud dalam melakukan kontrol sekaligus pengaturan produksi secara remote dan otomatis. Sedangkan, pada teknologi pendukungnya, smart manufacturing membutuhkan sensor dan machine learning untuk melakukan prediksi perawatan, melalui sensor kita dapat mengumpulkan adanya data mesin, sementara machine learning dapat berguna sebagai alat yang membantu prediksi kebutuhan sekaligus perawatan agar menghindari

kerusakan mendadak dan downtime. Kemudian, adanya peran digital twin yang bertugas sebagai simulasi proses produksi menjadi representasi virtual dari cakupan rangkaian proses produksi yang memberikan kemungkinan terhadap simulasi dan pengujian skenario sebelum melakukan implementasi secara nyata, membantu memberikan peningkatan efisiensi dan mengurangi risiko (Namjoshi & Rawat, 2022). Lalu, konektivitas antar-mesin atau biasa dikenal sebagai interoperability dimana mesin serta sistem produksi akan saling berhubungan dan mampu berkomunikasi, sehingga nantinya proses produksi yang dijalankan akan menjadi lebih terkoordinasi dan bersifat responsif. Smart manufacturing sendiri menjadi bagian penting dari revolusi industri 4.0 yang membawa efisiensi produksi, pengurangan biaya, dan menawarkan fleksibilitas tinggi dengan teknologi. Pemanfaatan dari smart manufacturing sendiri dapat dibagi menjadi tiga aspek utama, terkait dengan peningkatan efisiensi, keunggulan kompetitif, dan pengurangan biaya operasional. Peningkatan efisiensi yang didapatkan dapat terlihat dari waktu produksi yang lebih cepat, dimana mesin bubut CNC akan terintegrasi dalam smart manufacturing dengan menggunakan otomatisasi dengan kontrol komputer yang memberikan kemungkinan pada proses produksi yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional. Adanya pergantian tugas serta pemrograman ulang juga dapat dilakukan dengan lebih cepat tanpa harus memberikan pengendalian penuh pada pengaturan manual, sehingga waktu siklus produksi dapat berkurang dengan signifikan. Sedangkan di sisi lain, kita juga dapat mengurangi penggunaan limbah material atau zero defect dengan presisi yang cukup tinggi serta kontrol yang akurat, mesin bubut CNC akan mampu menghasilkan berbagai produk dengan tingkat kesalahan yang minimal, sehingga meminimalkan adanya limbah bahan baku serta kerugian material selama proses produksi (Qi & Tao, 2018). Di sisi lain, keunggulan kompetitif yang dimiliki oleh mesin bubut CNC juga cukup memainkan peranan dominan terkait presisi tinggi dengan minim kesalahan pada seluruh rangkaian proses yang dimilikinya, mesin bubut ini mampu melakukan pemesinan dengan akurasi pada mikrometer dengan hasil produk yang bersifat konsisten dengan kualitas tinggi. Otomatisasi pada pengurangan risiko dan juga human error yang umum terjadi pada sistem manual serta keunggulan dalam mendukung kualitas produk untuk menjadi lebih baik. Fleksibilitas pada proses produksi massal maupun kustomisasi juga dapat ditekankan, bahwa mesin CNC yang telah terhubung pada sistem smart manufacturing akan mampu dengan cepat disesuaikan untuk memberikan hasil produksi dengan berbagai jenis produk, mulai dari produksi massal bersifat standar hingga kustomisasi produk yang sesuai dengan permintaan pasar tanpa perlu waktu setup yang lama (Amanah & Persada, n.d.). Sedangkan aspek pengurangan biaya operasional juga berkontribusi pada optimalisasi energi dan bahan baku, dimana smart manufacturing dengan mesin CNC yang memanfaatkan sensor dan analisis data real-time untuk melakukan pengelolaan pada penggunaan energi dengan bahan baku yang optimal dan mengurangi pemborosan sumber daya pada proses produksi. Adanya predictive maintenance untuk menghindari downtime memberikan kemungkinan pada proses pemantauan kondisi mesin secara berkala dan memberikan prediksi kebutuhan perawatan sebelum terjadinya kerusakan yang mendadak, sehingga mampu mengurangi waktu henti produksi yang tidak direncanakan dan biaya perbaikan yang tinggi. Saat ini,

telah terdapat beberapa perusahaan yang sukses beralih ke smart manufacturing, seperti PT Astra Honda Motor dan PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia sebagai representasi keberhasilan perusahaan Indonesia yang mengimplementasikan industri 4.0 dengan optimal melalui artificial intelligence dan big data pada proses peningkatan efisiensi, daya saing, dan juga meminimalisir adanya kecelakaan kerja (Mardhiyah, 2021). Mereka akan menggabungkan unsur sensor di lini produksi dan menggunakan AI dalam optimalisasi proses produksi secara menyeluruh. Kemudian ada PT Schneider Electric Manufacturing Batam yang menjadi model smart manufacturing di Indonesia serta PT Pegaunihan Technology Indonesia yang menjadi pengelola smart factory dengan kolaborasi aktif teknologi 5G, IoT, serta AI yang mampu menyokong otomatisasi serta pengendalian proses produksi dengan real-time. Kerja sama yang dibangun bersama Telkomsel menghadirkan berbagai infrastruktur 5G dalam bentuk konektivitas mesin sekaligus perangkat yang mampu membeikan peningkatan pada produktivitas dan efisiensi. PT Astra Otoparts secara perlahan juga telah melakukan adopsi pada sistem ERP dalam integrasi proses produksi serta inventaris mereka agar dapat berjalan secara real-time untuk memberikan peningkatan serta produktivitas secara signifikan. Dampak nyata pada produktivitas dan keuntungan pada penerapan smart manufacturing mampu memberikan peningkatan signifikan pada kecepatan produksi, mengurangi adanya limbah material, serta memberikan peningkatan pada aspek presisi dan juga kualitas produk secara konsisten melalui otomasi dan pengendalian komputer. Dengan adanya konektivitas dan juga sensor pintar, beberapa perusahaan pada akhirnya akan mampu melakukan adanya predictive maintenance dimana minimalisir downtime mesin dapat dilakukan, sehingga mengurangi adanya biaya operasional serta memberikan peningkatan pada keandalan produksi (Asari et al., 2023). Transformasi yang terjadi di era digital juga mendukung adanya fleksibilitas pada ranah produksi, memberikan berbagai kemungkinan-kemungkinan pada perusahaan dalam memberikan respon perubahan pasar secara cepat dan juga efisien. Secara keseluruhan, perusahaan yang mengembangkan smart manufakturing akan mampu menunjukkan peningkatan pada daya saing, efisiensi biaya, sekaligus profitabilitas di sektor manufaktur. Dengan demikian, revolusi industri 4.0 memberikan dorongan positif pada perubahan dari manufaktur konvensional ke smart manufacturing yang mengutamakan digitalisasi, IoT, AI, dan juga sistem otomatisasi penuh, terutama pada mesin bubut CNC. Saat ini, perusahaan sudah harus mulai melakukan integrasi secara aktif pada teknologi digital seperti sensor, IoT, AI dalam analitik data dan prediktif, sekaligus sistem otomasi cerdas berbasis cloud untuk mengendalikan mesin CNC. Pembangunan sistem infrastruktur komunikasi yang andal juga perlu untuk ditinjau kembali, seperti jaringan 5G privat dalam memberikan dukungan pada konektivitas real-time antar mesin dan sistem produksi yang telah ada. Investasi pada pelatihan karyawan agar dapat berperilaku adaptif serta mampu mengoperasikan teknologi baru juga akan sangat krusial. Di sisi lain, penggunaan sistem ERP yang telah terintegrasi juga dapat memberikan peningkatan pada koordinasi produksi serta inventaris guna memberikan dukungan pada smart manufacturing. Smart manufacturing akan semakin mengandalkan adanya eksistensi dari teknologi canggih seperti cloud computing, AI generatif, 5G, dan digital twins sebagai

sarana simulasi serta optimasi proses produksi. Mesin bubut CNC juga akan menjadi jauh lebih fleksibel dan terintegrasi dengan adanya sistem manufaktur yang telah terhubung secara global, sehingga memungkinkan produksi secara massal yang lebih cepat sekaligus kustomisasi khusus sesuai permintaan pasar. Adopsi teknologi inilah yang akan menjadi kunci pada daya saing industri manufaktur Indonesia pada ranah global, serta menjadi dorongan utama terkait efisiensi, pengurangan biaya, dan juga keberlanjutan operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanah, P. T., & Persada, J. (n.d.). PROSES PEMBUATAN THUMB SCREW DENGAN MENGGUNAKAN MESIN CNC BUBUT SERTA PEMBUATAN ULIR SECARA KONVENSIONAL DI PT AMANAH JAYA PERSADA. 321–328.
- Asari, A., Romindo, Rijal, S., Abdurohim, Hendriati, Y., Faidal, Afifah, Z., Kartiko, A., Sunarno, N., Mujanah, S., Damanik, H. M., Sukamdani, N. B., & Baedowi, M. (2023). Manajemen SDM di Era Transformasi Digital.
- del Real Torres, A., Andreiana, D. S., Ojeda Roldán, Á., Hernández Bustos, A., & Acevedo Galicia, L. E. (2022). A Review of Deep Reinforcement Learning Approaches for Smart Manufacturing in Industry 4.0 and 5.0 Framework. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/app122312377>
- Ditya, K. A. (2015). PERANCANGAN SISTEM MEKANIK PENGGERAK SUMBU PADA MODIFIKASI MESIN BUBUT KONVENSIONAL MENJADI MESIN BUBUT CNC. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 3(1), 1–15.
- Mardhiyah, H. (2021). Laporan Akhir Aspek Khusus Penerapan Total Productive Maintenance Pada Produksi Jaring Di Pt Arida Program Studi Manajemen Industri.
- Namjoshi, J., & Rawat, M. (2022). Role of smart manufacturing in industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*, 63, 475–478. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.620>
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison. *IEEE Access*, 6, 3585–3593. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- SaThierbach, K., & Petrovic, S. (2015). Perkembangan Mesin Konvensional dalam Industri 4.0. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 3(1), 1–15.
- Zheng, P., wang, H., Sang, Z., Zhong, R. Y., Liu, Y., Liu, C., Mubarak, K., Yu, S., & Xu, X. (2018). Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 13(2), 137–150. <https://doi.org/10.1007/s11465-018-0499-5>

Implementasi Digital Twin Dalam Rantai Manufaktur: Efisiensi dan Akurasi Produksi di Era Industri 4.0

Rida Mardova

2400019102

Pendahuluan

Industri manufaktur saat ini sedang berada pada fase transisi besar dengan hadirnya revolusi industri 4.0 yang mendorong digitalisasi di segala lini proses. Salah satu inovasi teknologi yang menjadi sorotan adalah konsep Digital Twin, yaitu representasi digital dari objek fisik atau sistem yang memungkinkan simulasi, analisis, dan pengambilan keputusan secara real-time. Digital Twin menawarkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi produksi, sehingga menjadi strategi penting dalam kompetisi global. Transformasi ini tidak hanya menuntut teknologi tinggi, tetapi juga adaptasi dari sisi sumber daya manusia dan sistem kerja. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang bagaimana Digital Twin bekerja dan diterapkan dalam dunia manufaktur sangatlah penting. Dalam konteks ini, tulisan ini bertujuan untuk membahas secara komprehensif penerapan Digital Twin dalam rangkaian proses manufaktur, termasuk tantangan dan peluang yang menyertainya. Isi dan pembahasan Pengertian Digital Twin Menurut Gartner (2020),

Digital Twin adalah “representasi digital dari entitas dunia nyata, baik itu proses, sistem, maupun objek fisik, yang dapat diperbarui secara real-time dan digunakan untuk analisis serta pengambilan keputusan.” Teknologi ini menggabungkan data dari sensor IoT, sistem informasi industri, dan kecerdasan buatan untuk merepresentasikan kinerja dan kondisi aktual suatu sistem. Komponen Digital Twin Terdapat tiga komponen utama dalam Digital Twin:

- Model Fisik: Mesin atau sistem nyata di dunia industri.
- Model Digital: Representasi virtual yang meniru sistem nyata.
- Koneksi Data: Sensor dan jaringan yang menghubungkan keduanya secara real-time. Dengan integrasi ketiga komponen ini, maka pengguna dapat memantau, menganalisis, dan memprediksi performa suatu sistem tanpa harus menyentuh langsung objek fisiknya. Industri 4.0 dan Peran Digital Twin Dalam kerangka Industri 4.0, yang menekankan pada otomatisasi, pertukaran data, dan Internet of Things (IoT),

