

IMPLEMENTASI TEKNIK INDUSTRI DALAM DUNIA PROFESIONAL



Antologi Esai Ilmiah



Rochman Rachmadhani, dkk.

IMPLEMENTASI TEKNIK INDUSTRI DALAM DUNIA PROFESIONAL

Antologi Esai Ilmiah

Penulis:
Rochman Rachmadhani, dkk.

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



Penerbit K-Media
Yogyakarta, 2025

Implementasi Teknik Industri Dalam Dunia Profesional: Antologi Esai Ilmiah

Penulis:

Rochman Rachmadhani, dkk.

Editor:

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

QRCBN: 62-941-7146-260

Terbitan September 2025
Yogyakarta, Penerbit K-Media 2025
21 x 29 cm; vi + 138 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

KATA PENGANTAR

Kumpulan esai dengan judul “*Implementasi Teknik Industri dalam Dunia Profesional*” ini hadir sebagai kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang teknik industri, serta sebagai referensi bagi para praktisi, mahasiswa, dan pengajar dalam memahami dan mengaplikasikan berbagai konsep serta teknik yang ada dalam dunia profesional. Dalam era industri yang terus berkembang, tantangan yang dihadapi oleh dunia profesional semakin kompleks, dan implementasi ilmu teknik industri menjadi semakin relevan untuk mencapai efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan dalam berbagai sektor.

Teknik industri, yang merupakan cabang ilmu yang mengintegrasikan ilmu rekayasa dan manajemen, memiliki peran yang sangat vital dalam dunia profesional. Buku ini mengupas tuntas bagaimana teori dan konsep dasar teknik industri dapat diterapkan dalam dunia industri dan berbagai sektor lain, seperti manufaktur, logistik, perencanaan produksi, serta pengelolaan sistem yang berbasis teknologi dan informasi. Di dalamnya, pembaca akan menemukan berbagai contoh nyata, analisis studi kasus, serta metodologi yang telah terbukti efektif dalam memecahkan permasalahan di dunia profesional.

Dalam penyusunan buku ini, penulis mengacu pada pengalaman langsung di lapangan, riset terkini, dan teori-teori yang relevan dengan perkembangan teknik industri. Diharapkan buku ini dapat memberikan wawasan dan solusi yang aplikatif bagi pembaca dalam menghadapi tantangan dan memanfaatkan peluang yang ada dalam dunia profesional.

Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik moral maupun material, sehingga buku ini dapat terwujud. Penulis juga berharap buku ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi pengembangan ilmu pengetahuan, terutama bagi mereka yang terjun di dunia profesional, baik sebagai praktisi, akademisi, maupun mahasiswa.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan guna perbaikan di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 10 Agustus 2025

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

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
Kontribusi Sektor Pertambangan dalam Mendukung Ekonomi Digital Industri di Kalimantan Timur	1
<i>Andi Naufal Ahmad Assyauqi</i>	
Penerapan Sistem Kasir Self-Service Pada Perbelanjaan Modern Untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional dan Kepuasan Pelanggan	4
<i>Naesha Amarta Putri</i>	
Optimalisasi Proses Produksi Limbah Rumah Tangga Ramah Lingkungan melalui Big Data dan IoT Kota Bontang	11
<i>Nafendah Anisa Fitri</i>	
Dinamika Industri di Era Digital: Peluang, Tantangan, dan Strategi Adaptasi.....	18
<i>Muhammad Zulfiqri Aulya Widodo</i>	
Masuk Museum Sonobudoyo Berbasis Smart Acces	24
<i>Aulia Putri Malinda</i>	
Penerapan Teknologi Antrian Online Evaluasi Dampak terhadap Waktu Tunggu Pasien.....	31
<i>Deva Fecia Emalia</i>	
Peran Teknologi Digital dalam Meningkatkan Efisiensi Transaksi e-commerce Shopee.....	37
<i>Pramedya Putra Andian Tafa</i>	
Gaya Hidup Digital Terhadap Produktivitas Belajar	43
<i>Rafi Ardian Syahputra</i>	
Kolaborasi Manusia dan Mesin Dalam Meningkatkan Produktivitas dalam Industri Otomotif di Era Digital	47
<i>Odis Yuspermana Putra</i>	
Dampak Kecerdasan Buatan dan Digitalisasi dalam Pengembangan Teknik Industri Modern.....	53
<i>Januar Khanafi</i>	
Upaya Keamanan dan Keselamatan Kerja di Era Revolusi Industri 4.0	57
<i>Muhammad Dio Alfarisy Rahman</i>	

Peningkatan Kinerja Buruh Pabrik Melalui Teknologi Mesin Digital untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas	60
<i>Fian Ramadhan</i>	
MANTUL: Peran Website Digital dalam Mendukung UMKM Kuliner di Bantul	66
<i>Vinanda Luthvia Ramadhan</i>	
Optimalisasi Penyampaian Informasi Budaya Candi Prambanan melalui Aplikasi Culture Mobile	72
<i>Izza Aulia Ni'mah</i>	
Sistem Transaksi Digital untuk Sektor Perkebunan Sawit.....	77
<i>Afif Nurhidayat</i>	
Inovasi Teknik Industri dalam Meningkatkan Efisiensi Operasional Tambang Nikel di Maluku Utara.....	80
<i>Rimba Pratama Zainul</i>	
Work Surveillance: Stres Akibat Sistem Monitoring Digital.....	83
<i>Danar Andria Wirawan</i>	
Digitalisasi Sistem Penyimpanan Barang untuk Meningkatkan Efisiensi Distribusi	87
<i>Hasbi Assyakira Abdillah</i>	
Digitalisasi Industri: Inovasi Teknologi atau Ancaman bagi Tenaga Kerja Manufaktur?.....	90
<i>Lovely Imaculada da Costa Madeira</i>	
Penerapan Digital Twin dan Sistem Produksi Fleksibel pada Sentra Batik Kota Yogyakarta	100
<i>Rochman Rachmadhani</i>	
D-Cycle: Sistem Daur Ulang Inovatif Mengintegrasikan Teknologi untuk Mengolah Limbah Popok Non-Biodegradable Menjadi Paving Block Ramah Lingkungan Menuju Ekonomi Sirkular	103
<i>Dinda Khoirunnisa</i>	
Penerapan Lean Manufacturing dan Activity-Based Costing Digital untuk Efisiensi Biaya UMKM Jagung Dompu.....	115
<i>Iring Patrialis Ananda</i>	
IT-Milk: Inovasi Teknologi Susu Sapi Berbasis Internet of Things (IoT) dan Sensor Moisture untuk Generasi Sehat Menuju Indonesia Emas 2045	118
<i>Muhamad Andika</i>	

Inovasi Teknik Industri dalam Meningkatkan Efisiensi Pertambangan Batu Bara di Era Modern.....	128
<i>Hendy Paramesgusta</i>	
Pemanfaatan AI dan IoT dalam Teknik Industri Modern	130
<i>Fachri Anddito Zaki Tamam</i>	
Pemanfaatan Aplikasi Digital untuk Efisiensi Rantai Pasok Distribusi Ikan di Pesisir Bengkulu	134
<i>Ashabul Kahfi</i>	
Teknologi Industri sebagai Penggerak Revolusi Pertanian Modern di Pedesaan Purbalingga.....	136
<i>Rifki Prasetyo</i>	

Kontribusi Sektor Pertambangan dalam Mendukung Ekonomi Digital Industri di Kalimantan Timur

Andi Naufal Ahmad Assyauqi

Universitas Ahmad Dahlan

2400019112@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang kaya akan sumber daya alam, terutama batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Daerah ini telah lama menjadi tulang punggung energi nasional karena kontribusi besar dari sektor pertambangan terhadap produk domestik regional bruto (PDRB) Kalimantan Timur (BPS Kalimantan Timur, 2023). Dengan wilayah yang luas dan sumber daya alam yang melimpah, Kalimantan Timur memiliki posisi strategis dalam pembangunan nasional, terlebih sejak ditetapkan sebagai lokasi Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara (Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2022).

Namun, ketergantungan yang tinggi terhadap sektor ekstraktif membawa tantangan tersendiri. Ketika dunia tengah bergerak menuju era digital dan revolusi industri 4.0, Kalimantan Timur perlu menyesuaikan strategi ekonominya untuk tidak hanya bergantung pada pertambangan, tetapi juga mampu mengintegrasikannya dengan sektor digital. Oleh karena itu, esai ini membahas bagaimana sektor pertambangan dapat berkontribusi terhadap pembangunan ekonomi digital industri di Kalimantan Timur.

ISI

Peran Sentral Sektor Pertambangan dalam Ekonomi Kalimantan Timur

Sektor pertambangan menyumbang lebih dari 50% terhadap total PDRB Kalimantan Timur (BPS Kaltim, 2023). Komoditas utama seperti batu bara, gas bumi, dan minyak bumi menjadi andalan ekspor. Tidak hanya berkontribusi pada pendapatan daerah, sektor ini juga menjadi motor pembangunan infrastruktur seperti jalan, pelabuhan, dan fasilitas energi (ESDM, 2022).

Transformasi Digital dalam Operasional Pertambangan

Industri pertambangan kini mulai menerapkan digitalisasi dalam operasional mereka. Teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), AI, dan sistem monitoring berbasis data digunakan dalam kegiatan tambang seperti pemetaan dengan drone, pelacakan otomatis, dan pengawasan lingkungan (McKinsey, 2021).

Pembangunan Infrastruktur Digital Melalui CSR

Kontribusi sektor pertambangan juga diwujudkan melalui program CSR seperti pembangunan jaringan internet desa, BTS, dan laboratorium komputer (Berau Coal, 2022). Inisiatif ini sejalan dengan roadmap ekonomi digital Indonesia (Kominfo, 2023).

Pemberdayaan Masyarakat dan Ekonomi Digital Lokal

Beberapa perusahaan tambang memberikan pelatihan digital seperti pemasaran digital dan *e-commerce* kepada masyarakat. Langkah ini mendukung partisipasi masyarakat dalam ekonomi digital (KEIN, 2022; World Bank, 2021).

Tantangan dan Rekomendasi Strategis

Tantangan utama meliputi keterbatasan infrastruktur digital dan rendahnya literasi digital. Strategi yang direkomendasikan meliputi penguatan regulasi daerah, insentif bagi perusahaan, serta kerja sama dengan startup dan universitas (Kominfo, 2023).

Kesimpulan

Sektor pertambangan memiliki kontribusi besar terhadap pembangunan Kalimantan Timur, tetapi untuk menghadapi tantangan masa depan, sektor ini perlu bertransformasi. Melalui integrasi dengan teknologi digital, pengembangan infrastruktur digital, dan pemberdayaan masyarakat, sektor tambang dapat menjadi motor utama pembangunan ekonomi digital industri di Kalimantan Timur. Transformasi ini juga sangat relevan dengan pembangunan IKN yang dirancang sebagai kota cerdas dan hijau. Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat menjadi kunci sukses dalam mewujudkan ekonomi Kalimantan Timur yang berdaya saing, adaptif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. (2023). Produk Domestik Regional Bruto Kalimantan Timur 2019–2023.
- Berau Coal. (2022). Laporan Tahunan CSR Digitalisasi Berau.
- ESDM. (2022). Strategi Nasional Energi dan Sumber Daya Mineral 2020–2024.
- Kaltim Prima Coal. (2023). Laporan Keberlanjutan Digitalisasi Operasional Tambang.
- Kominfo Kaltim. (2023). Peta Infrastruktur Telekomunikasi Wilayah Pertambangan.
- Kominfo RI. (2023). Peta Jalan Ekonomi Digital Indonesia 2021–2030.

Komite Ekonomi dan Industri Nasional (KEIN). (2022). Kajian Transformasi Digital Daerah SDA.

McKinsey & Company. (2021). Digitalization in Mining Industry Report.

Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2022 tentang Ibu Kota Negara.

World Bank. (2021). Digital Economy for Indonesia: Framework for Inclusive Growth.

Penerapan Sistem Kasir *Self-Service* Pada Perbelanjaan Modern Untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional dan Kepuasan Pelanggan

Naesha Amarta Putri

Universitas Ahmad Dahlan

2400019113@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sistem informasi di era modern telah mengubah cara bisnis ritel beroperasi, terutama dalam sistem pemesanan dan pembayaran yang kini semakin mengandalkan teknologi digital. Penerapan teknologi *self-service* di supermarket, restoran, dan berbagai lini usaha ritel menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi transaksi sekaligus mengurangi kesalahan manusia, dengan membantu mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja kasir sehingga mampu menekan biaya operasional. Sejalan dengan perkembangan ini, transformasi digital juga mendukung upaya menjaga jarak sosial pada masa pandemi dan mempermudah proses transaksi yang cepat dan aman bagi pelanggan (Suwarno & Lim, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa sistem kasir mandiri tidak hanya menjadi inovasi semata, melainkan juga sebagai bentuk adaptasi penting dalam menghadapi dinamika kebutuhan konsumen dan lingkungan bisnis yang terus berubah.

Sejalan dengan perkembangan teknologi tersebut, berbagai penelitian telah mengkaji efektivitas penerapan sistem *self-service*, khususnya pada sektor makanan dan minuman. Teknologi ini tidak hanya sekadar tren, tetapi telah terbukti memberikan dampak positif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan saat berbelanja (Resano *et al.*, 2024). Studi penerapan *website self-service* pada tenant makanan menunjukkan respons pelanggan yang sangat baik dengan *usability score* tinggi dan hasil UAT mencapai 87%, yang menegaskan bahwa sistem ini dapat berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan pelanggan sekaligus mendukung penguatan UMKM dalam memanfaatkan teknologi digital (Resano *et al.*, 2024). Dengan penerapan teknologi ini, UMKM di sektor makanan dan minuman memiliki peluang lebih besar untuk berkembang dan bersaing dalam industri yang semakin terdigitalisasi.

Selain bukti empiris dari keberhasilan penerapan sistem *self-service*, perubahan preferensi pelanggan juga menjadi faktor pendorong adopsi teknologi ini pada berbagai bidang usaha. Pelanggan kini semakin menginginkan pelayanan yang cepat, praktis, dan fleksibel sesuai dengan kebutuhan mereka, sehingga layanan digital seperti *self-service* menjadi jawaban untuk memenuhi ekspektasi tersebut (Santoso *et al.*, 2022). Permasalahan

dalam sistem pemesanan manual seperti miskomunikasi, antrean panjang, dan kesalahan pencatatan yang sering terjadi pada jam sibuk dapat diatasi melalui penerapan teknologi *self-service* berbasis perangkat seluler atau kiosk digital untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi pelayanan (Langgeng Santosa, 2023). Bentuk layanan *self-service* seperti *Kiosk Self Order*, *Scan & Go*, *Scan & Shop*, dan *Click & Collect* juga semakin banyak digunakan oleh restoran, SPBU, tempat parkir, bioskop, dan supermarket sebagai bagian dari adaptasi teknologi dalam bisnis ritel (Santoso *et al.*, 2022).

Dengan semakin tingginya literasi digital dan preferensi masyarakat terhadap layanan mandiri, teknologi *self-service* menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan. Data empiris menunjukkan bahwa teknologi ini mampu meningkatkan kepuasan pelanggan hingga 80,16%, dengan indikator pendukung seperti kemudahan penggunaan, kecepatan pelayanan, keamanan transaksi, tampilan visual informatif, serta efisiensi dalam pemesanan dan pembayaran (Santoso *et al.*, 2022). Studi lain menunjukkan bahwa penggunaan *self-ordering* kiosk di McDonald's Indonesia memberikan pengaruh positif terhadap loyalitas pelanggan dengan kepuasan sebagai variabel mediasi, menjadi bukti nyata keberhasilan teknologi *self-service* dalam membangun hubungan jangka panjang dengan konsumen di industri ritel (Rosyidah & Andjarwati, 2021).

Lebih dari sekadar meningkatkan kepuasan pelanggan, sistem kasir *self-service* juga memberikan manfaat strategis bagi pelaku usaha dalam hal pengelolaan data transaksi yang dapat dioptimalkan untuk pengembangan bisnis secara berkelanjutan. Sistem ini mempermudah pengumpulan dan analisis data transaksi untuk memahami pola belanja pelanggan, mendukung personalisasi layanan, dan membantu penyusunan strategi pemasaran yang lebih efektif dalam menghadapi persaingan pasar (Santoso *et al.*, 2022). Hal ini sejalan dengan upaya transformasi digital yang mendorong terciptanya ekosistem bisnis yang efisien, adaptif, dan berorientasi pada kebutuhan konsumen (Santoso *et al.*, 2022). Pemanfaatan teknologi ini juga menjadi langkah strategis dalam membantu UMKM mengembangkan usahanya dengan memanfaatkan sistem digital yang terjangkau dan efektif (Resano *et al.*, 2024).

Dengan demikian, penerapan sistem kasir *self-service* menjadi solusi strategis dalam menjawab tantangan operasional dan memenuhi ekspektasi pelanggan pada era digital, mendukung transformasi sektor ritel modern, serta membantu pertumbuhan UMKM dalam menghadapi persaingan industri yang semakin kompetitif. Teknologi ini tidak hanya memberikan keunggulan dalam hal efisiensi dan akurasi layanan, tetapi juga menciptakan

pengalaman belanja yang lebih baik, aman, dan nyaman bagi pelanggan secara berkelanjutan (Resano *et al.*, 2024). Oleh karena itu, penerapan teknologi *self-service* perlu terus dikembangkan, disosialisasikan, dan disesuaikan dengan karakteristik pasar lokal agar dapat berkontribusi dalam memperkuat ekosistem ritel di Indonesia. Meskipun demikian, penerapan sistem ini di Indonesia masih memerlukan penyesuaian dengan kondisi masyarakat dan infrastruktur yang beragam, sehingga analisis mengenai keterbatasan dan jangkauan penerapannya perlu dipertimbangkan untuk memahami efektivitas penerapan kasir *self-service* secara lebih menyeluruh.