Digital Twin berperan sebagai tulang punggung pengambilan keputusan berbasis data (data-driven decision making). Penerapannya mencakup perencanaan produksi, pemeliharaan prediktif, pengendalian mutu, hingga penghematan biaya energi. Pembahasan: Efisiensi dan Akurasi Produksi Efisiensi Produksi Salah satu keunggulan Digital Twin adalah kemampuannya dalam meningkatkan efisiensi proses produksi. Dengan simulasi digital, produsen dapat menguji berbagai skenario tanpa menghentikan mesin di dunia nyata. Sebagai contoh, pengaturan ulang jalur produksi dapat dilakukan

secara virtual untuk menentukan konfigurasi paling optimal sebelum diterapkan secara nyata. Studi oleh Siemens (2019) menunjukkan bahwa penerapan Digital Twin dapat meningkatkan efisiensi produksi hingga 25% melalui optimasi alur kerja dan pengurangan waktu henti mesin. Akurasi dan Kualitas Produk Dengan memanfaatkan data real-time dari sensor, Digital Twin memungkinkan pengawasan kualitas secara lebih akurat. Jika terjadi penyimpangan kecil pada proses, sistem dapat memberikan peringatan dini sebelum cacat produk terjadi. Penerapan ini juga memungkinkan predictive maintenance, yakni pemeliharaan berdasarkan prediksi kerusakan, bukan jadwal tetap. Hal ini tentu menurunkan biaya perawatan sekaligus menjaga mutu hasil produksi tetap konsisten. Kolaborasi dan Transparansi Digital Twin menciptakan platform kolaborasi antara berbagai departemen seperti engineering, produksi, dan logistik. Dengan data yang tersinkronisasi, keputusan menjadi lebih terarah dan minim konflik. Selain itu, transparansi terhadap seluruh proses produksi meningkatkan kepercayaan stakeholder internal maupun eksternal. Studi Kasus dan Analisis Studi Kasus: Penerapan Digital Twin oleh General Electric (GE) General Electric (GE) merupakan salah satu pelopor dalam penggunaan Digital Twin pada industri manufaktur, terutama di sektor pembangkit listrik dan turbin. GE membangun lebih dari 1,2 juta digital twin untuk memonitor mesin mesin produksinya di seluruh dunia. Hasilnya adalah peningkatan efisiensi energi dan pengurangan biaya operasional tahunan hingga jutaan dolar (GE Reports, 2020). Analisis Manfaat dan Tantangan Manfaat utama:

- Pengurangan downtime produksi
- Peningkatan fleksibilitas perencanaan
- Deteksi kesalahan sebelum terjadi kerugian besar Tantangan utama:
- Biaya awal implementasi yang tinggi
- Kebutuhan akan infrastruktur digital (sensor, jaringan)
- Kesenjangan keterampilan SDM dalam membaca dan menginterpretasi data digital

Oleh karena itu, adopsi Digital Twin harus disertai dengan pelatihan SDM dan investasi bertahap agar hasilnya optimal. Kesimpulan Digital Twin telah membuktikan dirinya sebagai salah satu teknologi kunci dalam revolusi industri 4.0, terutama pada sektor manufaktur. Dengan kemampuannya memodelkan sistem fisik secara digital dan real-time, teknologi ini membuka peluang besar dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi produksi. Dari pengujian simulatif, pengawasan kualitas, hingga pemeliharaan prediktif, semua dapat dilakukan lebih cepat, hemat biaya, dan akurat. Namun, penerapannya tidak bisa instan. Dibutuhkan kesiapan infrastruktur, integrasi teknologi digital, serta pengembangan SDM yang mumpuni. Perusahaan yang berhasil mengatasi tantangan ini akan memiliki keunggulan kompetitif di pasar global yang semakin digital dan dinamis. Digital Twin bukan sekadar tren, tapi langkah strategis menuju masa depan manufaktur yang cerdas, terukur, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gartner. (2020). Top 10 Strategic Technology Trends for 2020. Diakses dari: www.gartner.com
- GE Reports. (2020). How GE is Leading the Digital Twin Revolution. Diakses dari: www.ge.com
- Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. Springer.
- Kritzinger, W., et al. (2018). Digital Twin in Manufacturing: A Review. IFAC-PapersOnLine, Vol. 51, Issue 11.
- Siemens. (2019). Digital Twin: Realizing the Potential of the Digital Enterprise. Siemens AG.

Penerapan Otomasi dan IoT dalam Dunia Teknik Industri

Siti Nur Agustina

2400019111

Pendahuluan

Perkembangan teknologi telah membawa dampak besar terhadap berbagai sektor kehidupan, terutama dalam bidang industri. Era Revolusi Industri 4.0 ditandai oleh integrasi teknologi digital dengan proses manufaktur, di mana otomatisasi dan Internet of Things (IoT) menjadi dua pilar utama. Otomasi merujuk pada penggunaan sistem kendali untuk mengoperasikan peralatan dengan intervensi manusia yang minimal, sedangkan Internet of Things (IoT) memungkinkan objek fisik untuk saling terhubung melalui jaringan internet dan berkomunikasi secara otomatis. Kombinasi kedua teknologi ini menciptakan sistem produksi yang lebih cerdas, efisien, dan terintegrasi. Tujuan dari esai ini adalah untuk membahas definisi otomasi dan Internet of Things (IoT) dalam konteks industri, menjelaskan perannya dalam mendorong efisiensi operasional, menggambarkan aplikasinya dalam berbagai sektor, serta mengevaluasi keuntungan yang ditawarkannya. Dengan memahami aspek-aspek ini, dapat ditarik kesimpulan mengenai pentingnya otomasi dan Internet of Things (IoT) sebagai fondasi utama dalam transformasi industri modern.

Pembahasan

Definisi Otomasi dan Internet of Things (IoT) Dalam Industri Otomasi adalah penerapan teknologi untuk mengendalikan dan memonitor proses produksi secara otomatis tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Dalam konteks industri, otomasi mencakup penggunaan perangkat lunak, sensor, pengendali logika terprogram (PLC), dan sistem kendali lainnya untuk mengoperasikan mesin dan alat produksi. Tujuan utama dari otomasi adalah meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan manusia, dan menekan biaya produksi. Sementara itu, Internet of Things (IoT) merujuk pada konsep di mana perangkat fisik saling terkoneksi melalui jaringan internet, memungkinkan pertukaran dan analisis data secara real-time. IoT menjadi penghubung antara berbagai elemen dalam sistem industri, seperti mesin, sensor, sistem manajemen, dan manusia. Perangkat IoT mampu mengumpulkan, mengolah, dan mengirimkan data secara otomatis, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Peran Otomasi dan IoT Dalam Industri Otomasi dan IoT memainkan peran penting dalam mewujudkan industri yang lebih efisien, adaptif, dan responsif. Peran utama teknologi ini dalam industri adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan Efisiensi Operasional Dengan sistem kendali otomatis dan pemantauan berbasis IoT, proses produksi dapat berjalan secara konsisten dengan kualitas yang lebih baik. Waktu henti mesin dapat diminimalkan melalui deteksi

dini kerusakan atau keausan komponen, sehingga meningkatkan produktivitas dan efisiensi waktu kerja.

2. Pemantauan dan Pengendalian Jarak Jauh Teknologi IoT memungkinkan pengawasan dan pengendalian sistem industri dari lokasi yang berbeda secara real-time. Hal ini sangat berguna untuk industri yang memiliki lokasi produksi luas atau banyak unit mesin yang tersebar.
3. Prediksi dan Pemeliharaan Preventif Sensor IoT dapat mengumpulkan data secara terus-menerus dan memprediksi kapan mesin akan mengalami penurunan performa. Dengan demikian, perawatan dapat dilakukan sebelum kerusakan terjadi, yang dikenal dengan istilah predictive maintenance.
4. Meningkatkan Keselamatan dan Keamanan Implementasi sistem otomatisasi yang dilengkapi dengan pemantauan berbasis IoT dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan keamanan data industri.

Penggunaan Otomasi dan IoT Dalam Berbagai Sektor Industri Penerapan otomasi dan IoT mencakup berbagai bidang industri, termasuk:

1. Manufaktur IoT digunakan untuk memantau kondisi mesin, mengontrol proses produksi, dan mengoptimalkan penggunaan energi. Otomasi membantu menyederhanakan proses perakitan dan distribusi secara efisien.
2. Kesehatan Teknologi IoT memungkinkan pemantauan kondisi pasien secara real time melalui perangkat medis pintar. Otomasi membantu mendukung sistem pelayanan rumah sakit seperti sistem infus otomatis dan pengingat konsumsi obat.
3. Pertanian Di sektor ini, IoT digunakan dalam pertanian presisi untuk memantau kondisi tanah, cuaca, dan kelembapan, serta mengendalikan sistem irigasi otomatis.
4. Transportasi dan Logistik Sensor IoT memfasilitasi pelacakan lokasi kendaraan, pemantauan beban, serta penjadwalan pemeliharaan armada. Otomasi juga diterapkan dalam sistem lalu lintas cerdas dan gudang otomatis.
5. Pendidikan dan Rumah Tangga Dalam pendidikan, teknologi IoT menciptakan kelas pintar dengan perangkat interaktif. Sementara itu, otomasi rumah tangga menggunakan sensor untuk mengatur suhu, cahaya, dan sistem keamanan berbasis IoT.

Keuntungan Otomasi dan IoT Penggabungan antara otomasi dan Internet of Things (IoT) memberikan berbagai manfaat strategis bagi industri modern. Salah satu manfaat utamanya adalah peningkatan produktivitas, di mana proses produksi yang berjalan secara otomatis dan terpantau secara berkelanjutan mampu menghasilkan output dengan kualitas yang konsisten.

Selain itu, sistem ini juga mendukung efisiensi energi dan penggunaan sumber daya, karena kontrol yang lebih akurat memungkinkan optimalisasi pemakaian energi serta bahan baku, sehingga dapat menekan pemborosan. Manfaat lainnya mencakup penghematan biaya operasional jangka panjang. Meskipun investasi awalnya tergolong besar, penerapan otomasi dan IoT mampu mengurangi biaya tenaga kerja, pemeliharaan,

dan konsumsi energi. Keunggulan berikutnya adalah kecepatan dalam pengambilan keputusan, karena data yang dikumpulkan secara real-time memungkinkan analisis yang lebih cepat dan akurat oleh manajemen. Selain itu, IoT juga mendorong inovasi produk dan layanan, seperti lahirnya kendaraan otonom, peralatan rumah tangga cerdas, serta sistem keamanan digital yang semakin terintegrasi dengan teknologi.

Penutup

Otomasi dan Internet of Things (IoT) telah menjadi fondasi penting dalam transformasi industri di era Revolusi Industri 4.0. Otomasi memungkinkan proses produksi berjalan secara efisien dan konsisten dengan minimnya intervensi manusia, sementara IoT menyediakan konektivitas antar perangkat melalui internet untuk mengumpulkan dan mengolah data secara real-time. Keduanya memainkan peran krusial dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi risiko kesalahan, serta mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data. Peran ini semakin nyata dalam penerapannya di berbagai sektor, mulai dari manufaktur, kesehatan, pertanian, hingga transportasi dan pendidikan. Keuntungan yang ditawarkan oleh penggabungan otomasi dan IoT tidak hanya mencakup peningkatan produktivitas dan efisiensi sumber daya, tetapi juga penghematan biaya operasional dalam jangka panjang serta peningkatan keselamatan kerja. Selain itu, teknologi ini turut mendorong inovasi dan lahirnya sistem cerdas yang terintegrasi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan melihat manfaat yang signifikan tersebut, otomasi dan IoT bukan hanya sekadar tren teknologi, melainkan kebutuhan strategis yang harus diadopsi oleh industri untuk tetap kompetitif dan adaptif dalam menghadapi tantangan masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, M. F. (2023). Implementasi Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Instalasi Otomasi Panel Listrik Industri Menggunakan IOT Berbasis Mobile. *Krisnadana Journal*, 2(2), 331-343.
- Muhana, M. F., & Fuad, E. (2024). Keamanan Dan Implementasi IoT Dalam Lingkungan Industri. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 7848-7855.
- Rusman, R., Hasan, H., & Heyawan, W. (2021). Modul Pratikum Kendali Otomasi Industri Tingkat Lanjut Menggunakan Aplikasi IoT Dalam Monitoring Proses Kontrol. *Jurnal ELIT*, 2(2), 21-31.
- Trista, R. T. (2022). Peran Internet Of Things (IoT) Dalam Industri 4.0. *Jurnal Sains dan Teknologi Widyaloka (JSTekWid)*, 1(2), 235-241.
- Zilham, A., & Gunawan, R. (2024). Potensi IoT dalam industri 4.0. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(2), 1932-1940.

Peran *Lean Manufacturing* dan Digitalisasi dalam Membangun Industri yang Peduli Sosial

Tia Sinta Martasari

2400019110

Pendahuluan

Perkembangan dunia industri saat ini sangat cepat dan dinamis. Perusahaan dituntut untuk terus berinovasi agar mampu bersaing dan bertahan dalam kondisi pasar yang kompetitif. Salah satu upaya penting yang dapat dilakukan adalah meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses produksi. Untuk mencapai hal tersebut, diperlukan pendekatan yang menyeluruh, tidak hanya dari sisi manajemen, tetapi juga dari sisi teknologi. *Lean Manufacturing* merupakan metode kerja yang berfokus pada pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah, seperti waktu tunggu, kelebihan stok, dan proses yang tidak efisien (Wijaya,2024).

Tujuannya adalah menciptakan sistem produksi yang ramping, cepat, dan minim pemborosan. Di sisi lain, kemajuan teknologi digital seperti sensor, data otomatis, dan sistem komputer membantu mempermudah pemantauan serta pengambilan keputusan secara cepat dan tepat (Wibowo, 2025). Ketika prinsip lean digabungkan dengan digitalisasi, perusahaan tidak hanya mampu bekerja lebih efisien, tetapi juga menciptakan dampak positif bagi masyarakat. Produk menjadi lebih terjangkau, kualitas lebih terjaga, dan lapangan kerja baru bisa tercipta.

Oleh karena itu, kolaborasi antara Lean dan digitalisasi menjadi solusi strategis bagi industri yang ingin maju dan bermanfaat bagi lingkungan sekitarnya. Isi Dan Pembahasan Pertama, bagaimana kita bisa mengembangkan pemahaman mendalam tentang konsep *Lean Manufacturing* dan teknologi digital dalam konteks industri modern? Memahami inti kedua konsep ini adalah langkah awal yang krusial. Kedua, apa saja peran dan manfaat dari masing-masing pendekatan, serta dampak positif yang akan timbul jika keduanya digabungkan? Mengenali peran masing-masing dan sinergi yang tercipta akan memberikan gambaran komprehensif. Ketiga, tantangan apa saja yang mungkin muncul dalam upaya mengintegrasikan Lean dan digital dalam proses industri? Mengetahui hambatan yang ada akan membantu dalam merumuskan solusi yang efektif. Terakhir, strategi apa yang dapat diterapkan agar integrasi ini berhasil, berkelanjutan, dan memberikan nilai nyata bagi perusahaan? Penentuan strategi yang tepat adalah kunci keberhasilan implementasi jangka panjang.

1. *Lean Manufacturing* Itu Apa?

Lean Manufacturing adalah metode kerja yang bertujuan untuk menghindari segala bentuk pemborosan dalam proses produksi. Contohnya termasuk menghindari stok berlebih, waktu tunggu yang terlalu lama, atau langkah kerja yang tidak efektif. Prinsip utamanya adalah menyederhanakan proses agar lebih cepat dan efisien. Dengan menerapkan Lean, perusahaan dapat memastikan bahwa semua tahapan

dalam proses produksi berjalan secara optimal. Hasilnya, efisiensi meningkat, biaya ditekan, dan waktu produksi dapat dipersingkat (Wijaya, 2024).

2. Peran Teknologi Digital

Teknologi digital seperti sensor, komputer, dan sistem otomasi digunakan untuk memantau dan mengontrol proses produksi. Misalnya, sensor pada mesin dapat mendeteksi kerusakan lebih awal, sehingga perbaikan bisa dilakukan sebelum kerusakan meluas. Teknologi ini juga memungkinkan pengumpulan data produksi secara real-time yang dapat digunakan untuk analisis efisiensi kerja dan pengambilan keputusan cepat. Dengan bantuan digitalisasi, perusahaan tidak hanya mengandalkan tenaga manusia, tetapi juga dapat mengelola produksi dengan akurasi dan kecepatan yang lebih tinggi (Wibowo, 2025).

3. Manfaat Menggabungkan Lean dan Digital

Integrasi antara prinsip Lean dan teknologi digital menawarkan berbagai manfaat strategis: - Proses produksi menjadi lebih cepat dan efisien. - Kualitas produk dapat dijaga secara konsisten. - Perusahaan dapat menghemat biaya operasional. - Produksi menjadi lebih fleksibel dalam merespons permintaan pasar yang berubah-ubah (Zainuddin Latuconsina et al., 2025). Jika dua pendekatan ini digabungkan, hasilnya sangat menguntungkan. Produksi menjadi lebih cepat dan efisien, biaya bisa ditekan, dan kualitas produk tetap terjaga. Selain itu, perusahaan juga bisa lebih cepat menyesuaikan diri dengan permintaan pasar.

4. Tantangan dan Cara Mengatasinya

Integrasi Lean dan digital tidak terlepas dari tantangan, seperti: - Biaya alat digital yang tinggi. - Karyawan yang belum terbiasa dengan teknologi baru. - Waktu adaptasi yang diperlukan untuk menjalankan sistem baru. (Purnomo et al., 2025) Namun, tantangan tersebut dapat diatasi melalui: - Pelatihan karyawan secara berkala. Program pelatihan yang komprehensif akan membekali karyawan dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengoperasikan teknologi baru dan memahami prinsip Lean (Panudju et al., 2025). - Penerapan sistem secara bertahap.

Pendekatan inkremental ini lebih aman dan teratur, mengurangi risiko dan memungkinkan perusahaan untuk belajar serta menyesuaikan diri selama proses transisi. - Dukungan penuh dari pimpinan dan tim kerja. Atas hingga bawah akan menciptakan lingkungan yang kondusif bagi perubahan, termasuk arahan yang jelas, anggaran yang cukup, dan kebijakan yang mendukung. Dengan strategi yang tepat, tantangan tersebut bukan menjadi hambatan, melainkan bagian dari proses transformasi menuju industri yang lebih modern dan efisien.

Solusi Untuk mewujudkan integrasi yang berhasil antara Lean Manufacturing dan teknologi digital, diperlukan beberapa pendekatan strategis.

1. Pelatihan dan Pengembangan Karyawan Salah satu kunci keberhasilan integrasi adalah kesiapan sumber daya manusia. Karyawan perlu dibekali pengetahuan dan keterampilan melalui pelatihan yang sesuai. Dengan begitu, mereka mampu

- memahami dan mengoperasikan teknologi digital yang digunakan dalam proses produksi.
2. Penerapan Sistem Secara Bertahap Penerapan sistem baru sebaiknya dilakukan secara bertahap. Hal ini bertujuan agar proses produksi tetap berjalan tanpa gangguan. Pendekatan bertahap juga membantu perusahaan menyesuaikan diri dengan perubahan secara lebih aman dan teratur.
 3. Dukungan dari Pimpinan Perusahaan Komitmen dari manajemen sangat penting dalam mendukung keberhasilan program ini. Manajemen perlu memberikan arahan yang jelas, menyediakan anggaran yang cukup, serta memastikan kebijakan perusahaan mendukung penerapan teknologi dan prinsip lean secara menyeluruh.
 4. Monitoring dan Evaluasi Berkala Setelah sistem dijalankan, perlu dilakukan pemantauan dan evaluasi secara rutin. Evaluasi ini membantu perusahaan mengetahui apakah sistem berjalan sesuai harapan, serta mengidentifikasi bagian yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan (Noval et al., 2024).
 5. Kesiapan Infrastruktur Digital Aspek teknis juga harus diperhatikan. Perusahaan harus memastikan jaringan internet stabil, perangkat lunak berfungsi dengan baik, dan semua alat digital mendukung proses produksi. Infrastruktur yang siap akan memperlancar proses integrasi dan meminimalkan gangguan teknis.

Manfaat Integrasi antara Lean Manufacturing dan teknologi digital menawarkan banyak manfaat nyata bagi industri. Proses produksi menjadi lebih cepat dan akurat, serta kesalahan dalam produksi dapat diminimalkan. Kualitas produk pun lebih terjaga karena sistem digital memungkinkan pengawasan ketat terhadap mutu produksi. Di sisi lain, proses produksi juga menjadi lebih fleksibel dan cepat dalam menanggapi perubahan permintaan pasar.

Manfaat lainnya adalah peningkatan akurasi dalam pengambilan keputusan. Data yang dikumpulkan dari sistem digital dapat diolah untuk mengetahui tren produksi, kebutuhan bahan baku, hingga estimasi waktu kerja. Dengan integrasi ini, perusahaan dapat meningkatkan daya saing dan beradaptasi lebih cepat dalam era industri yang penuh tantangan. Kesimpulan Integrasi antara Lean Manufacturing dan teknologi digital memberikan banyak manfaat bagi dunia industri saat ini. Lean membantu mengurangi pemborosan dan menyederhanakan proses kerja, sementara teknologi digital seperti sensor, data, dan otomasi membantu mempercepat proses dan meningkatkan akurasi. Gabungan keduanya membuat produksi menjadi lebih efisien, hemat biaya, dan mudah disesuaikan dengan kebutuhan pasar (Purnomo et al., 2025).

Di sisi lain, integrasi Lean dan teknologi digital juga berdampak langsung dalam kehidupan masyarakat sehari-hari. Contohnya, ketika proses produksi menjadi lebih efisien dan cepat, harga produk di pasaran bisa menjadi lebih terjangkau. Selain itu, masyarakat juga mendapatkan akses terhadap produk dengan kualitas yang lebih baik dan konsisten. Peningkatan efisiensi ini turut membuka lapangan pekerjaan baru pengelolaan data produksi. di bidang teknologi, manufaktur, serta Walaupun ada tantangan, seperti biaya awal yang tinggi dan perlunya pelatihan bagi karyawan, tantangan tersebut bisa diatasi

dengan langkah bertahap dan dukungan dari semua pihak. Dengan penerapan yang tepat, integrasi ini dapat menjadi kunci utama dalam menghadapi persaingan industri di era digital yang terus berkembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Noval, M., Hidayat, S., Anggara, I., & Ibrahim, I. (2024). Analisis dan Optimalisasi Sistem Produksi dalam Konteks Industri 4.0. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 3(1), 223–231.
- Panudju, A. T. T., Judijanto, L., Apriyanto, A., Jumiono, A., Pajala, S., Suharyanto, S., & Widjaya, W. (2025). *Pengantar Teknik Industri*. PT. Sonopedia Publishing Indonesia.
- Purnomo, M. H., Susiyanti, D., & Herlambang, M. B. (2025). Inovasi Integrasi Robotic Welding dan Positioner System untuk Meningkatkan Efisiensi Lean Manufacturing. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 4(12), 9465–9476.
- Wibowo, A. (2025). *Manajemen Transformasi Digital Industri 4.0*. Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik.
- Wijaya, W. (2024). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi. *Circle Archive*, 1(6).
- Zainuddin Latuconsina, S. E., Ferawati Usman, S. E., MM, C., & Syamsu Rijal, S. E. (2025). *Integrasi Teknologi dalam Manajemen Operasional: Membangun Proses Produksi 4.0*. Takaza Innovatix Labs.

Transformasi *Manufacturing* Menuju Era *Smart Factory*

Wiwit Maulana Ridwanulloh

2400019087

Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan di berbagai sektor, termasuk industri manufaktur. Era ini ditandai dengan digitalisasi pabrik yang semakin meluas, mendorong perusahaan manufaktur untuk mempertimbangkan kembali dan mengevaluasi operasi serta arah strategis mereka di masa depan. Konsep "Smart Factory" (Pabrik Pintar) muncul sebagai inti dari transformasi ini, mengintegrasikan teknologi informasi canggih untuk merevolusi cara bisnis beroperasi. Smart Manufacturing (SM) atau Industri 4.0 secara umum diterapkan pada peningkatan operasi manufaktur melalui integrasi sistem, yang menghubungkan kemampuan fisik dan siber, serta memanfaatkan informasi, termasuk evolusi data besar. Transformasi ini menjanjikan peningkatan efisiensi, pengurangan biaya, dan peningkatan kualitas produk, menjadikannya perubahan paling signifikan dalam manufaktur yang berpusat pada peningkatan produktivitas. Industri 4.0 merupakan kerangka kerja yang sangat kompleks, mencakup Sistem Cyber Fisik, Internet of Things (IoT), Internet of Services (IoS), Robotika, Big Data, Cloud Manufacturing, dan Augmented Reality.

Kemajuan pesat dalam teknologi digital, seperti peningkatan integrasi sensor dan IoT, ketersediaan data yang melimpah, serta kemajuan dalam robotika dan otomasi proses, menjadi pendorong utama era Smart Manufacturing ini. Peran teknologi informasi sangat krusial dalam mendukung industri manufaktur menghadapi tantangan dan memanfaatkan peluang yang ditawarkan oleh Revolusi Industri 4.0.

1. Konsep Smart Factory Konsep Smart Factory merupakan integrasi mendalam dari teknologi informasi dan operasional di lingkungan manufaktur. Ini adalah wujud nyata dari Industri 4.0, di mana pabrik-pabrik menjadi lebih adaptif, efisien, dan produktif melalui pemanfaatan teknologi canggih. Teknologi Utama dalam Smart Factory:

a. Internet of Things (IoT)

IoT memungkinkan pengumpulan data real-time dari berbagai perangkat dan mesin di rantai produksi. Sensor-sensor yang tertanam di peralatan memungkinkan pemantauan kondisi mesin, kinerja produksi, dan kualitas produk secara langsung. Data yang terkumpul ini menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut dan pengambilan keputusan yang cepat.

b. Big Data dan Analitik

Dengan volume data yang sangat besar yang dihasilkan oleh IoT, Big Data dan analitik menjadi sangat penting. Analitik data mendukung pengambilan keputusan berbasis data, mengidentifikasi pola, tren, dan anomali yang mungkin tidak terlihat dengan metode konvensional. Ini memungkinkan

perusahaan untuk mengoptimalkan proses, memprediksi kebutuhan pemeliharaan, dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.