PEMBAHASAN

Pengertian dan Cara Kerja Sistem Kasir *Self-Service*

Sistem kasir *self-service* merupakan salah satu bentuk penerapan teknologi digital dalam pelayanan ritel modern, di mana pelanggan dapat melakukan pemesanan dan pembayaran secara mandiri tanpa memerlukan bantuan kasir. Sistem ini memanfaatkan perangkat seperti layar sentuh, *self-ordering* kiosk, hingga aplikasi berbasis *smartphone*, yang memungkinkan pelanggan memilih produk, memproses pembayaran, serta mencetak bukti transaksi secara otomatis (Suwarno & Lim, 2021). Teknologi ini menjadi solusi atas permasalahan pelayanan manual yang sering menimbulkan antrean panjang, miskomunikasi antara pelanggan dan pegawai, serta kesalahan pencatatan transaksi, terutama saat jam sibuk (Langgeng Santosa, 2023).

Bentuk layanan kasir mandiri saat ini sudah beragam, termasuk Kiosk *Self Order*, *Scan & Go*, *Scan & Shop*, dan *Click & Collect*, yang mulai banyak diterapkan pada restoran, SPBU, tempat parkir, bioskop, dan supermarket (Santoso *et al.*, 2022). Penerapan sistem ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan *website self-service* yang terhubung ke sistem tenant makanan, dimana pelanggan dapat memesan dan membayar secara mandiri dengan hasil *usability score* tinggi serta UAT mencapai 87%, menunjukkan sistem ini dapat berjalan baik dan sesuai dengan kebutuhan pelanggan (Resano *et al.*, 2024)). Hal ini juga mendukung penguatan UMKM dalam pemanfaatan teknologi digital untuk memperluas jangkauan dan meningkatkan kualitas pelayanan mereka (Resano *et al.*, 2024).

Manfaat Sistem Kasir *Self-Service* dalam Efisiensi Operasional

Penggunaan sistem kasir *self-service* membawa manfaat signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional bisnis ritel. Sistem ini membantu mengurangi kesalahan transaksi yang sering terjadi pada kasir manual serta membantu perusahaan untuk menekan

biaya operasional dengan mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja kasir (Suwarno & Lim, 2021). Penerapan teknologi ini juga mempercepat proses transaksi dan mengurangi antrian pelanggan, sehingga throughput pelayanan per satuan waktu dapat meningkat, sejalan dengan prinsip efisiensi pada manajemen operasional dalam bidang teknik industri (Santoso *et al.*, 2022).

Selain itu, sistem ini mempermudah pengumpulan data transaksi secara terpusat, sehingga data yang diperoleh dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen inventaris dan sistem keuangan perusahaan untuk membantu perencanaan operasional dan evaluasi penjualan secara berkala (Santoso *et al.*, 2022). Transformasi digital melalui penerapan layanan mandiri juga mampu menciptakan ekosistem bisnis yang lebih efisien, adaptif, dan berorientasi pada pelanggan, serta mendorong terciptanya sistem bisnis yang inklusif sehingga UMKM dapat bersaing secara efektif dengan pemanfaatan teknologi (Resano *et al.*, 2024).

Studi penerapan sistem *self-service* pada tenant makanan juga membuktikan bahwa teknologi ini tidak hanya dapat diimplementasikan pada bisnis berskala besar, tetapi juga pada UMKM untuk memperluas pasar dan memperbaiki kualitas pelayanan mereka (Resano *et al.*, 2024). Dengan adanya sistem ini, UMKM dapat meningkatkan daya saing melalui pemanfaatan sistem digital yang terjangkau, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan pasar modern, terutama dalam era pasca pandemi yang menuntut kecepatan dan akurasi pelayanan dalam transaksi.

Dampak Sistem Kasir *Self-Service* terhadap Kepuasan dan Loyalitas Pelanggan

Salah satu manfaat utama penerapan sistem kasir *self-service* adalah peningkatan kepuasan pelanggan dalam berbelanja pada ritel modern. Penerapan teknologi *self-service* menjawab kebutuhan pelanggan akan layanan yang cepat, praktis, dan fleksibel, yang menjadi preferensi konsumen modern di era digital. Berdasarkan penelitian, teknologi ini dapat meningkatkan kepuasan pelanggan hingga 80,16% dengan indikator seperti kemudahan penggunaan, kecepatan pelayanan, keamanan dalam bertransaksi, tampilan visual yang informatif, serta efisiensi dalam proses pemesanan dan pembayaran (Santoso *et al.*, 2022).

Lebih lanjut, studi mengenai penerapan *self-ordering* kiosk pada McDonald's Indonesia menunjukkan bahwa kualitas teknologi *self-service* memiliki pengaruh positif terhadap loyalitas pelanggan dengan kepuasan sebagai variabel mediasi, yang menjadi bukti nyata bagaimana teknologi ini dapat membangun hubungan jangka panjang dengan

konsumen (Rosyidah & Andjarwati, 2021). Hal ini juga menunjukkan bahwa penerapan sistem kasir *self service* bukan hanya sekedar meningkatkan efisiensi transaksi, tetapi juga berperan penting dalam membangun pengalaman pelanggan yang baik sehingga meningkatkan kepercayaan dan loyalitas mereka terhadap merek atau perusahaan.

Di samping itu, sistem kasir *self-service* memungkinkan pengumpulan data transaksi pelanggan secara akurat yang dapat dimanfaatkan oleh perusahaan untuk melakukan analisis pola belanja pelanggan, menyusun strategi pemasaran yang tepat, serta mendukung personalisasi layanan untuk meningkatkan pengalaman pelanggan (Santoso *et al.*, 2022). Pemanfaatan data ini dapat digunakan untuk mendorong inovasi layanan, memperluas strategi promosi, serta mengoptimalkan pelayanan sesuai dengan kebutuhan pelanggan sehingga membantu pelaku usaha mempertahankan loyalitas pelanggan di tengah persaingan pasar yang kompetitif.

Keterbatasan dan Peluang Penerapan Kasir *Self Service* di Indonesia

Meskipun sistem kasir *self-service* menawarkan banyak manfaat, penerapannya di Indonesia masih menghadapi beberapa kendala. Salah satu keterbatasan utama adalah rendahnya literasi digital sebagian masyarakat, khususnya di daerah non-perkotaan. Tidak semua pelanggan terbiasa menggunakan perangkat digital seperti layar sentuh atau aplikasi pembayaran mandiri. Hal ini dapat memperlambat proses transaksi, bahkan menyebabkan kebingungan saat penggunaan awal. Selain itu, biaya investasi awal yang cukup tinggi untuk perangkat dan pemeliharaan juga menjadi penghambat, terutama bagi usaha kecil dan menengah (UMKM).

Penelitian oleh Santoso *et al.* (2022) menunjukkan bahwa sistem *self-service* paling efektif diterapkan di kota besar dan lingkungan ritel modern seperti restoran cepat saji atau swalayan berbasis waralaba, di mana pelanggan sudah lebih akrab dengan teknologi digital. Di luar wilayah tersebut, penggunaannya cenderung terbatas dan perlu didukung pelatihan atau pendampingan awal bagi pelanggan.

Selain itu, faktor keamanan transaksi digital dan kepercayaan pelanggan juga masih menjadi isu. Kekhawatiran terhadap kesalahan pemindaian barang, kegagalan sistem, atau kebocoran data membuat sebagian pelanggan lebih nyaman menggunakan layanan kasir konvensional.

Dengan demikian, meskipun sistem kasir *self-service* membawa efisiensi dan kenyamanan, pengaplikasiannya di Indonesia masih perlu mempertimbangkan aspek sosialisasi, edukasi digital, serta kesiapan infrastruktur di berbagai wilayah.

PENUTUP

Penerapan sistem kasir *self-service* terbukti memberikan manfaat signifikan bagi sektor ritel modern dan UMKM, terutama dalam meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat proses transaksi, dan mendukung pengelolaan data untuk pengembangan bisnis berkelanjutan. Teknologi ini juga memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kepuasan serta loyalitas pelanggan melalui pelayanan yang cepat, praktis, dan akurat, menjadikannya sebagai solusi adaptif menghadapi kebutuhan konsumen di era digital.

Namun, penerapan sistem kasir *self-service* di Indonesia masih menghadapi beberapa keterbatasan seperti rendahnya literasi digital, kesiapan infrastruktur, dan tingginya biaya investasi awal bagi UMKM. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi ini perlu diimbangi dengan strategi sosialisasi, edukasi penggunaan teknologi digital kepada masyarakat, serta pengembangan infrastruktur pendukung yang memadai agar dapat diimplementasikan secara lebih merata di berbagai wilayah.

Dengan upaya adaptasi dan pengembangan yang tepat, sistem kasir *self-service* memiliki potensi besar untuk memperkuat ekosistem ritel di Indonesia, membantu pertumbuhan UMKM, serta membentuk sistem bisnis yang efisien, inklusif, dan berorientasi pada kepuasan pelanggan secara berkelanjutan di tengah persaingan industri yang semakin terdigitalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Suwarno, S., & Lim, R. R. (2021, March). Perancangan Sistem Kasir Layanan Mandiri Berbasis Web Pada Supermarket Bless Dengan Metode Sdlc. In CoMBInES-Conference on Management, Business, Innovation, Education and Social Sciences (Vol. 1, No. 1, pp. 860-873).
- Langgeng Santosa, N. (2023). PERANCANGAN APLIKASI PEMESANAN SELF SERVICE COFFEE SHOP OM HUT PARKOPI BERBASIS WEBSITE. *Jurnal Ilmu Komputer*, 08(2), 2527–9653. <https://doi.org/10.47007/komp.v7i01.xxxxx>
- Resano, A. K., Alam, E. N., & Ambarsari, N. (2024). IMPLEMENTASI WEBSITE SELF-SERVICE TECHNOLOGY PEMESANAN DAN PEMBAYARAN BAGI PELANGGAN PADA TENANT YANG BERADA DI AREA HALLWAY SPACE MENGGUNAKAN METODE PROTOTYPE. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 9(2), 701–713. <https://doi.org/10.29100/jipi.v9i2.4708>
- Rosyidah, N., & Andjarwati, A. L. (2021). PENGARUH SELF-SERVICE TECHNOLOGY QUALITY TERHADAP LOYALITAS DENGAN KEPUASAN SEBAGAI

VARIABEL MEDIASI (STUDI PADA PELANGGAN MCDONALD'S DI SURABAYA). In Journal IMAGE | (Vol. 10, Issue 1).

Santoso, S., Nurhidajat, R., Praja, A., Perdian, S., Budhi Arsih, Y., Riset Koperasi, P., & Dan Ekonomi Kerakyatan BRIN, K. (2022a). Penerapan Teknologi Self-Service Dalam Meningkatkan Customer Satisfaction Pada Usaha Ritel Food and Beverage. In Jurnal Administrasi Profesional (Vol. 03, Issue 2).

Optimalisasi Proses Produksi Limbah Rumah Tangga Ramah Lingkungan melalui *Big Data* dan IoT Kota Bontang

Nafendah Anisa Fitri

Universitas Ahmad Dahlan

2400019114@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Kota Bontang merupakan salah satu wilayah industri di Kalimantan Timur pertumbuhan populasi dan peningkatan konsumsi penduduk dari tahun ke tahun. Situasi ini langsung berpengaruh pada peningkatan jumlah limbah rumah tangga, yang menjadi tantangan signifikan bagi sistem pengelolaan lingkungan. Metode pengolahan yang masih konvensional dan mengandalkan cara manual menyebabkan akumulasi sampah, pencemaran air limbah, emisi gas metana, serta risiko terjadinya kebakaran di lokasi pembuangan akhir. Ketidacukupan dalam pengelolaan tersebut menegaskan perlunya pendekatan baru berbasis teknologi agar pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan lebih cepat, tepat, dan berkelanjutan.

Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) serta *Big Data* dalam pengelolaan limbah rumah tangga. Teknologi IoT memungkinkan penempatan sensor di berbagai lokasi di tempat pembuangan akhir untuk memantau suhu, kelembaban, konsentrasi gas, serta kualitas air limbah. Data yang diperoleh dari sensor selanjutnya diolah dalam sistem berbasis *cloud* dan disajikan dalam bentuk dashboard yang mudah dipahami. Syarif & Hidayat (2025) menunjukkan bahwa sistem IoT dapat memberikan peringatan dini terkait potensi pencemaran air, sementara Syahputra *et al.* (2025) membuktikan bahwa risiko kebakaran dapat ditekan secara signifikan melalui pemantauan suhu dan gas metana secara *real-time*

Selain itu pengelolaan tempat pembuangan akhir, teknologi ini juga berguna untuk manajemen limbah organik dan limbah B3 dari rumah tangga. Limbah organik yang tidak dikelola dengan baik dapat menghasilkan gas berbahaya dan menyebabkan pencemaran. Hartono *et al.* (2021) mengembangkan sistem pengomposan otomatis berbasis IoT yang dapat memantau suhu dan kelembaban untuk meningkatkan efektivitas penguraian limbah organik. Di sisi lain, pelaporan limbah B3 yang dilakukan secara digital seperti yang diterapkan di Pontianak (Nurwanti *et al.*, 2023) menjadi inovasi partisipatif yang melibatkan masyarakat dalam pemantauan dan penanganan limbah berbahaya di rumah tangga.

Belajar dari pengalaman kota-kota lain seperti Mojokerto, Tangerang, Makassar, dan Semarang, bisa disimpulkan bahwa penggabungan teknologi dan partisipasi masyarakat adalah kunci keberhasilan dalam pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Kota Bontang memiliki kesempatan besar untuk menerapkan pendekatan yang serupa, dengan mengembangkan sistem pengelolaan limbah berbasis IoT dan *Big Data* yang disesuaikan dengan karakteristik daerah. Pendekatan ini akan meningkatkan efisiensi operasional, menjaga kelestarian lingkungan, dan menjadikan Bontang sebagai kota cerdas dan ramah lingkungan di masa depan.

PEMBAHASAN

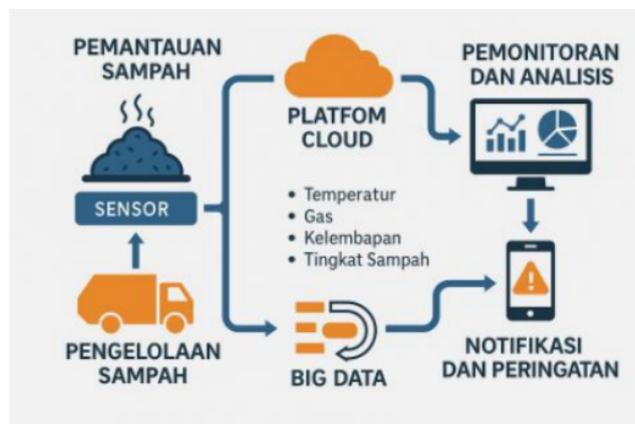
Kota Bontang sebagai pusat industri penting mengalami pertumbuhan jumlah penduduk dan konsumsi rumah tangga yang signifikan. Ini berdampak pada peningkatan volume sampah rumah tangga setiap tahun. Sayangnya, sistem pengelolaan limbah di tempat pembuangan akhir (TPA) Kota Bontang masih menggunakan metode tradisional. Petugas lapangan melakukan pemantauan dengan cara manual, dan pengangkutan limbah dilakukan mengikuti jadwal tetap, tanpa mempertimbangkan situasi aktual. Ini mengakibatkan berbagai masalah negatif seperti penumpukan sampah yang tidak terkelola, penyebaran bau tidak sedap, pencemaran air tanah oleh lindi, serta risiko kebakaran akibat akumulasi gas metana yang tidak terdeteksi.

Untuk mengatasi isu ini, transformasi sistem pengelolaan limbah perlu dilakukan dengan penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *Big Data*. IoT memungkinkan pemasangan berbagai sensor di TPA untuk memantau suhu, kelembaban, kandungan gas, dan tingkat kepenuhan tempat sampah secara *real-time*. Data dari sensor-sensor ini akan dikirim melalui jaringan nirkabel ke sistem pusat yang kemudian diolah dengan bantuan teknologi *Big Data*. *Big Data* akan memberikan informasi dalam bentuk grafik, tren, dan analisis prediktif yang dapat digunakan oleh pengelola untuk mengambil keputusan berdasarkan data. Hal ini menciptakan sistem deteksi dini, penjadwalan pengangkutan yang responsif, dan pencegahan bencana lingkungan.

Salah satu contoh nyata yang menunjukkan efektivitas penerapan teknologi ini dapat dilihat pada penelitian di TPA Sumompo Manado. Menurut Syahputra *et al.*(2025), penggunaan sensor suhu dan gas metana berhasil mengurangi potensi kebakaran hingga 70%. Sistem ini secara otomatis mengirimkan pemberitahuan ke ponsel petugas jika suhu atau kadar gas melebihi batas aman. Teknologi ini memudahkan tindakan respons cepat seperti penyemprotan air, isolasi area berbahaya, atau evakuasi sementara. Jika diterapkan di

Kota Bontang, sistem ini tidak hanya akan meningkatkan keamanan TPA, tetapi juga memberikan rasa aman bagi masyarakat sekitar.

Selain risiko kebakaran, pencemaran air akibat lindi adalah ancaman serius. Lindi adalah cairan beracun yang terbentuk dari proses pembusukan sampah dan dapat mencemari tanah serta sumber air. Penelitian oleh Syarif & Hidayat (2025) mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT untuk mengecek parameter seperti pH, suhu, dan TDS. Melalui sistem ini, pengelola dapat mendeteksi jika air lindi melebihi batas aman dan mengambil langkah cepat, seperti menyedot cairan ke kolam penampungan atau menambahkan bahan penetral. Di Kota Bontang, yang memiliki banyak permukiman dekat TPA, penerapan teknologi ini sangat krusial untuk mencegah pencemaran tanah dan sungai.