- c. Kecerdasan Buatan (AI) dan Pembelajaran Mesin (Machine Learning - ML)
AI didefinisikan sebagai kemampuan komputer untuk melakukan fungsi kognitif layaknya manusia, seperti memahami, menalar, belajar, dan memecahkan masalah. Dalam Smart Factory, AI dan ML membantu dalam prediksi kegagalan mesin (pemeliharaan prediktif), optimasi proses produksi, dan kontrol kualitas. AI juga memiliki kemampuan untuk mengubah data manufaktur yang kompleks menjadi informasi yang dapat ditindaklanjuti dan berwawasan luas.
- d. Cloud Computing
Menyediakan infrastruktur yang fleksibel dan skalabel untuk menyimpan dan memproses data besar, serta menjalankan aplikasi AI dan analitik. Cloud computing memungkinkan akses data dan aplikasi dari mana saja, mendukung kolaborasi dan manajemen rantai pasok yang lebih efisien.
- e. Sistem Cyber-Fisik (Cyber-Physical Systems - CPS)
Befungsi sebagai jantung dari Smart Factory, di mana dunia fisik (mesin, peralatan, produk) dan dunia siber (komputasi, komunikasi, kontrol) terintegrasi secara erat. CPS memungkinkan perangkat, mesin, modul produksi, dan produk untuk bertukar informasi dan saling mengontrol secara mandiri, menciptakan lingkungan manufaktur yang cerdas.
- f. Robotika dan Otomasi
Kemajuan dalam robotika dan otomasi proses memungkinkan tugas-tugas yang repetitif, berbahaya, atau membutuhkan presisi tinggi dilakukan oleh robot, sehingga meningkatkan kecepatan produksi dan mengurangi risiko kesalahan manusia.
- g. Digital Twin
Konsep digital twin (kembaran digital) adalah replika virtual dari aset fisik, proses, atau sistem. Ini memungkinkan simulasi, pemantauan real-time, dan analisis prediktif untuk mengoptimalkan kinerja dan mengidentifikasi potensi masalah sebelum terjadi di dunia fisik. Dengan mengadopsi teknologi-teknologi ini, perusahaan manufaktur dapat menciptakan lingkungan produksi yang terhubung, cerdas, dan responsif terhadap perubahan permintaan pasar serta kondisi operasional.

2. Manfaat Transformasi Menuju Smart Factory Implementasi teknologi informasi dalam manufaktur membawa sejumlah manfaat signifikan yang secara fundamental mengubah operasi bisnis dan meningkatkan daya saing. Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas: Salah satu manfaat paling menonjol adalah peningkatan efisiensi produksi dan produktivitas. Dengan teknologi seperti IoT, pengumpulan data real-time memungkinkan pemantauan kinerja mesin dan proses secara akurat, mengidentifikasi bottleneck, dan mengoptimalkan aliran kerja. Otomasi melalui

robotika mengurangi waktu siklus produksi dan meningkatkan throughput, sementara AI dapat menganalisis data untuk menemukan cara terbaik dalam mengalokasikan sumber daya dan meningkatkan kapasitas produksi. Hasilnya, keunggulan operasional setelah penerapan Industri 4.0 akan mencapai standar tingkat baru yang tidak terbayangkan dalam organisasi manufaktur tradisional.

Pengurangan Biaya Operasional: Adopsi teknologi digital secara langsung berkorelasi dengan pengurangan biaya operasional. Pemeliharaan prediktif yang didukung oleh AI dan ML dapat memprediksi kegagalan mesin sebelum terjadi, mengurangi waktu henti yang tidak terencana dan biaya perbaikan darurat.

Optimasi proses berbasis data juga mengurangi pemborosan bahan baku dan energi. **Fleksibilitas produksi** yang meningkat dan penghematan biaya secara keseluruhan dapat dicapai.

Peningkatan Kualitas Produk: Smart Factory memungkinkan kontrol kualitas yang lebih ketat dan konsisten. Dengan pemantauan real-time dan analitik data, setiap penyimpangan dari standar kualitas dapat segera terdeteksi dan dikoreksi. AI dapat menganalisis data produksi untuk mengidentifikasi akar penyebab cacat dan merekomendasikan penyesuaian, yang secara signifikan meningkatkan kualitas produk jadi.

Peningkatan Daya Saing Perusahaan: Dengan efisiensi yang lebih tinggi, biaya yang lebih rendah, dan kualitas produk yang lebih baik, perusahaan manufaktur dapat secara signifikan meningkatkan daya saing mereka di pasar global. Kemampuan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan permintaan pasar dan memproduksi produk yang disesuaikan secara efisien menjadi keunggulan kompetitif yang kuat.

Manfaat Lingkungan dan Keselamatan: Penerapan Industri 4.0 juga berkontribusi pada pengurangan emisi lingkungan. Sistem fisik-siber dapat memantau tingkat emisi dan mengatur diri sendiri secara proaktif untuk mengurangi dampak lingkungan. Selain itu, otomatisasi aktivitas berbahaya dan tidak aman secara ergonomis akan menjaga kesehatan dan keselamatan pekerja. Secara keseluruhan, implementasi Smart Manufacturing tidak hanya berdampak pada peningkatan hasil produksi, tetapi juga pada proses secara keseluruhan, mulai dari waktu, biaya, hingga keberlanjutan operasional.

3. **Tantangan dalam Transformasi** Meskipun potensi manfaat Smart Factory sangat besar, proses transformasinya tidaklah tanpa hambatan. Perusahaan menghadapi berbagai tantangan, terutama usaha kecil dan menengah (UKM).

Keterbatasan Finansial: Salah satu hambatan utama bagi perusahaan, khususnya UKM, adalah kendala keuangan. Investasi awal yang diperlukan untuk mengadopsi teknologi digital canggih seperti IoT, AI, dan robotika bisa sangat besar. Perusahaan yang lebih kecil sering kali tertinggal karena keterbatasan modal dan risiko yang dirasakan terkait dengan transformasi tersebut.

Kesenjangan Keterampilan Tenaga Kerja: Transformasi digital membutuhkan tenaga kerja dengan keterampilan baru yang relevan dengan teknologi Industri 4.0. Ada kesenjangan keterampilan tenaga kerja yang signifikan, dan kurangnya keahlian dalam mengoperasikan serta mengelola sistem Smart Factory menjadi tantangan serius. Program pelatihan dan

pengembangan keterampilan menjadi sangat penting untuk memastikan tenaga kerja siap menghadapi perubahan ini. Kompleksitas Integrasi Teknologi Baru: Mengintegrasikan berbagai teknologi digital baru ke dalam sistem manufaktur yang sudah ada merupakan tugas yang kompleks. Kompatibilitas antara sistem lama dan baru, serta standarisasi data, bisa menjadi kendala. Proses ini memerlukan perencanaan yang cermat dan keahlian teknis yang memadai. Variabilitas Permintaan dan Persaingan: Lingkungan manufaktur saat ini menjadi semakin kompleks dan dinamis. Permintaan produk dan preferensi pelanggan yang terus berkembang, ditambah dengan tekanan persaingan yang tiada henti dari pasar, membuat pemenuhan tujuan throughput, kualitas, dan biaya menjadi semakin sulit. Perusahaan harus mampu beradaptasi dengan cepat terhadap variabilitas ini. Kurangnya Pembelajaran Teknologi yang Optimal (Kontek Indonesia): Di Indonesia, industri dengan intensitas teknologi rendah cenderung lebih berkembang dibandingkan dengan industri yang memiliki intensitas teknologi tinggi atau menengah-tinggi. Salah satu penyebabnya adalah kurang optimalnya pembelajaran teknologi di sektor manufaktur. Hal ini menunjukkan perlunya fokus lebih lanjut pada pengembangan kemampuan teknologi dan inovasi di perusahaan-perusahaan Indonesia untuk mendukung transformasi menuju Smart Factory.

4. Studi Kasus Transformasi menuju Smart Factory telah menjadi fokus penelitian di berbagai negara, termasuk Indonesia, di mana studi kasus dan survei memberikan wawasan tentang adopsi teknologi dan dampaknya. Sebuah penelitian di Indonesia yang fokus pada perusahaan manufaktur dengan intensitas teknologi tinggi dan menengah-tinggi mengungkapkan bahwa pembelajaran teknologi memiliki peran penting dalam penciptaan inovasi. Hasil studi kasus ini menunjukkan bahwa perusahaan dengan intensitas teknologi tinggi cenderung memilih pembelajaran teknologi internal, yang berarti mereka mengembangkan keahlian dan inovasi secara mandiri di dalam organisasi. Sementara itu, perusahaan dengan intensitas teknologi menengah-tinggi lebih memilih kombinasi pembelajaran teknologi internal dan eksternal, yang mungkin melibatkan kemitraan dengan penyedia teknologi, lembaga penelitian, atau pelatihan eksternal untuk mempercepat adopsi teknologi baru. Faktor faktor seperti peran strategis teknologi terhadap kompetensi inti perusahaan, aspek kepemilikan teknologi, kemampuan sumber daya internal, dan karakteristik permintaan pasar turut dipertimbangkan oleh perusahaan dalam memilih jenis pembelajaran teknologi yang tepat. Studi lain yang berfokus pada dampak adopsi teknologi digital terhadap efisiensi operasional di perusahaan manufaktur skala kecil (UKM) di Indonesia juga menunjukkan hasil yang positif. Penelitian ini melibatkan survei terhadap 150 UKM yang menerapkan teknologi digital setelah tahun 2022, dengan fokus pada otomatisasi, cloud computing, dan analisis data. Hasilnya menunjukkan korelasi positif yang signifikan antara adopsi teknologi digital dan peningkatan indikator kinerja utama, termasuk kecepatan produksi, pengurangan biaya, dan kualitas produk. Temuan ini menekankan bahwa meskipun UKM mungkin menghadapi tantangan finansial dan keterampilan, adopsi

teknologi digital tetap dapat memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan efisiensi operasional. Kedua studi kasus ini menegaskan bahwa adopsi teknologi dalam sektor manufaktur di Indonesia sedang berlangsung, meskipun dengan berbagai pendekatan dan tingkat intensitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi digital, jika diimplementasikan dengan strategi pembelajaran teknologi yang tepat, dapat secara signifikan meningkatkan kinerja dan daya saing perusahaan manufaktur. Transformasi industri manufaktur menuju era Smart Factory adalah keniscayaan yang didorong oleh Revolusi Industri 4.0 dan kemajuan pesat teknologi informasi. Konsep Smart Factory, yang mengintegrasikan Internet of Things (IoT), Big Data, Kecerdasan Buatan (AI), Cloud Computing, Sistem Cyber-Fisik, Robotika, dan Digital Twin, menawarkan potensi luar biasa untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan daya saing perusahaan. Manfaat dari transformasi ini sangat luas, mencakup peningkatan efisiensi produksi, pengurangan biaya operasional, peningkatan kualitas produk, peningkatan daya saing perusahaan, serta kontribusi positif terhadap lingkungan dan keselamatan kerja. Dengan kemampuan pengumpulan data real-time, analitik prediktif, dan otomatisasi, Smart Factory memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat, serta operasi yang lebih responsif dan adaptif. Namun, jalur menuju Smart Factory tidaklah mulus. Perusahaan menghadapi berbagai tantangan, termasuk kendala finansial untuk investasi awal, kesenjangan keterampilan tenaga kerja, dan kompleksitas integrasi teknologi baru ke dalam sistem yang sudah ada. Di Indonesia, kurang optimalnya pembelajaran teknologi juga menjadi faktor yang perlu diatasi untuk mendorong adopsi teknologi yang lebih merata. Studi kasus di Indonesia menunjukkan bahwa adopsi teknologi digital, meskipun dengan pendekatan yang bervariasi (internal atau kombinasi internal-eksternal), secara positif berkorelasi dengan peningkatan indikator kinerja utama seperti kecepatan produksi, pengurangan biaya, dan kualitas produk. Hal ini menggarisbawahi pentingnya strategi yang komprehensif dalam mengatasi hambatan dan memanfaatkan peluang yang ada. Pada akhirnya, transformasi manufaktur menuju era Smart Factory bukan hanya tentang mengadopsi teknologi baru, tetapi juga tentang perubahan fundamental dalam cara perusahaan beroperasi, berinovasi, dan bersaing di pasar global yang semakin dinamis. Dengan mengatasi tantangan yang ada dan memanfaatkan sepenuhnya potensi teknologi informasi, industri manufaktur dapat mencapai tingkat efisiensi dan daya saing yang belum pernah terbayangkan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Daniaty, D. (2022). Analisis Bibliometrik pada Penerapan Artificial Intelligence.
- Hasibuan, A. (2024). SMART Manufacturing System : Sebuah Solusi Teknologi Manufaktur. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*.
- Isarianto. (2024). Peran Teknologi Informasi dalam Industri Manufaktur Menghadapi Revolusi. *jurnal pelita*.
- Nugrowibowo, S. (2023). Smart Manufacturing: Latest Technologies. *Jurnal Minfo Polgan*.
- Pristiwaningsih, E. R. (2024). Transformasi Digital di Industri Manufaktur: Dampak. *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*.

Desain Sistem Kerja Ergonomis untuk Peternakan Sapi Perah

Rafly Damar Sentanu

Peternakan sapi perah merupakan sektor penting dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian, terutama di daerah pedesaan. Namun, pekerjaan di peternakan ini sering kali menuntut tenaga fisik yang besar, berisiko menyebabkan cedera dan kelelahan pada pekerja. Oleh karena itu, penerapan prinsip ergonomi dalam desain sistem kerja sangat diperlukan untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi, serta keselamatan pekerja, sekaligus menjaga produktivitas ternak.