Gambar 1.1 Diagram alur kerja sistem IoT dan Big Data

Data mengenai kualitas air yang terakumulasi seiring waktu dapat dijadikan landasan bagi kebijakan jangka panjang. Pemerintah Kota Bontang memiliki kemampuan untuk memetakan pola pencemaran berdasarkan berbagai faktor musim, jumlah sampah, atau kegiatan industri yang berlangsung. Dengan informasi tersebut, rancangan sistem pengolahan limbah seperti kolam filtrasi atau reaktor biologi dapat dibuat secara lebih efektif. Ini menunjukkan bahwa teknologi lebih dari sekadar alat untuk pengawasan; ia juga menjadi dasar dalam perencanaan infrastruktur lingkungan.

Sampah organik, yang merupakan bagian terbesar dari limbah domestik, sangat membutuhkan perhatian ekstra. Jika tidak ditangani dengan benar, sampah tersebut dapat menjadi sumber emisi gas rumah kaca seperti metana dan menyebabkan bau yang tidak sedap. Hartono *et al.*(2021) menciptakan sistem pengomposan otomatis yang didasarkan pada sensor suhu dan kelembaban, serta mampu memperbaiki proses dekomposisi limbah

organik. Sistem ini berfungsi menjaga suhu yang optimal agar bakteri pengurai dapat bekerja dengan baik. Di Bontang, penerapan sistem ini dapat dilakukan baik di tingkat Tempat Pembuangan Akhir (TPA) maupun komunitas, menghasilkan pupuk kompos yang dapat dimanfaatkan untuk penghijauan atau pertanian di daerah perkotaan.

Pengomposan otomatis akan jauh lebih efisien jika dikaitkan dengan sistem *dashboard* yang secara berkala memantau perubahan suhu dan kelembaban. Para operator cukup mengikuti grafik perkembangan dari waktu ke waktu tanpa harus melakukan pemeriksaan manual pada tumpukan kompos. Ini membuat manajemen lebih mudah, mengurangi risiko kesalahan, dan mempercepat proses pembuatan kompos. Sistem tersebut mendukung prinsip ekonomi sirkular yang mengubah limbah menjadi sumber daya baru.

Sebaliknya, limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dari rumah tangga, seperti baterai, cat, obat yang telah kedaluwarsa, dan alat pembersih seringkali campur dengan sampah lainnya. Ini sangat berpotensi merugikan lingkungan serta kesehatan masyarakat. Di Pontianak, Nurwanti *et al.* (2023) merancang sistem pelaporan limbah B3 yang melibatkan partisipasi masyarakat. Warga dapat melaporkan tipe limbah yang dimiliki melalui aplikasi, dan petugas akan datang untuk mengambilnya dengan prosedur operasional yang ditetapkan. Sistem ini bisa diadaptasi di Bontang, bahkan ditingkatkan dengan teknologi sensor yang mampu mendeteksi bahan kimia langsung dari tempat sampah.

Untuk mendukung kegiatan pelaporan masyarakat, diperlukan program edukasi lingkungan serta pelatihan bagi pengguna aplikasi. Program kampung tanpa limbah B3 dapat dimulai di lingkungan sekolah, masjid, atau posyandu. Selain itu, pemerintah bisa memberikan insentif berupa poin digital atau pengurangan biaya kebersihan untuk warga yang aktif dalam melaporkan dan memilah limbah B3. Pendekatan semacam ini memfasilitasi partisipasi dan membangun kesadaran lingkungan secara kolektif.

Di kawasan urban, pengelolaan tempat pembuangan sampah publik sering kali mengalami tantangan seperti keterlambatan pengangkutan dan penumpukan yang berlebih. Solusi ditawarkan dalam penelitian Putri *et al.* (2024) yang memanfaatkan sensor ultrasonik dan antarmuka Node-RED untuk mengawasi kapasitas tempat sampah. Ketika volume sampah hampir penuh, sistem akan menandai dengan warna merah dan mengirimkan pemberitahuan ke server. Data dari seluruh tempat sampah di kota dapat diakses dalam satu *dashboard*, yang mempermudah dinas kebersihan dalam merencanakan rute pengangkutan harian yang lebih efisien.

Studi oleh Malik *et al.* (2024) juga mengindikasikan bahwa petugas kebersihan di Mojokerto dapat menerima peringatan otomatis apabila terdeteksi adanya peningkatan gas berbahaya atau suhu tinggi di area tempat pembuangan akhir. Pemanfaatan aplikasi *mobile* yang terhubung langsung dengan sensor mempermudah pengambilan keputusan yang cepat. Sistem ini mengurangi kebutuhan akan inspeksi manual serta menurunkan potensi risiko bagi petugas tersebut. Di Bontang, model ini bisa menjadi prototipe untuk pengelolaan TPA besar yang sulit dijangkau sepenuhnya dalam waktu yang singkat.

Pengelolaan yang berbasis pada lingkungan cerdas seperti di Tangerang menunjukkan bahwa teknologi dapat disinergikan dengan partisipasi masyarakat. Masyarakat diberikan pelatihan untuk memisahkan sampah di rumah mereka, dan setiap kegiatan dicatat dalam sistem digital. Salsabila *et al.*(2024) mencatat bahwa partisipasi masyarakat dalam aktivitas pelaporan, pengomposan, dan pengiriman ke bank sampah digital memiliki pengaruh besar dalam mengurangi volume sampah dan membangun kebiasaan ramah lingkungan. Konsep ini berpotensi untuk diterapkan di Bontang.

Salah satu inovasi nyata yang bisa mendukung keseluruhan sistem ini adalah *Smart Waste Box* (SWB). Produk ini merupakan tempat sampah pintar yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik dan sensor gas. Cara kerjanya dimulai ketika warga membuang sampah ke dalam kotak; sensor akan mendeteksi tingkat kepenuhan. Apabila kapasitas mencapai 80%, sistem akan secara otomatis mengirim pemberitahuan ke aplikasi *EcoTrack* milik dinas kebersihan. Jika sensor gas mendapati limbah berbahaya, lampu LED akan menyala merah dan penutup kotak akan terkunci secara otomatis. SWB juga dilengkapi dengan panel LCD yang menunjukkan status “Penuh”, “Bahaya”, atau “Siap digunakan”. Produk ini tidak hanya pintar secara teknologi, tetapi juga mendorong masyarakat untuk belajar memilah limbah dengan cara yang aman.



Gambar 1.2 Ilustrasi produk *SmartWaste Box* (SWB)

Di TPA Antang Makassar, penelitian Pandapotan *et al.* (2024) menunjukkan bahwa sistem zonasi dalam pengelolaan limbah dapat berfungsi dengan baik jika didukung oleh data sensor di setiap zona. Armada pengangkut dan mesin berat dikerahkan berdasarkan data mengenai volume dan jenis limbah di setiap area. Dengan pendekatan serupa yang diterapkan di Bontang, efisiensi proses kerja akan meningkat dan risiko kecelakaan kerja akan menurun secara signifikan. Sistem ini juga mendukung pemetaan yang dinamis untuk menentukan wilayah yang paling membutuhkan intervensi.

Seluruh metode yang telah dibahas menunjukkan bahwa pengelolaan limbah rumah tangga yang modern harus berlandaskan pada teknologi, pengumpulan data, dan partisipasi masyarakat. Kota Bontang memiliki semua potensi untuk memulai perubahan ini, baik dari segi tantangan, kebutuhan, maupun dukungan teknologi yang ada. Dengan kebijakan yang visioner, program yang melibatkan masyarakat, serta kolaborasi dengan sektor pendidikan dan bisnis, pengelolaan limbah di Kota Bontang dapat menjadi contoh nasional dalam menuju kota yang cerdas dan berkelanjutan.

PENUTUP

Permasalahan sampah rumah tangga di Kota Bontang yang kian rumit memerlukan pendekatan yang inovatif dan tidak lagi mengandalkan metode tradisional. Penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *Big Data* telah terbukti bisa meningkatkan efektivitas serta keamanan dalam pengelolaan limbah, seperti yang telah diterapkan di beberapa kota di Indonesia termasuk Manado, Lampung, Serang, dan Tangerang. Pemanfaatan sensor untuk memantau suhu, kelembaban, dan gas metana dapat mengidentifikasi ancaman kebakaran atau pencemaran air secara langsung. Selain itu, sistem laporan digital dan monitoring berbasis aplikasi menyediakan informasi yang cepat dan tepat untuk pengambilan keputusan, dengan data yang valid. Pendekatan ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga melibatkan masyarakat secara aktif.