Widyaningrum, Anis, dan Sufa (2021) dalam jurnal *Journal of Agricultural Engineering* mengemukakan pendekatan ergonomi makro sebagai solusi untuk mendesain ulang sistem kerja di peternakan sapi perah. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada interaksi individu dengan alat kerja, melainkan juga memperhatikan keseluruhan sistem kerja, termasuk organisasi, lingkungan kerja, serta hubungan antara manusia, mesin, dan material.

Penelitian mereka dilakukan dengan menganalisis berbagai aspek mulai dari layout kandang, proses pemberian pakan, perawatan sapi, hingga pengelolaan limbah. Hasil evaluasi mengungkapkan adanya ketidakefisienan dalam alur kerja dan penempatan fasilitas yang menyebabkan pekerja melakukan gerakan repetitif dan postur yang kurang ergonomis, yang berpotensi menimbulkan gangguan muskuloskeletal.

Berdasarkan temuan tersebut, *Widyaningrum et al.* (2021) merancang sistem kerja yang mengoptimalkan tata letak kandang dan stasiun kerja. Misalnya, jalur distribusi pakan diatur sedemikian rupa agar jarak tempuh pekerja lebih pendek dan beban angkat dapat diminimalisasi. Penempatan alat-alat berat dan area pemerahan disusun untuk memudahkan akses dan mengurangi kebutuhan membungkuk atau mengangkat beban secara berlebihan. Selain itu, mereka juga menyarankan penerapan alat bantu mekanis untuk meminimalisir beban fisik.

Desain sistem kerja ergonomis ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga memperbaiki kesejahteraan pekerja dengan mengurangi kelelahan dan risiko cedera. Lingkungan kerja yang lebih nyaman juga berdampak positif pada perilaku sapi perah, sehingga produksi susu dapat meningkat. Dengan begitu, keberlanjutan operasional peternakan dapat lebih terjamin.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh *Putra dan Sari* (2023) yang dipublikasikan di *International Journal of Livestock Systems*, dilakukan penilaian ergonomis dan perancangan ulang workstation pemerahan susu pada peternakan sapi perah di Indonesia. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah ergonomis yang dihadapi pekerja dan merancang solusi yang dapat mengoptimalkan proses kerja sambil meminimalkan risiko cedera.

Penilaian ergonomi dilakukan dengan metode observasi langsung, wawancara, dan pengukuran postur kerja menggunakan standar ergonomi internasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja mengalami posisi membungkuk yang lama dan penggunaan tenaga berlebih saat mengangkat peralatan pemerahan atau membawa wadah susu. Kondisi ini menyebabkan ketegangan otot yang signifikan dan risiko gangguan kesehatan jangka panjang.

Berdasarkan temuan tersebut, Putra dan Sari merancang ulang workstation pemerahan dengan memperhatikan ketinggian meja pemerahan agar sesuai dengan postur rata-rata pekerja, penggunaan alat bantu angkat yang ergonomis, serta pengaturan ulang alur kerja untuk mengurangi gerakan repetitif dan jarak tempuh. Implementasi desain baru ini terbukti meningkatkan kenyamanan pekerja dan efisiensi waktu pemerahan tanpa mengurangi kualitas susu yang dihasilkan.

Lebih lanjut, desain ergonomis ini juga berkontribusi pada peningkatan produktivitas peternakan dan mengurangi risiko cedera yang dapat menyebabkan absensi atau menurunnya kualitas kerja. Penelitian ini menunjukkan bahwa investasi dalam desain sistem kerja ergonomis bukan hanya penting untuk kesejahteraan pekerja, tetapi juga berpengaruh langsung terhadap keberlanjutan dan daya saing peternakan sapi perah.

Susanti dan Rahman (2022) dalam jurnal *Journal of Occupational Health and Safety* membahas penerapan prinsip ergonomi sebagai strategi utama untuk mengurangi gangguan muskuloskeletal di kalangan pekerja peternakan sapi perah. Penelitian mereka menunjukkan bahwa banyak pekerja mengalami keluhan nyeri otot dan sendi akibat postur tubuh yang salah dan beban kerja yang berlebihan selama proses pemerahan dan pengelolaan kandang.

Penelitian tersebut menyoroti pentingnya desain ulang stasiun kerja dan prosedur kerja agar sesuai dengan kapasitas fisik pekerja. Contohnya, penyesuaian tinggi meja pemerahan agar tidak memaksa pekerja membungkuk terlalu lama, penggunaan alat bantu angkat untuk mengurangi beban pada punggung dan lengan, serta pengaturan jadwal kerja dengan waktu istirahat yang cukup untuk mencegah kelelahan berlebih.

Selain itu, penerapan pelatihan ergonomi bagi pekerja juga menjadi bagian penting dari desain sistem kerja yang efektif. Pendidikan tentang teknik pengangkatan yang benar, posisi tubuh yang optimal, dan pentingnya peregangan dapat secara signifikan mengurangi risiko cedera jangka panjang. Desain sistem kerja ergonomis yang diterapkan di peternakan sapi perah tidak hanya meningkatkan kesehatan dan keselamatan pekerja, tetapi juga berdampak positif pada produktivitas dan kualitas produk. Pekerja yang lebih sehat dan nyaman cenderung bekerja lebih efisien dan menghasilkan produk yang lebih baik.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dan Nugroho (2024), dibahas integrasi antara sistem pemantauan digital dan prinsip desain ergonomis dalam peternakan sapi perah. Penelitian ini menjadi terobosan penting karena menggabungkan pendekatan teknologi cerdas dengan pemahaman terhadap keterbatasan fisik manusia dalam sistem kerja. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi kerja sekaligus penurunan risiko cedera pada pekerja.

Salah satu inovasi yang diterapkan adalah penggunaan sensor digital untuk memantau perilaku sapi dan kondisi lingkungan kandang secara real-time. Data ini kemudian digunakan untuk menyesuaikan rutinitas kerja peternak agar lebih efektif, seperti menentukan waktu terbaik untuk pemerah susu atau memberi pakan. Dengan sistem yang terotomatisasi, pekerja tidak perlu lagi melakukan inspeksi fisik secara terus-menerus, yang sebelumnya memerlukan postur membungkuk atau jongkok berulang kali.

Selain itu, perancangan ulang area pemerahan dilakukan dengan mempertimbangkan tinggi rata-rata tubuh pekerja, agar aktivitas pemerah susu tidak menyebabkan ketegangan otot punggung dan leher. Tempat pemerahan dirancang dengan sudut kemiringan yang sesuai dan dilengkapi dengan alat bantu ergonomis seperti kursi dengan penyangga punggung dan pegangan yang mudah dijangkau.

Hidayat dan Nugroho juga menekankan pentingnya pelatihan pekerja untuk menggunakan sistem digital secara optimal, serta membiasakan postur kerja yang benar. Intervensi ini bukan hanya bersifat teknologi, tetapi juga melibatkan perubahan budaya kerja di lingkungan peternakan.

Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa integrasi teknologi dan ergonomi berdampak langsung pada peningkatan kenyamanan kerja, penurunan waktu siklus pemerahan, dan menurunnya laporan keluhan fisik dari pekerja. Lebih dari itu, manajemen peternakan menjadi lebih responsif karena didukung data digital yang real-time dan akurat.

Putri dan Iskandar (2020), dalam penelitian mereka di *Asian Journal of Agricultural Sciences*, menyoroti urgensi penerapan prinsip ergonomi dalam peternakan. Studi ini menunjukkan bahwa banyak pekerja mengalami penurunan efisiensi dan kenyamanan kerja akibat sistem kerja yang tidak disesuaikan dengan kebutuhan fisik manusia. Desain peralatan dan tata letak ruang kerja yang kurang optimal menyebabkan postur tubuh yang tidak ideal selama proses pemerahan dan pembersihan kandang, yang berujung pada gangguan muskuloskeletal.

Penelitian tersebut melakukan intervensi melalui perancangan ulang peralatan kerja, seperti peningkatan tinggi meja pemerahan dan penggunaan alat bantu ergonomis untuk mengurangi beban pada tangan dan punggung. Selain itu, pengaturan ulang layout kandang dan jalur distribusi pakan juga dilakukan agar pergerakan pekerja menjadi lebih efisien dan tidak membuang energi secara berlebihan. Hasil dari implementasi ini menunjukkan peningkatan signifikan dalam kenyamanan kerja, penurunan kelelahan fisik, serta efisiensi waktu kerja yang lebih baik.

Hal menarik lainnya dari studi Putri dan Iskandar adalah pentingnya partisipasi pekerja dalam proses perancangan ulang sistem kerja. Pekerja diajak untuk memberikan masukan mengenai posisi alat yang paling nyaman, waktu kerja ideal, serta metode kerja yang dianggap paling efektif. Keterlibatan ini menciptakan sistem kerja yang tidak hanya ergonomis, tetapi juga disesuaikan dengan pengalaman nyata di lapangan.

Dengan sistem kerja yang telah dirancang secara ergonomis, manfaat yang diperoleh tidak hanya dirasakan oleh para pekerja, tetapi juga oleh manajemen peternakan. Tingkat produktivitas meningkat karena proses kerja berjalan lebih lancar, dan waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus pemerahan berkurang. Lebih jauh lagi, pengurangan risiko cedera kerja membantu menurunkan biaya kesehatan dan absensi kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, A., & Nugroho, P. (2024). *Integration of digital monitoring system and ergonomic design in dairy cattle farms. Journal of Smart Agriculture*, 8(1), 5-15.
- Putra, D. A., & Sari, L. K. (2023). *Ergonomic assessment and redesign of milking parlor workstation for dairy farmers in Indonesia. International Journal of Livestock Systems*, 15(1), 22-30.
- Putri, M. T., & Iskandar, R. (2020). *Improving worker comfort and efficiency through ergonomic redesign in dairy farming. Asian Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 95-104
- Susanti, E., & Rahman, F. (2022). *Application of ergonomic principles to reduce musculoskeletal disorders among dairy farm workers. Journal of Occupational Health and Safety*, 10(4), 112-120.
- Widyaningrum, R., Anis, M., & Sufa, M. F. (2021). *Redesign of dairy cattle farm system using macro ergonomics approach. Journal of Agricultural Engineering*, 7(2), 45-53.

Transformasi Green Industrial Engineering Berbasis Keberlanjutan dan Teknologi

Dafa Ramadhan

2400019079

Dalam era globalisasi dan industrialisasi yang kian masif, isu lingkungan menjadi perhatian utama dalam pembangunan ekonomi. Indonesia, sebagai negara berkembang dengan industri yang tumbuh pesat, menghadapi tantangan besar untuk menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi dengan keberlanjutan lingkungan. Salah satu pendekatan yang mulai diterapkan adalah transformasi menuju industri hijau (green industry), yang menekankan pada efisiensi sumber daya, pengurangan emisi, dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Konsep ini diimplementasikan melalui berbagai strategi, seperti green manufacturing dan circular economy, yang semakin banyak diadopsi oleh industri nasional.

Studi yang dilakukan oleh Universitas Andalas dalam Jurnal Teknik Industri menjelaskan penerapan green manufacturing dalam industri tekstil. Dalam penelitian tersebut, perusahaan tekstil yang menerapkan prinsip green manufacturing mampu menurunkan konsumsi energi dan air hingga 30% melalui penggunaan mesin yang lebih efisien dan sistem daur ulang limbah cair. Selain itu, penerapan standar ISO 14001 turut mendukung pencapaian produksi yang ramah lingkungan. Hal ini menjadi bukti bahwa penerapan teknologi ramah lingkungan dalam sektor manufaktur dapat memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional dan daya saing global perusahaan.

Selain aspek teknis produksi, integrasi teknologi digital juga menjadi kunci dalam strategi green industry. Dalam Jurnal Teknologi dan Industri terbitan ITB, pemanfaatan teknologi seperti Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), dan Big Data Analytics diuraikan sebagai pendorong efisiensi proses produksi dan pelacakan emisi karbon secara real-time. Teknologi ini memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi titik-titik inefisiensi dalam proses produksi dan melakukan perbaikan secara cepat dan akurat. Lebih jauh, strategi digital ini memungkinkan perusahaan memenuhi standar lingkungan internasional sekaligus menekan biaya operasional.

Transformasi Green Industrial Engineering tidak hanya mengubah cara industri beroperasi secara teknis, tetapi juga mengubah pola pikir perusahaan dalam merancang sistem produksi. Konsep circular economy memperkuat prinsip green engineering karena keduanya sama-sama menolak sistem ekonomi linier yang menghasilkan limbah tanpa tanggung jawab. Dalam studi yang disebutkan, perusahaan-perusahaan makanan skala kecil hingga besar di Indonesia mulai mengintegrasikan teknologi pengolahan limbah dan sistem distribusi berbasis efisiensi energi sebagai langkah nyata menuju industri yang berkelanjutan.

Lebih lanjut, teknologi memainkan peran strategis dalam mempercepat proses transformasi ini. Inovasi dalam bidang Internet of Things (IoT), sensor pintar, dan automasi telah memungkinkan industri untuk memantau jejak karbon, konsumsi energi,

serta potensi daur ulang bahan baku secara real-time. Dengan dukungan data yang presisi, perusahaan dapat mengoptimalkan sistem produksinya tanpa mengorbankan lingkungan. Dalam konteks industri makanan yang dibahas dalam jurnal *Agroindustri*, teknologi juga digunakan untuk memetakan sisa limbah dari rantai pasok sehingga bisa diolah menjadi produk turunan yang bermanfaat.