Salah satu contoh nyata dari penerapan teknologi adalah inovasi *Smart Waste Box* (SWB) yang bisa secara otomatis mengukur tingkat kepenuhan sampah dan limbah B3, serta terhubung dengan aplikasi *EcoTrack*. Produk seperti ini menunjukkan bagaimana teknologi dapat diintegrasikan ke dalam aktivitas sehari-hari masyarakat. Oleh sebab itu, pengelolaan limbah yang memanfaatkan teknologi seharusnya menjadi fokus utama dalam kebijakan Kota Bontang. Dengan kerjasama antara pemerintah, masyarakat, dan lembaga pendidikan.

Kota Bontang memiliki potensi untuk menjadi pelopor kota pintar dalam pengelolaan limbah rumah tangga yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Perubahan ini tidak hanya mungkin, tetapi juga sangat mendesak untuk segera direalisasikan demi masa depan lingkungan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Harjanti, A. (2023). Optimalisasi TPA Jatibarang dengan teknologi. *Jurnal Planologi, Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)*.
- Hartono, A., Wijaya, R., & Lestari, M. (2021). Sistem pemantauan pengomposan otomatis berbasis IoT. Wikrama Parahita, Politeknik Serang.
- Malik, H., Prasetya, I., & Aminah, N. (2024). Pemanfaatan IoT dalam TPA Mojokerto.
- Nurwanti, E., Gunawan, H., & Sari, N. (2023). Pengelolaan sampah B3 rumah tangga di Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan, Universitas Tanjungpura*.
- Pandapotan, T., Widodo, R., & Lumbanraja, S. (2024). Pengelolaan limbah rumah tangga di TPA Antang Makassar. *Jurnal Pengabdian AGDOSi, Universitas Negeri Makassar*.
- Putri, N., Ardiansyah, T., & Yusuf, F. (2024). Monitoring tempat sampah menggunakan Node-RED dan IoT.
- Salsabila, N., Aisyah, H., & Rahmat, Y. (2024). Penerapan smart environment untuk sampah kota Tangerang. *Jurnal Kebumihan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta*.
- Syahputra, R., Santoso, D., & Fitriani, S. (2025). Penerapan IoT deteksi titik api TPA Sumompo Manado. *Journal Education and Development, Institut Pendidikan Teknologi Sulawesi*.
- Syarif, A., & Hidayat, R. (2025). Sistem monitoring kualitas air limbah rumah tangga berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Teknologi Elektro Terapan (JITET), Universitas Lampung*.

Dinamika Industri di Era Digital: Peluang, Tantangan, dan Strategi Adaptasi

Muhammad Zulfiqri Aulya Widodo

Universitas Ahmad Dahlan

2400019115@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Era digital telah menjadi simbol utama transformasi global di abad ke-21. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang sangat cepat tidak hanya merevolusi cara individu hidup dan berinteraksi, tetapi juga mengguncang pondasi berbagai sektor industri di seluruh dunia. Dari industri manufaktur hingga sektor jasa, digitalisasi telah menciptakan perubahan fundamental yang menuntut setiap organisasi untuk beradaptasi atau tertinggal. Fenomena ini tak hanya terjadi di negara maju; negara berkembang seperti Indonesia pun mulai merasakan dampak besar dari pergeseran ini. Dengan latar belakang inilah, penting untuk memahami bahwa era digital bukan sekadar fase sementara, melainkan era baru yang menetapkan standar kompetensi dan produktivitas masa depan.

Dalam menghadapi perubahan yang sangat cepat ini, industri tidak lagi cukup hanya mengandalkan keunggulan tradisional seperti aset fisik atau jaringan distribusi konvensional. Sebaliknya, nilai kompetitif kini semakin ditentukan oleh kecepatan berinovasi, kemampuan membaca data, dan ketangguhan dalam mengadopsi teknologi digital. Transformasi ini menciptakan peluang yang sangat luas mulai dari efisiensi proses, inovasi produk, perluasan pasar, hingga terciptanya model bisnis yang benar-benar baru dan disruptif. Bagi pelaku industri yang mampu melihat dan memanfaatkan peluang ini, era digital justru menjadi katalis pertumbuhan dan peningkatan daya saing yang signifikan.

Namun, transformasi digital bukanlah proses yang mudah dan otomatis. Ia menuntut kesiapan struktural, kultural, dan strategis. Banyak perusahaan, terutama di sektor tradisional, masih mengalami kesulitan dalam mentransformasikan cara kerja, cara berpikir, dan cara berinteraksi dengan pasar digital. Dalam hal ini, peluang besar yang dibuka oleh teknologi digital sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan infrastruktur, sumber daya manusia, dan visi manajerial yang belum sepenuhnya *digital-native*. Oleh karena itu, pemahaman menyeluruh mengenai dinamika industri di era digital menjadi landasan penting dalam menyusun strategi adaptasi yang relevan.

Dengan menekankan sisi positif dari digitalisasi, esai ini juga akan menjelaskan bagaimana pelaku industri dapat menyusun strategi adaptasi yang tidak hanya mampu

menjawab tantangan masa kini, tetapi juga mempersiapkan diri untuk dinamika yang lebih kompleks di masa mendatang. Fokus utama akan diarahkan pada identifikasi peluang di berbagai dimensi industri, mulai dari operasional, pemasaran, sumber daya manusia, hingga kolaborasi lintas sektor.

PEMBAHASAN

1. Efisiensi Operasional:

Digitalisasi sebagai Fondasi Proses Bisnis Modern Transformasi digital telah memberikan peluang fundamental dalam membangun efisiensi operasional yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga strategis. Perusahaan-perusahaan terdepan telah memanfaatkan *Internet of Things (IoT)* untuk menghubungkan mesin, perangkat, dan sistem produksi dalam sebuah jaringan cerdas. Data yang dihasilkan dari koneksi ini memungkinkan prediksi kerusakan, optimasi penggunaan energi, dan pengurangan waktu henti produksi secara signifikan.

Lebih lanjut, *Artificial Intelligence (AI)* dan *machine learning* digunakan untuk melakukan prognosis produksi, mengatur persediaan secara adaptif, serta merespons fluktuasi permintaan pasar dengan cepat. Di sektor jasa, *Robotic Process Automation (RPA)* telah digunakan untuk menggantikan tugas-tugas administratif yang repetitif, seperti pemrosesan faktur, penginputan data, dan pelaporan keuangan. Dengan demikian, sumber daya manusia dapat dialihkan ke fungsi yang lebih strategis.

Efisiensi yang tercipta tidak hanya menurunkan biaya operasional, tetapi juga memberikan *agility* bagi perusahaan untuk beradaptasi dengan perubahan pasar. Ini menjadi modal penting dalam menghadapi disrupsi. Oleh karena itu, efisiensi bukan lagi sekadar output proses produksi, tetapi menjadi indikator utama kesiapan digital dan keunggulan kompetitif jangka panjang.

2. Akses Pasar Global: Demokratisasi Perdagangan Melalui Platform Digital

Salah satu peluang paling revolusioner dari era digital adalah terbukanya akses pasar secara luas dan merata dimana-mana. Digitalisasi telah mendemokratisasi pasar, memberi kesempatan setara bagi pelaku industri dari berbagai skala untuk bersaing di panggung global. Dahulu, ekspansi pasar membutuhkan modal besar untuk logistik, distribusi, dan promosi. Kini, pelaku usaha dapat memasarkan produk melalui *e-commerce*, media sosial, atau marketplace tanpa harus memiliki infrastruktur fisik yang luas.

UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah), yang sebelumnya terbatas pada pasar lokal, kini bisa menjual produknya ke luar negeri hanya melalui koneksi internet dan akun marketplace. Fenomena ini disebut sebagai digital empowerment, di mana kekuatan teknologi menjadi katalis inklusi ekonomi. Banyak UMKM Indonesia berhasil menembus pasar ekspor berkat strategi digital yang cerdas seperti penggunaan SEO, kolaborasi dengan influencer, atau pengemasan visual produk di media sosial.

Selain itu, digital marketing berbasis data telah menjadi strategi utama dalam menembus pasar yang lebih spesifik dan tersegmentasi. Targeting dan *retargeting* iklan di *platform* seperti *Google Ads* dan *Meta Ads* memperbesar peluang konversi penjualan dengan biaya yang relatif rendah. Maka, dalam konteks industri digital, akses pasar tidak lagi tergantung pada skala modal, tetapi pada kecakapan strategi dan kemampuan berinovasi.

3. Personalisasi dan Pengalaman Pelanggan: Konsumen sebagai Pusat Inovasi

Di era digital, paradigma hubungan antara perusahaan dan konsumen telah mengalami pergeseran mendasar. Konsumen tidak lagi menjadi target pasif, melainkan pusat dari setiap keputusan bisnis. Teknologi seperti *big data*, AI, dan *machine learning* memungkinkan pemetaan perilaku pelanggan secara menyeluruh dari kebiasaan belanja, preferensi produk, hingga waktu paling efektif untuk promosi.