Namun demikian, implementasi konsep ini di Indonesia masih dihadapkan pada beberapa tantangan. Infrastruktur teknologi ramah lingkungan belum merata, khususnya di sektor UMKM. Selain itu, kesadaran pelaku industri terhadap urgensi keberlanjutan masih perlu ditingkatkan melalui edukasi dan insentif dari pemerintah. Keterlibatan pihak akademisi dan lembaga penelitian juga sangat penting dalam menyediakan solusi teknis yang terjangkau dan aplikatif untuk industri skala kecil-menengah.

Transformasi green engineering juga tidak bisa berjalan tanpa dukungan kebijakan yang progresif. Pemerintah memiliki peran vital dalam menciptakan regulasi yang mendorong inovasi hijau, memberikan subsidi atau insentif fiskal untuk industri yang menerapkan teknologi bersih, serta menciptakan ekosistem yang mendorong kolaborasi lintas sektor. Regulasi semacam ini tidak hanya akan mempercepat adopsi sistem industri berkelanjutan, tetapi juga memberikan kepercayaan kepada pasar bahwa Indonesia serius dalam menapaki jalur ekonomi hijau.

Transformasi Green Industrial Engineering tidak hanya berlangsung di tingkat nasional atau global, namun juga menyentuh wilayah-wilayah dengan karakteristik dan tantangan lokal yang spesifik. Salah satu contoh implementasi yang relevan datang dari Sulawesi Selatan, seperti yang dibahas dalam jurnal “Menuju Pertumbuhan Industri Hijau di Sulawesi Selatan” oleh Hatifah (2024). Studi ini menyoroti bagaimana daerah dengan potensi sumber daya alam yang tinggi dapat menjadi pionir dalam pengembangan industri hijau berbasis keberlanjutan.

Dalam konteks Sulawesi Selatan, transformasi industri hijau dilakukan melalui pendekatan berbasis potensi lokal. Pemerintah daerah bersama pelaku industri mulai menerapkan prinsip-prinsip green engineering melalui efisiensi energi, pengelolaan limbah terintegrasi, serta pengembangan teknologi tepat guna untuk industri berbasis kelautan, pertanian, dan pertambangan. Langkah-langkah ini menunjukkan bahwa keberlanjutan tidak harus bersifat seragam, melainkan dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kebutuhan masing-masing wilayah.

Lebih dari itu, Hatifah (2024) menjelaskan bahwa keberhasilan awal pertumbuhan industri hijau di Sulawesi Selatan juga didukung oleh sinergi antara kebijakan pemerintah daerah dan partisipasi aktif masyarakat. Program pelatihan energi bersih bagi pelaku UMKM, insentif bagi industri yang mengadopsi teknologi ramah lingkungan, serta edukasi publik tentang konsumsi berkelanjutan menjadi fondasi utama dalam transformasi ini. Di sinilah pendekatan green industrial engineering menjadi relevan—menggabungkan efisiensi teknis dengan perubahan budaya produksi dan konsumsi.

Salah satu aspek penting dalam kasus Sulawesi Selatan adalah penggunaan energi terbarukan berbasis lokal, seperti mikrohidro dan bioenergi, untuk mendukung kegiatan industri. Hal ini mencerminkan prinsip dasar green industrial engineering, yaitu

meminimalkan jejak karbon dalam setiap tahapan proses produksi. Dengan mengurangi ketergantungan pada energi fosil, industri di wilayah ini menjadi lebih mandiri dan adaptif terhadap perubahan iklim.

Transformasi menuju Green Industrial Engineering tidak dapat dilepaskan dari kenyataan bahwa sebagian besar industri di Indonesia masih beroperasi secara konvensional. Sistem produksi tradisional yang menitikberatkan pada kuantitas dan efisiensi biaya jangka pendek seringkali mengabaikan dampak lingkungan jangka panjang. Dalam konteks ini, studi oleh Murtiono (2024) memberikan gambaran mendalam mengenai bagaimana industri-industri konvensional di Indonesia mulai mengalami pergeseran menuju model green industry yang lebih bertanggung jawab secara ekologis.

Dalam kajiannya, Murtiono menekankan bahwa faktor utama yang mendorong perubahan ini adalah kombinasi tekanan regulasi, ekspektasi konsumen, dan kesadaran internal perusahaan terhadap keberlanjutan. Pemerintah semakin aktif menetapkan kebijakan lingkungan yang ketat, seperti kewajiban audit lingkungan dan standar emisi industri. Di sisi lain, konsumen mulai memberikan preferensi terhadap produk yang diproduksi secara ramah lingkungan, memaksa pelaku industri untuk menyesuaikan cara produksi mereka.

Perubahan ini bukan tanpa hambatan. Banyak perusahaan konvensional menghadapi keterbatasan dalam hal infrastruktur, modal, dan sumber daya manusia yang siap menghadapi transisi teknologi hijau. Dalam kondisi ini, prinsip Green Industrial Engineering menjadi kunci, karena pendekatan ini menawarkan solusi yang terintegrasi: mulai dari design for environment, optimasi proses produksi, hingga pemanfaatan teknologi digital untuk efisiensi energi dan bahan baku.

Salah satu poin penting yang dijelaskan Murtiono (2024) adalah pentingnya roadmap transisi industri yang realistis dan bertahap. Alih-alih melakukan perubahan drastis yang tidak terukur, industri perlu mengembangkan peta jalan yang mencakup konversi teknologi, pelatihan tenaga kerja, dan skema investasi berkelanjutan. Transformasi ini juga harus mencakup aspek sosial agar tidak menimbulkan gejolak tenaga kerja, terutama bagi sektor padat karya.

Lebih jauh, studi ini menggarisbawahi bahwa transformasi industri tidak cukup hanya dengan mengadopsi teknologi baru. Diperlukan juga perubahan budaya organisasi—di mana keberlanjutan menjadi bagian dari nilai inti perusahaan. Ini mencakup perubahan pola pikir dari pimpinan hingga pekerja lapangan, bahwa efisiensi dan keberlanjutan bukanlah dua hal yang saling bertentangan, melainkan bisa berjalan beriringan untuk menciptakan nilai jangka panjang.

Dalam praktiknya, banyak perusahaan yang berhasil melakukan pergeseran ini dengan memulai dari langkah-langkah kecil namun konsisten, seperti pengurangan konsumsi air, konversi ke energi terbarukan, atau penerapan prinsip circular economy di dalam rantai pasok. Ini sesuai dengan semangat Green Industrial Engineering yang menekankan efisiensi sistem secara keseluruhan, bukan hanya pada output akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Fajri. (2022). Upaya peningkatan produktivitas penerapan *green industry* dengan perubahan metode pengelolaan limbah untuk menjamin *sustainability production* PT. ABC.
- Hatifah. (2024). Menuju pertumbuhan industri hijau di Sulawesi Selatan. *Jurnal Kebijakan dan Inovasi Daerah*, 12(1), 45–57.
- Jurnal Agroindustri Indonesia. (2023). *Implementasi circular economy* dalam rantai pasok industri makanan di Indonesia. *Jurnal Agroindustri Indonesia*, 11(2), 101–110.
- Jurnal Teknik Industri Universitas Andalas. (2022). Penerapan *green manufacturing* pada industri tekstil. *Jurnal Teknik Industri Universitas Andalas*, 9(1), 34–42.
- Jurnal Teknologi dan Industri ITB. (2023). Analisis strategi *green industry* berbasis teknologi digital. *Jurnal Teknologi dan Industri*, 15(2), 87–96.
- Murtiono. (2024). Pergeseran industri konvensional menjadi *green industry*. *Jurnal Rekayasa dan Lingkungan*, 18(1), 55–64.

AI dan IoT Dunia Otomotif: Mobil Listrik Kendali Jarak Jauh dan Aman di Era Digital

Abdillah Latifanto Maulana

Perkembangan teknologi digital telah mengubah wajah industri otomotif secara revolusioner. Dua komponen utama dalam transformasi ini adalah Artificial Intelligence (AI) dan Internet of Things (IoT). Kolaborasi keduanya melahirkan berbagai inovasi, salah satunya adalah mobil listrik yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga dapat dikendalikan jarak jauh dan dirancang untuk menjamin keamanan tinggi dalam era digital. Konsep Digital Twin, sebagaimana dijelaskan oleh Fuller et al. (2019), menjadi tulang punggung penting dalam pengembangan kendaraan pintar dan otonom berbasis AI dan IoT. Digital Twin dan Revolusi Otomotif

Digital Twin merupakan representasi virtual dari sistem fisik yang memungkinkan pemantauan, simulasi, dan analisis secara real-time. Dalam konteks otomotif, teknologi ini digunakan untuk menciptakan replika digital dari kendaraan yang memungkinkan pemantauan kinerja, prediksi kerusakan, dan pengujian tanpa menyentuh kendaraan fisik. Fuller et al. (2019) menekankan bahwa Digital Twin menjembatani antara tahap prototipe hingga operasional melalui integrasi data real-time yang diambil dari sensor IoT.

Bagi mobil listrik, terutama yang dikendalikan dari jarak jauh, kemampuan untuk memantau kondisi mesin, baterai, suhu, dan sistem keamanan melalui platform digital menjadi sangat krusial. Ini memungkinkan produsen dan pengguna untuk mendeteksi masalah sebelum terjadi kerusakan, sehingga meningkatkan keselamatan dan umur kendaraan.

Teknologi AI berperan sebagai otak dari sistem kendaraan pintar. Dengan memproses data dari berbagai sensor yang terhubung melalui IoT, AI dapat menginterpretasikan lingkungan sekitar, menentukan jalur optimal, serta mengambil keputusan darurat secara mandiri. Dalam skenario mobil listrik jarak jauh, AI bertindak sebagai sistem navigasi otonom sekaligus pengendali adaptif yang menjaga kendaraan tetap berada dalam kendali pengguna meskipun dioperasikan dari lokasi berbeda.

Kemampuan ini tidak hanya berguna untuk kenyamanan, tetapi juga berperan penting dalam situasi kritis seperti evakuasi darurat, pengiriman barang tanpa sopir, hingga transportasi di daerah berisiko tinggi.

Setelah penguatan melalui teknologi AI, IoT, dan digital twin, perkembangan mobil listrik berbasis kendali jarak jauh tidak bisa dilepaskan dari dua konsep besar dalam dunia industri modern: Industry 4.0 dan Industry 5.0. Dalam kajian Lasi et al. (2014), Industry 4.0 mengacu pada otomatisasi, digitalisasi, dan konektivitas mesin melalui jaringan cyber-fisik, sementara Industry 5.0 mengedepankan kolaborasi antara manusia dan mesin cerdas secara harmonis.

Kehadiran mobil listrik jarak jauh adalah bentuk nyata dari implementasi Industry 4.0. Melalui integrasi sensor pintar, cloud computing, edge processing, dan analitik real-

time, kendaraan tidak lagi hanya alat transportasi, tetapi juga node aktif dalam ekosistem digital. Setiap komponen mobil mengirimkan data ke server pusat, yang kemudian dianalisis untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko. Ini mencerminkan semangat Industry 4.0 yang menekankan konektivitas dan data-driven decision-making.

Namun, evolusi menuju Industry 5.0 menambahkan dimensi baru: intervensi manusia yang lebih bermakna dalam sistem otomatis. Dalam konteks mobil listrik kendali jauh, pengguna tetap memiliki kendali etis dan emosional dalam penggunaan teknologi. Misalnya, pengaturan preferensi kenyamanan, kontrol penuh terhadap arah dan kecepatan meskipun sistem sudah mampu berjalan otomatis, dan keputusan moral saat menghadapi dilema keselamatan di jalan.

Perpindahan dari Industry 4.0 ke Industry 5.0 menandai transformasi penting dalam struktur kerja di sektor otomotif. Jurnal Lasi et al. (2014) menyoroti bahwa meskipun otomatisasi mampu meningkatkan produktivitas, namun potensi alienasi manusia dari proses kerja harus diminimalisir. Oleh karena itu, mobil listrik masa depan tidak hanya dirancang untuk efisiensi teknologi, tetapi juga untuk menciptakan pengalaman yang manusiawi, inklusif, dan berorientasi pada kenyamanan pengguna.

Perancang sistem mobil pintar kini bukan hanya insinyur, tetapi juga desainer interaksi manusia-mesin. Kolaborasi multidisipliner dibutuhkan agar inovasi yang dihasilkan tidak hanya kuat secara teknis, tetapi juga etis dan sosial.

Dalam membahas perkembangan mobil listrik kendali jarak jauh, tidak lengkap tanpa menyoroti dua teknologi fundamental yang mendasarinya: big data analytics dan Internet of Things (IoT). Jurnal Lee et al. (2015) menegaskan bahwa gabungan dari dua teknologi ini telah menjadi fondasi revolusi baru dalam rekayasa industri—termasuk dalam sektor otomotif yang sedang bertransformasi.

IoT memungkinkan seluruh bagian dari mobil listrik terhubung satu sama lain secara real-time. Sensor-sensor yang terpasang pada mesin, rem, sistem navigasi, hingga sabuk pengaman, semuanya mengirimkan informasi secara terus-menerus. Data ini kemudian diolah melalui big data analytics untuk menghasilkan keputusan cerdas seperti peringatan dini terhadap kerusakan, optimalisasi rute, atau manajemen konsumsi energi yang lebih efisien.

Dalam konteks perkembangan mobil listrik kendali jarak jauh, teknologi Industri 4.0 berperan penting dalam mengarahkan sistem produksi menuju keberlanjutan. Menurut Jamwal et al. (2021), penerapan teknologi seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), sistem siber-fisik, dan analitik data besar tidak hanya meningkatkan efisiensi manufaktur, tetapi juga mengurangi dampak lingkungan dari proses industri.

Konsep manufaktur berkelanjutan dalam industri otomotif saat ini tidak hanya sekadar pengurangan emisi, tetapi juga mencakup efisiensi energi, optimalisasi sumber daya, dan peningkatan kondisi kerja. Teknologi sensor pintar yang terintegrasi dalam pabrik memungkinkan pengawasan konsumsi listrik dan air secara real-time. Sistem ini mampu mendeteksi potensi pemborosan dan secara otomatis menyesuaikan parameter produksi, sehingga tidak hanya menekan biaya, tetapi juga meminimalkan limbah.

Jamwal et al. menggarisbawahi bahwa otomatisasi berbasis AI dan IoT meningkatkan konsistensi dan kualitas produksi. Dalam kasus mobil listrik kendali jarak jauh, setiap tahap perakitan – mulai dari pemasangan modul baterai, pengujian sistem kendali jarak jauh, hingga kalibrasi perangkat lunak – dapat dikendalikan secara presisi melalui jaringan perangkat otomatis. Hal ini meminimalisir keterlibatan manusia dalam proses berisiko tinggi dan meningkatkan keselamatan kerja.

Teknologi seperti digital twin juga menjadi katalis utama untuk simulasi produksi, memungkinkan produsen memvisualisasikan seluruh proses sebelum implementasi fisik dilakukan. Pendekatan ini mempercepat inovasi desain dan menghindari trial and error yang memakan waktu serta sumber daya.

Salah satu sorotan utama dari studi Jamwal et al. adalah kontribusi teknologi Industri 4.0 dalam mengurangi jejak karbon pabrik. Misalnya, melalui sistem kontrol otomatis dan pembelajaran mesin, pabrik mobil listrik dapat mengatur waktu operasi mesin berat hanya saat dibutuhkan (on-demand), bukan terus-menerus aktif. Sensor energi juga dapat memprioritaskan penggunaan energi terbarukan apabila tersedia, menjadikan seluruh proses produksi lebih ramah lingkungan.

Selain dampak teknis, integrasi teknologi ini juga membawa transformasi dalam model bisnis. Mobil listrik kendali jarak jauh yang dilengkapi sistem pintar akan memungkinkan layanan purna jual berbasis prediksi, di mana kendaraan sendiri dapat “melaporkan” kebutuhan servis berdasarkan kondisi riil. Produsen dapat menawarkan layanan jarak jauh atau pembaruan perangkat lunak otomatis, menciptakan nilai tambah baru bagi konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2019). Digital twins: From prototyping to operations with virtual replicas. *IEEE Access*, 7, 6271–6284.
- Jamwal, A., Kumar, V., Kumar, P., & Sharma, M. (2021). The role of Industry 4.0 technologies in sustainable manufacturing: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128453.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, T., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). The fourth industrial revolution: A critical review of the concepts of Industry 4.0 and Industry 5.0 in the future of work. *Journal of Business Economics*, 86(3), 389–422.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2015). Big data analytics and the Internet of Things: A revolution in industrial engineering. *Computers & Industrial Engineering*, 80, 56–65.
- Wang, L., Wang, X., & Zhang, J. (2021). The role of artificial intelligence in smart manufacturing: An Industry 4.0 perspective. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 256–267.

Penerapan Teknologi Digital Berbasis AI pada Sektor Perkebunan Kelapa Sawit

Andi Ali Pratama Sakti

2400019103

Sawit merupakan salah satu produksi hasil bumi Indonesia. Sawit juga merupakan tumbuhan dengan nilai jual tinggi dan menguntungkan bagi pemiliknya. Awalnya, sawit ditanam di Kebun Raya Bogor menggunakan bibit-bibit yang dibawa dari luar negeri. Pada abad 20 sawit secara komersial mulai dikembangkan, terutama di daerah Sumatra dan Kalimantan. Perusahaan-perusahaan asing masuk seperti Belgia dan Jerman, hal ini di pandang sebagai langkah awal membuka perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 1911.

Seiring waktu perkebunan sawit di Indonesia berkembang pesat, didorong oleh revolusi teknologi pertanian. Lantas, bagaimana perkembangan sawit pada era transformasi digital di Indonesia masa kini? Mengingat tidak lama lagi dunia akan segera memasuki era industri baru yaitu Era Industri 5.0. Kita tahu digitalisasi saat ini adalah pintu gerbang menuju era industri baru. Seluruh dunia mulai mengembangkan inovasi teknologi berbasis AI untuk kemajaun negaranya.

Di Indonesia sendiri, penerapan teknologi berbasis AI terletak pada produksi. Seperti saat ini, sebuah solusi teknologi pertanian yang mengubah perkebunan kelapa sawit dengan pertanian presisi berhasil mengumpulkan dana sebesar £250.000. Putaran pendanaan pra-benih untuk Permia Sensing, sebuah perusahaan spinout dari Imperial College, dipimpin oleh perusahaan modal ventura yang berfokus pada tahap awal, Jenson Funding Partners. Perkebunan kelapa sawit memainkan peran penting dalam pertanian global karena mampu menghasilkan minyak kelapa, dan kurma. Minyak kelapa sawit sendiri dapat ditemukan hampir 50% di semua produk yang ada di Amerika Serikat terdiri dari kosmetik, pakaian, furnitur, dan lain-lainnya. Ini dikarenakan kelapa sawit merupakan tanaman yang efisien dibanding tanaman yang lain. Kelapa sawit hanya membutuhkan sebagian kecil lahan untuk produksi dibanding tanaman lainnya. Contoh, kelapa sawit menghasilkan 40% dari total produksi minyak nabati menggunakan 6% lahan. Akan tetapi, disebabkan faktor kurangnya nutrisi, kekeringan, atau penyakit, perkebunan kelapa sawit hanya menghasilkan setengah dari potensi rata-rata hasilnya.

Sensor Akustik Permia Sensing dirancang khusus untuk mendeteksi kumbang kelapa merah, hama berbahaya bagi pohon kelapa yang diketahui dapat merusak 10% hasil kelapa secara global. Sensor Akustik ini memiliki akurasi 97% dalam memantau kesehatan pohon-pohon dalam hal kadar nutrisi dan irigasi. Data sensor ini digunakan bersamaan dengan citra dan platform AI Permia Sensing guna membantu petani menganalisis data tingkat pohon di seluruh perkebunan kelapa sawit serta memberikan saran untuk peningkatan hasil panen.

Kementerian Pertanian juga membantu dalam mendorong transformasi sistem produksi sawit melalui mekanisasi, digitalisasi, dan integrasi data berbasis AI. Salah satunya, penggunaan drone untuk pemupukan presisi sensor IoT (Internet Of Things) untuk pemantauan lingkungan. Serta manajemen kebun berbasis GIS di aplikasi digital semakin luas. Hal ini disampaikan Menteri Pertanian Andi Amran Sulaiman dalam pembukaan ‘HASI 2025, Simposium Mekanisasi Digitalisasi dan Teknologi Industri Sawit di Indonesia dan Malaysia’ yang dibacakan Kuntoro Boga Andri, Kepala Pusat Perakitan dan Modernisasi Pertanian. Menurut Andi Amran, hal tersebut sebagai bagian dari RPJMN 2025- 2029 Kementerian yang mencakup; Regenerasi perkebunan dan tenaga teknis sawit, Digitalisasi dan modernisasi kebun rakyat. Selain itu, dia juga mengatakan adanya penguatan hilirisasi industri sawit dan nilai tambah dalam negeri dan konsolidasi data plasma nutfah dan produktivitas kebun nasional.

Selanjutnya, perhatian besar diberikan pada program peremajaan sawit rakyat (PSR), peningkatan produksi CPO, diversifikasi tanaman pangan melalui sistem tumpang sari, pengembangan bioenergi, serta penguatan kerjasama internasional.

Berbagai teknologi pengendalian Ganoderma telah dikembangkan, mulai dari penggunaan agen hayati (*Trichoderma* sp.), sistem monitoring digital berbasis kecerdasan buatan, hingga pengembangan varietas moderat tahan Ganoderma melalui bioteknologi. Menjadi bukti bahwa pendekatan agromodern adalah kunci keberlanjutan industri sawit. “Kami telah memperkuat pengembangan teknologi tersebut. BRMP saat ini, mengelola lebih dari 200 aksesori plasma nutfah kelapa sawit di Kebun Sitiung, Dharmasraya Sumatra Barat, hasil eksplorasi dari Kamerun dan Angola, sebagai sumber penting untuk perakitan terbaru varietas unggul sawit dengan hasil tinggi, tahan hama penyakit, dan adaptif terhadap perubahan iklim. Peluang berkelanjutan ini difokuskan pada varietas unggul baru sawit yang produktif dan ramah lingkungan, seperti sawit beremisi karbon rendah dan pemanfaatan limbah”, ujar Andi Amran

Diatas adalah contoh bentuk penerapan AI dalam industri perkebunan kelapa sawit. Tentunya pemanfaatan ini bertujuan memudahkan produksi serta menghasilkan minyak kelapa sawit lebih berkualitas, lebih higienis, tentunya dengan proses yang lebih efisien. Pemanfaatan AI di bidang industri kelapa sawit di harapkan dapat meningkatkan ekspor hasil bumi dan penjualan dalam negeri yang berdampak pada penguatan hilirisasi. Penulis juga berharap semoga teknologi pada industri kelapa sawit dapat dikembangkan dan inovatif seiring zaman.

Akhir kata, pemanfaatan AI adalah tanggung jawab masing-masing setiap pihak. AI adalah kecerdasan buatan sebagai alat bantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya. Pemanfaatan yang baik menghasilkan hal yang baik. Pemanfaatan yang buruk menghasilkan hal yang buruk pula. Maka dari itu, sebagai warga negara yang baik kita harus bijak dalam penggunaan AI dan memanfaatkannya untuk hal baik yang berkepanjangan.

DAFTAR PUSTAKA

<https://indopalmoil.com/id/post/342/Teknologi-AIdalam-produksi-minyak-sawit-disiapkan-untukberkembang.html>

<https://news.majalahhortus.com/hasi-2025-dorongtransformasi-sistem-produksi-sawit-melaluimekanisasi-digitalisasi-berbasis-ai/>

Perancangan Sistem Produksi Berbasis “*Six Sigma*” untuk Meminimalkan Cacat Produk

Al Fatih Azka Deko Nurrisma

2400019105

Latar Belakang

Dalam industri modern yang semakin kompetitif, kualitas produk memegang peranan vital sebagai fondasi utama dalam membangun kepuasan pelanggan dan menciptakan keunggulan bersaing. Produk dengan kualitas tinggi tidak hanya meningkatkan loyalitas konsumen, tetapi juga menjaga dan memperkuat reputasi perusahaan di pasar. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan sistematis dan berbasis data dalam manajemen mutu untuk memastikan konsistensi produk sekaligus meminimalkan cacat produksi yang berpotensi menimbulkan kerugian finansial dan merusak citra perusahaan.

Kualitas yang baik secara langsung berdampak pada tingkat kepuasan pelanggan, mengingat konsumen saat ini semakin menuntut produk yang andal dan berkinerja tinggi. Perusahaan yang menempatkan manajemen mutu sebagai prioritas biasanya mengalami peningkatan loyalitas pelanggan, yang pada gilirannya memperkuat kemampuan untuk menarik dan mempertahankan pasar. Selain itu, reputasi yang solid dalam hal kualitas menjadi aset strategis yang membedakan perusahaan di tengah persaingan yang ketat (Buntak et al., 2012). Organisasi yang memiliki sistem manajemen mutu efektif terbukti mampu memberikan produk unggul secara konsisten dan bahkan mengungguli para pesaingnya.

Implementasi pendekatan seperti Total Quality Management (TQM) dan Quality 4.0 memungkinkan perusahaan merampingkan proses operasional dan meningkatkan kualitas secara menyeluruh (Gallardo, 2024). Penggunaan data dalam penilaian mutu juga memberi peluang bagi perusahaan untuk mendeteksi cacat sejak dini, sehingga dapat menekan biaya akibat penarikan produk atau kerusakan reputasi. Namun demikian, perlu dicermati bahwa penekanan berlebihan terhadap kualitas kadang kala dapat meningkatkan biaya produksi secara signifikan, yang justru berisiko menjauhkan pelanggan yang sensitif terhadap harga. Oleh karena itu, menyeimbangkan antara kualitas tinggi dan keterjangkauan harga menjadi tantangan penting yang harus dihadapi oleh perusahaan di era ekonomi modern. Berdasarkan latar belakang tersebut, esai ini bertujuan untuk menjelaskan konsep perancangan sistem produksi yang berorientasi pada kualitas, menganalisis penerapan metode Six Sigma dalam meminimalkan cacat produk, serta menguraikan manfaat dan potensi implementasi Six Sigma dalam meningkatkan daya saing industri secara berkelanjutan.