Perusahaan dapat merancang pengalaman yang sangat personal: mulai dari rekomendasi produk otomatis, email promosi yang disesuaikan, hingga tampilan antarmuka aplikasi yang dinamis mengikuti kebiasaan pengguna. Layanan seperti chatbot AI, respons cepat 24 jam, dan *loyalty* program digital memberikan kepuasan pelanggan yang lebih tinggi, memperbesar loyalitas merek, dan menurunkan tingkat pelanggan yang berhenti (*churn rate*). Maka, perusahaan yang mampu menyusun strategi berbasis pengalaman pelanggan digital akan lebih mampu membangun basis pasar yang kuat dan berkelanjutan.

4. Transformasi Sumber Daya Manusia: Dari Kerja Manual Menuju *Digital Talent*

Digitalisasi turut mentransformasi sumber daya manusia sebagai elemen strategis dalam industri. Model kerja *hybrid* dan *remote* kini menjadi norma baru di banyak sektor. Perusahaan dapat menghemat biaya operasional sambil tetap menjaga produktivitas melalui *platform* seperti *Slack*, *Zoom*, dan *Trello*. Hal ini juga membuka peluang bagi perusahaan untuk mengakses talenta global, memperluas kolaborasi tanpa batasan geografis.

Selain itu, munculnya *edtech platform* seperti Coursera, Skillshare, dan LinkedIn *Learning* memungkinkan karyawan meningkatkan keterampilan secara mandiri dan

fleksibel. Maka, budaya kerja yang adaptif, kolaboratif, dan berbasis pembelajaran seumur hidup menjadi kunci keberhasilan transformasi digital. Dalam konteks ini, digitalisasi justru menjadi alat pemberdayaan, bukan pengganti manusia.

5. Inovasi Produk dan Layanan: Kecepatan dan Ketepatan dalam Menjawab Pasar

Teknologi digital telah mempercepat proses inovasi dengan menghadirkan data real-time dari pasar, pelanggan, dan lingkungan. Sektor industri tidak lagi memerlukan waktu panjang untuk menguji dan meluncurkan produk baru. Contohnya, di bidang kesehatan, *telemedicine* telah berkembang pesat berkat integrasi data rekam medis digital dan *platform video call*. Di pendidikan, sistem elearning kini mampu menjangkau ribuan siswa dari berbagai wilayah dengan biaya minimal.

Inovasi digital bersifat iteratif dan agile: perusahaan dapat melakukan uji coba terbatas, menganalisis hasilnya, dan melakukan perbaikan dalam waktu singkat. Proses ini mendorong budaya organisasi yang berani bereksperimen, mengambil risiko, dan terus belajar dari pasar.

6. Kolaborasi Lintas Sektor: Ekosistem Terbuka sebagai Penggerak Pertumbuhan

Digitalisasi memungkinkan terbentuknya ekosistem kolaboratif lintas sektor. Perusahaan kini tidak lagi bekerja secara eksklusif, melainkan membangun kemitraan strategis dengan startup, pemerintah, universitas, bahkan kompetitor, untuk menciptakan solusi bersama. Kolaborasi ini difasilitasi oleh teknologi terbuka seperti API, *platform digital*, dan *data sharing framework*.

Misalnya, dalam pengembangan *smart city*, perusahaan teknologi bekerja sama dengan pemerintah dan lembaga riset untuk membangun sistem transportasi berbasis data. Di sektor agrikultur, kolaborasi antara *startup agrotech* dan petani lokal membantu meningkatkan produktivitas melalui pemantauan cuaca berbasis satelit dan e-commerce hasil panen. Kolaborasi semacam ini menandai era baru industri yang bukan hanya kompetitif, tetapi juga kooperatif dan berbasis nilai bersama (*shared value*).

PENUTUP

Transformasi digital bukan sekadar perubahan teknologis, melainkan sebuah revolusi menyeluruh yang menyentuh hampir setiap aspek kehidupan industri dari sistem produksi hingga relasi dengan konsumen, dari pola kerja hingga arsitektur bisnis. Industri di era ini tidak lagi dapat mengandalkan pendekatan konvensional yang selama puluhan tahun

menjadi pakem dalam menjalankan operasi. Kemajuan teknologi informasi, kecerdasan buatan, *big data*, hingga *platform digital* telah mengubah lanskap bisnis secara radikal dan permanen. Dalam konteks ini, peluang yang dihadirkan oleh era digital sangatlah besar dan mendalam. Namun, besar pula tuntutan untuk berubah dan menyesuaikan diri agar tidak tertinggal. Perusahaan yang gagal beradaptasi bukan hanya akan kehilangan relevansi, melainkan juga potensi keberlanjutan eksistensinya.

Langkah awal dalam memanfaatkan potensi besar digitalisasi harus dimulai dari kesadaran kolektif dalam tubuh organisasi. Kesadaran ini tidak cukup hanya berada di level pimpinan, melainkan harus menembus hingga ke lini operasional paling bawah. Era digital menuntut keterlibatan semua elemen organisasi untuk bersinergi dalam membangun budaya kerja yang responsif terhadap perubahan, gesit dalam mengambil keputusan berbasis data, serta kolaboratif lintas fungsi. Di sinilah pentingnya kepemimpinan visioner yang tidak hanya paham teknologi, tetapi juga mampu memotivasi dan mengarahkan perubahan kultur organisasi. Investasi dalam infrastruktur digital seperti sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*), keamanan siber, hingga *Cloud Computing* juga perlu menjadi prioritas, agar transformasi tidak hanya berhenti pada permukaan, tetapi benar-benar meresap ke dalam struktur industri secara utuh.

Namun, adaptasi digital tidak boleh hanya dipahami sebagai strategi pertumbuhan ekonomi semata. Industri juga perlu memperhatikan bahwa setiap inovasi teknologi membawa dampak sosial, etika, dan lingkungan yang tidak dapat diabaikan. Misalnya, digitalisasi dapat mengancam lapangan kerja tertentu jika tidak disertai dengan strategi reskilling yang komprehensif. Di sisi lain, penggunaan data pribadi pelanggan tanpa pengawasan yang jelas dapat menimbulkan pelanggaran etika dan menurunkan kepercayaan publik. Oleh karena itu, setiap langkah digitalisasi harus dilandasi oleh prinsip kehati-hatian, transparansi, dan tanggung jawab sosial. Perusahaan yang mampu menyeimbangkan efisiensi dengan etika akan lebih dihargai oleh masyarakat dan memperoleh legitimasi sosial yang berkelanjutan.

Selain aspek teknis dan etis, keberhasilan industri di era digital juga sangat bergantung pada kemampuannya membangun jaringan kolaboratif. Tidak ada satu pun entitas yang mampu menghadapi kompleksitas zaman ini secara sendirian. Kolaborasi antara korporasi dengan startup, lembaga riset, perguruan tinggi, komunitas, dan pemerintah menjadi kunci dalam menciptakan inovasi yang inklusif dan berdampak luas. Ekosistem industri yang sehat di era digital adalah ekosistem yang terbuka, cair, dan saling melengkapi. Dalam kerangka inilah, strategi *co creation* dan *open innovation* harus diadopsi sebagai nilai inti perusahaan,

bukan sekadar proyek tambahan. Ketika kolaborasi lintas sektor dijadikan fondasi, maka daya saing nasional juga akan terangkat dan mempercepat transformasi menuju ekonomi digital yang tangguh.

Sebagai penutup, dinamika industri di era digital sesungguhnya merupakan panggilan bagi seluruh pelaku usaha untuk berani melangkah maju, melampaui sekadar adaptasi. Ini adalah momentum strategis yang menentukan arah pertumbuhan industri nasional di masa depan. Indonesia memiliki peluang besar untuk menjadi pemimpin di kawasan, bahkan dunia, jika mampu mengelola peluang ini dengan strategi yang matang, kepemimpinan yang berorientasi masa depan, serta keberanian untuk meninggalkan cara-cara lama yang tidak lagi relevan.

Digitalisasi bukan hanya tentang mengganti alat kerja, melainkan juga tentang membangun cara berpikir baru: cepat, tangkas, kolaboratif, dan berorientasi keberlanjutan. Bila semua elemen industri dari pemerintah, pelaku usaha, akademisi, hingga masyarakat bergerak serempak, maka era digital akan menjadi batu loncatan, bukan batu sandungan, bagi kemajuan bangsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrul, A., Putra, A., & Rajab, M. (2025). Transformasi Bisnis di Era Digital: Peluang, Tantangan, dan Strategi Inovasi. *Jurnal MINFO Polgan*, 13(2), 110. <https://doi.org/10.33395/jmp.v13i2.14431>
- Rahmasari, S. (2023). Digitalisasi Ekonomi dan Transformasi Industri Nasional. *Jurnal Karimah `Tauhid*, 7(2), 622–637. <https://ojs.unida.ac.id/karimahtauhid/article/view/9281>
- Universitas Jakarta. (n.d.). Transformasi Digital dan Inovasi Sektor Publik. *Jurnal FIA UNIJA*. Retrieved from <https://jurnal.universitaskabupatenjakarta.ac.id/index.php/jurnal-fia-uniija/article/download/70/56/276>
- BINUS University. (n.d.). Strategi Digital Transformation dalam Era 4.0: Tantangan dan Peluang. Retrieved July 2025, from https://binus.ac.id/malang/ebc/strategi-digital-transformation-dalam-era-4-0-tantangan-dan-peluang/Usaha_Ritel_Food_and_Beverage. In *Jurnal Administrasi Profesional* (Vol. 03, Issue 2).