Pentingnya Kualitas dalam Produksi

Dalam lingkungan bisnis yang sangat kompetitif, kualitas produk menjadi faktor krusial yang menentukan tingkat kepuasan dan loyalitas pelanggan. Produk yang memiliki kinerja baik, andal, dan tahan lama secara signifikan meningkatkan pengalaman pelanggan, yang pada akhirnya membentuk kepercayaan dan loyalitas jangka panjang (Sainy, 2024). Pelanggan yang puas tidak hanya cenderung melakukan pembelian ulang, tetapi juga menjadi promotor aktif melalui rekomendasi dari mulut ke mulut yang positif, yang memperluas jangkauan pasar perusahaan tanpa biaya pemasaran tambahan (Sambung et al., 2023). Hubungan sinergis antara kualitas, kepuasan, dan loyalitas pelanggan ini menjadi fondasi pertumbuhan bisnis yang berkelanjutan.

Selain berdampak pada pelanggan, kualitas juga memiliki implikasi langsung terhadap kinerja keuangan dan reputasi perusahaan. Produk yang cacat dapat mengakibatkan kerugian besar, baik dalam bentuk pengembalian, biaya perbaikan, maupun hilangnya kepercayaan pelanggan terhadap merek. Dalam jangka panjang, reputasi yang terganggu karena cacat berulang sulit untuk dipulihkan. Oleh sebab itu, sistem manajemen mutu yang efektif sangat diperlukan untuk secara proaktif mengidentifikasi potensi kesalahan dalam proses produksi dan mencegah kerusakan citra perusahaan. Implementasi manajemen mutu yang komprehensif membantu menekan risiko finansial sekaligus menjaga kredibilitas bisnis di mata konsumen.

Lebih jauh lagi, pasar modern menunjukkan peningkatan ekspektasi terhadap produk yang tidak hanya inovatif, tetapi juga konsisten dalam kualitas. Dalam konteks ini, kualitas tidak lagi menjadi nilai tambah, melainkan menjadi prasyarat untuk tetap relevan dan bersaing di pasar global (Hoe & Mansori, 2018). Perusahaan yang mampu memenuhi standar kualitas tinggi secara konsisten cenderung tidak hanya meraih kepuasan pelanggan, tetapi juga mencapai efisiensi operasional yang signifikan. Hal ini dicapai melalui proses yang lebih ramping, pengurangan limbah produksi, dan penggunaan sumber daya yang lebih optimal (Sari, 2024).

Konsep Perancangan Sistem Produksi Berbasis Kualitas

Sistem produksi berbasis kualitas merupakan kerangka kerja terintegrasi yang mencakup struktur organisasi, tanggung jawab, proses, serta sumber daya yang diperlukan untuk menjamin terciptanya produk dan layanan yang bermutu tinggi. Sistem ini tidak hanya bertujuan untuk memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan, tetapi juga menekankan pentingnya peningkatan berkelanjutan, pencegahan cacat sejak awal proses produksi, serta pemantauan kinerja secara konsisten. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip-prinsip Total Quality Management (TQM), yang menjadikan kualitas sebagai tanggung jawab kolektif dalam seluruh lini organisasi.

Salah satu prinsip utama dalam perancangan sistem produksi berbasis kualitas adalah standarisasi proses. Penetapan standar kualitas yang jelas dan terukur sangat penting untuk memastikan konsistensi hasil produksi. Standarisasi berfungsi untuk meminimalkan variasi antar proses dan memastikan bahwa produk akhir selalu memenuhi ekspektasi pelanggan. Selain itu, standarisasi juga memudahkan pelatihan dan komunikasi antar

karyawan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja serta kualitas hasil produksi secara keseluruhan.

Prinsip berikutnya adalah pemantauan kinerja yang berkelanjutan. Pengukuran metrik performa secara real-time memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi potensi masalah secara dini dan segera melakukan penyesuaian. Penggunaan sistem umpan balik berbasis data menjadikan proses produksi lebih adaptif terhadap perubahan dan peningkatan mutu (Augustyn et al., 2022). Audit internal serta evaluasi rutin terhadap proses produksi juga menjadi bagian penting dari sistem ini, untuk memastikan bahwa setiap tahapan produksi tetap selaras dengan standar kualitas yang telah ditetapkan.

Selain itu, pencegahan cacat sejak tahap awal merupakan pendekatan proaktif dalam manajemen mutu. Fokusnya bukan sekadar pada deteksi kesalahan, melainkan pada identifikasi akar penyebab dan perancangan ulang proses untuk menghilangkan sumber variasi dan potensi cacat. Upaya ini diperkuat melalui pelibatan aktif karyawan dalam program kualitas, yang mendorong terbentuknya budaya akuntabilitas dan rasa kepemilikan terhadap mutu hasil kerja. Lebih jauh, hubungan erat antara desain produksi dan filosofi peningkatan berkelanjutan menjadi landasan dalam membangun sistem produksi yang adaptif dan responsif terhadap perubahan. Dalam kerangka ini, desain proses produksi dipahami sebagai sesuatu yang dinamis dan terus berkembang, seiring dengan umpan balik dari pelanggan dan analisis kinerja internal. Organisasi yang mengadopsi TQM umumnya membangun lingkungan belajar yang mendukung eksperimen dan inovasi sebagai bagian dari strategi peningkatan kualitas (Augustyn et al., 2022).

Metode Six Sigma

Six Sigma merupakan metodologi manajemen kualitas berbasis data yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi proses dan mengurangi tingkat kecacatan secara signifikan. Inti dari pendekatan ini terletak pada penerapan siklus DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), sebuah kerangka kerja terstruktur yang memungkinkan organisasi untuk melakukan evaluasi menyeluruh terhadap proses produksi. Dengan fokus pada pencegahan kesalahan dan pengendalian mutu secara berkelanjutan, DMAIC telah terbukti meningkatkan performa operasional dan kepuasan pelanggan di berbagai sektor industri.

Pada tahap Define, perusahaan mengidentifikasi kebutuhan pelanggan serta mendefinisikan masalah yang sedang dihadapi. Contohnya, di sektor otomotif, PT. KRM menemukan bahwa tingkat kecacatan dalam proses pengelasan melebihi batas toleransi yang dapat diterima, sehingga perlu dilakukan perbaikan (Imansuri et al., 2024). Tahap ini juga mencakup penetapan tujuan yang spesifik dan terukur agar seluruh tim memiliki arah yang selaras. Misalnya, sasaran yang ditetapkan adalah menurunkan jumlah cacat hingga mendekati standar Six Sigma, yakni 3,4 cacat per juta peluang (Kumar & Sharma, 2012).

Tahap selanjutnya adalah Measure, yang menekankan pentingnya pengumpulan dan analisis data untuk menilai kinerja proses saat ini. Dalam studi produksi biskuit wafer, misalnya, data penggunaan tepung dianalisis untuk mendeteksi penyimpangan yang menyebabkan ketidaksesuaian mutu produk (Kaid et al., 2016). Di sektor otomotif, data

statistik juga digunakan untuk mengukur tingkat kecacatan dan menentukan sejauh mana proses produksi menyimpang dari standar yang ditetapkan (Imansuri et al., 2024).

Setelah data dikumpulkan, tahap Analyze dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari masalah yang ditemukan. Teknik seperti diagram sebab-akibat (fishbone diagram) digunakan untuk memetakan faktor-faktor penyebab cacat. Dalam kasus industri makanan, metode ini berhasil mengidentifikasi penyebab utama dalam proses produksi tepung, yang menjadi dasar perbaikan selanjutnya (Kaid et al., 2016). Tahap ini sering kali menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai area kritis dalam proses produksi yang memerlukan intervensi.

Tahap Improve fokus pada pengembangan dan penerapan solusi berdasarkan temuan dari fase analisis. Sebagai contoh, PT. KRM melakukan perbaikan pada sistem pengelasan yang berhasil menurunkan jumlah cacat secara signifikan (Imansuri et al., 2024). Strategi seperti metode 5W+1H diterapkan untuk mengarahkan tindakan perbaikan secara sistematis dan berkelanjutan, memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan tidak bersifat sementara, melainkan menyentuh akar persoalan.

Terakhir, tahap Control bertujuan untuk mempertahankan hasil perbaikan dan mencegah munculnya kembali masalah yang sama. Ini dilakukan melalui pemantauan rutin, audit internal, dan sistem umpan balik berkelanjutan. Studi kasus di industri manufaktur komputer menunjukkan bahwa penerapan langkah pengendalian mampu mengurangi keterlambatan produksi akibat kekurangan pengemasan hingga 48,24%. Dengan demikian, fase kontrol merupakan elemen penting dalam menjaga keberlangsungan mutu dan kestabilan proses produksi.

Implementasi Six Sigma memberikan berbagai manfaat signifikan bagi industri. Dengan fokus pada pengurangan variabilitas dan pengendalian proses, metode ini mampu menurunkan tingkat kecacatan produk secara drastis, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi operasional dan menghasilkan penghematan biaya yang substansial. Keberhasilan ini turut berdampak pada peningkatan kepuasan pelanggan serta memperkuat kepercayaan pasar terhadap kualitas produk atau layanan yang ditawarkan. Selain itu, Six Sigma mendorong terbentuknya budaya kerja yang berorientasi pada perbaikan berkelanjutan, yang penting bagi daya saing jangka panjang. Tidak terbatas pada sektor manufaktur, pendekatan ini juga terbukti dapat diadaptasi secara efektif di berbagai sektor industri, termasuk jasa, kesehatan, dan logistik.

Kesimpulan

Dalam menghadapi tantangan industri modern yang menuntut efisiensi tinggi dan kualitas produk yang konsisten, penerapan sistem produksi berbasis Six Sigma menjadi strategi yang sangat relevan dan efektif. Melalui pendekatan terstruktur seperti DMAIC, perusahaan dapat secara sistematis mengidentifikasi, menganalisis, dan mengatasi akar penyebab cacat dalam proses produksi, sekaligus menciptakan budaya kerja yang berorientasi pada perbaikan berkelanjutan. Perancangan sistem produksi yang menekankan standarisasi, pemantauan kinerja, dan pencegahan cacat sejak awal terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional, menurunkan biaya, serta memperkuat kepercayaan

pelanggan. Meskipun menghadapi tantangan dalam hal fleksibilitas dan potensi peningkatan biaya, Six Sigma tetap menawarkan kerangka kerja yang tangguh untuk meningkatkan daya saing industri secara berkelanjutan. Oleh karena itu, integrasi prinsip kualitas dalam desain sistem produksi bukan hanya menjadi pilihan strategis, tetapi juga kebutuhan mendesak dalam mewujudkan keunggulan kompetitif di era global.

DAFTAR PUSTAKA

- Augustyn, M. M., Seakhoa-King, A., & Mason, P. (2022). *Quality Management* (pp. 607–610). <https://doi.org/10.4337/9781800377486.quality.management>
- Buntak, K., Adelsberger, Z., & Nađ, I. (2012). *Impact of product quality in the business of the organization*. 6(3), 271–283. <https://www.bib.irb.hr/616753>
- Gallardo, F. O. (2024). Quality Management. *Advances in Educational Marketing, Administration, and Leadership Book Series*, 227–246. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0791-6.ch013>
- Hoe, L. C., & Mansori, S. (2018). *The Effects of Product Quality on Customer Satisfaction and Loyalty: Evidence from Malaysian Engineering Industry*. 3(1), 20. <https://doi.org/10.5296/IJIM.V3I1.13959>
- Imansuri, F., Chayatunnufus, T., Safril, S., Sumasto, F., Purwojatmiko, B. H., & Salati, D. (2024). Reducing Defects Using DMAIC Methodology in an Automotive Industry. *Spektrum Industri : Jurnal Ilmiah Pengetahuan Dan Penerapan Teknik Industri*, 22(1), 1–13. <https://doi.org/10.12928/si.v22i1.171>
- Kaid, H., Noman, M. A., Nasr, E. A., & Alkahtani, M. (2016). Six Sigma DMAIC phases application in Y company: a case study. *International Journal of Collaborative Enterprise*, 5, 181. <https://doi.org/10.1504/IJCENT.2016.10003185>
- Kumar, A., & Sharma, N. (2012). Six Sigma DMAIC Methodology: A Powerful Tool for Improving Business Operations. *Advanced Materials Research*, 1147–1150. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.488-489.1147>
- Sainy, M. (2024). Examining the impact of product quality on customer satisfaction, loyalty, and repeat purchase behavior. *International Scientific Journal of Engineering and Management*, 03(05), 1–9. <https://doi.org/10.55041/isjem01760>
- Sambung, R., Ray, A., & Kusdiantoro, J. (2023). *Building Customer Loyalty Through Product Quality and Customer Satisfaction*. <https://doi.org/10.61665/jmrs.v1i1.24>
- Sari, S. P. (2024). Analisis Pengaruh Kualitas Manajemen Operasional Terhadap Kinerja Perusahaan. *Jurnal Riset Manajemen Dan Ekonomi*, 3(1), 14–20. <https://doi.org/10.54066/jrime-itb.v3i1.2719>

Penerbit K-Media
Bantul, Yogyakarta
 [kmediacorp](#)
 kmedia.cv@gmail.com
 www.kmedia.co.id

QRIBN 62-941-3345-846