Masuk Museum Sonobudoyo Berbasis *Smart Acces*

Aulia Putri Malinda

Universitas Ahmad Dahlan

2400019116@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Museum modern saat ini semakin giat mengadopsi transformasi digital untuk meningkatkan kualitas layanan dan operasional. Integrasi teknologi seperti *Radio Frequency Identification* (RFID), *Quick Response* (QR) *Code*, dan *Internet of Things* (IoT) telah menjadi kunci utama dalam menciptakan pengalaman pengunjung yang lebih efisien dan interaktif (Ivanov & Velkova, 2025). Implementasi smart access atau akses pintar dengan RFID dan QR-Code dapat menggantikan sistem tiket tradisional yang kerap menyebabkan antrian panjang dan kurang efektif. Selain meningkatkan efisiensi, teknologi ini juga memudahkan museum dalam menghimpun data pengunjung secara *real-time*, yang bermanfaat untuk keperluan analisis dan perencanaan strategis (Ivanov & Velkova, 2025). Oleh karena itu, penerapan teknologi ini di Museum Sonobudoyo diharapkan dapat menghadirkan pengalaman kunjungan yang lebih modern dan responsif terhadap kebutuhan pengunjung.



Gambar 1. Sistem Perangkat Akses Pintar RFID

Sistem RFID terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi akses masuk pengunjung sekaligus memungkinkan pemberian layanan personalisasi, seperti panduan audio otomatis atau tampilan konten multimedia yang relevan dengan posisi pengunjung di dalam museum (Sahba & Nazaridou, 2014). Sementara itu, QR-Code menawarkan keunggulan dalam

meningkatkan keterlibatan pengunjung (*visitor engagement*) dengan menyediakan akses instan ke informasi tambahan secara interaktif dengan biaya relatif rendah (Pérez-Sanagustín *et al.*, 2016). Penggabungan RFID dan QR-Code secara sinergis mampu menghasilkan pengelolaan 1 operasional yang lebih efektif sekaligus meningkatkan akurasi pencatatan data pengunjung dan koleksi museum. Dengan demikian, implementasi integrasi kedua teknologi ini di Museum Sonobudoyo diharapkan menciptakan pengalaman yang lebih menarik, mendalam, serta meningkatkan efisiensi operasional.

Tingginya penggunaan *smartphone* membuka peluang besar bagi museum untuk memanfaatkan aplikasi mobile yang terintegrasi dengan teknologi IoT dan *Bluetooth Low Energy* (BLE) untuk memberikan panduan digital yang interaktif (Spachos & Plataniotis, 2020). Aplikasi semacam ini mampu mendeteksi posisi pengunjung di dalam museum dan menyajikan informasi secara personal sesuai dengan preferensi maupun lokasi pengunjung. Selain itu, penggunaan sensor berbasis IoT juga dapat membantu memonitor lingkungan museum, seperti suhu dan kelembaban untuk perlindungan koleksi yang lebih optimal (Patil *et al.*, 2022). Dengan kombinasi panduan digital dan fisik secara simultan, Museum Sonobudoyo mampu menghadirkan pengalaman hybrid yang inovatif. Langkah ini dinilai sangat relevan dalam menarik minat generasi milenial dan memperkuat nilai edukatif serta kenyamanan berkunjung.

Sistem *smart access* memungkinkan pengumpulan data pengunjung secara komprehensif, termasuk jumlah pengunjung, pola pergerakan, waktu kunjungan, hingga preferensi terhadap konten tertentu (Ivanov & Velkova, 2025). Data ini menjadi landasan penting dalam merancang strategi promosi, penyusunan konten pameran yang lebih relevan, serta evaluasi program edukasi. Selain itu, data yang dikumpulkan juga sangat bermanfaat bagi pelaporan kegiatan museum kepada stakeholder dan untuk penyusunan rencana anggaran berbasis data. Kemampuan analitik ini mendorong pengelolaan museum yang lebih efektif dan efisien. Dalam konteks Museum Sonobudoyo, penerapan *smart access* diharapkan mampu mendukung pengelolaan data yang lebih sistematis dan terukur.

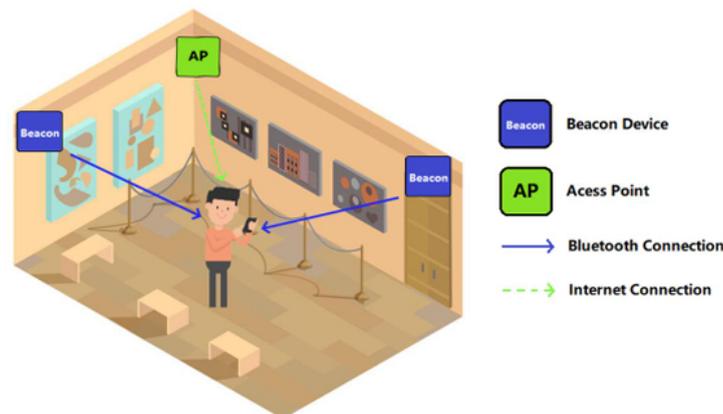
Meski memiliki banyak manfaat, implementasi teknologi *smart access* di museum juga menghadapi sejumlah tantangan, seperti isu privasi pengunjung, anggaran penyediaan perangkat teknologi, dan kesiapan infrastruktur digital (Gialer, 2023). Untuk mengatasi tantangan ini, museum perlu menyusun kebijakan privasi yang jelas, etis, dan transparan dalam penggunaan data pengunjung. Pelatihan staf museum dan sosialisasi secara intensif kepada pengunjung juga diperlukan agar teknologi baru ini bisa diterima secara optimal (Ivanov & Velkova, 2025). Dukungan pemerintah serta kolaborasi dengan mitra budaya dan

akademisi merupakan elemen penting untuk mewujudkan implementasi yang berkelanjutan. Dengan 2 manajemen risiko yang tepat, Museum Sonobudoyo berpeluang besar sukses menerapkan smart access sebagai wujud inovasi digital di sektor kebudayaan.

ISI

Deskripsi Konsep *Smart Access*

Sistem smart access yang dapat diterapkan di Museum Sonobudoyo terdiri dari tiga komponen utama yang saling terintegrasi, yaitu *digital ticketing*, *gate* otomatis, dan BLE *beacon*. *Digital ticketing* memungkinkan pengunjung memesan tiket secara daring melalui aplikasi web atau *mobile*, lalu menerima *e-ticket* dalam bentuk QR-Code (Jaiswal *et al.*, 2024). Pendekatan ini tidak hanya menghilangkan kebutuhan antri di loket, tetapi juga mempercepat proses masuk dan mengurangi beban kerja staf. Sistem ini juga mendukung pengumpulan data *real-time* mengenai jumlah dan waktu kunjungan, sehingga sangat bermanfaat untuk analisis pengelolaan operasional museum secara lebih presisi (Rathore *et al.*, 2022). Sementara itu, *gate* otomatis dilengkapi dengan pemindai QR dan turnstile yang hanya akan terbuka jika kode yang dipindai valid dan sesuai jadwal. Selain mencatat waktu masuk, *gate* ini juga dapat memantau kapasitas pengunjung di setiap zona museum secara otomatis, membantu dalam pengendalian keramaian dan keamanan.



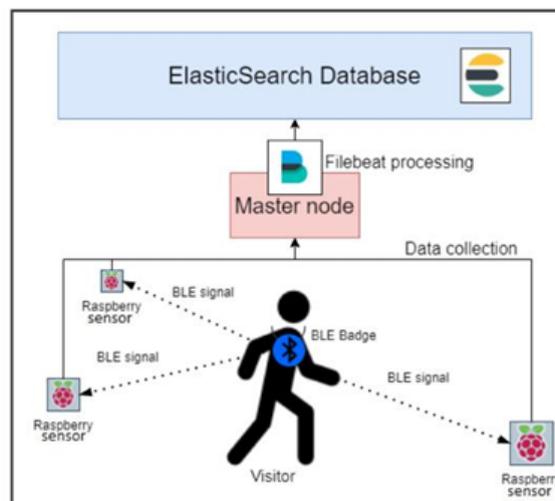
Gambar 2. Sistem *Beacon Device*

Komponen ketiga yaitu BLE beacon (*Bluetooth Low Energy*) menjadi bagian penting dalam mendukung interaksi berbasis lokasi. Beacon ini dipasang di titik-titik strategis seperti pintu masuk, area pameran utama, dan dekat koleksi penting. Teknologi ini bekerja dengan 3 mendeteksi kehadiran pengunjung melalui sinyal RSSI dari perangkat mereka, lalu memicu penyajian konten yang relevan seperti informasi koleksi, panduan suara, atau

navigasi berbasis aplikasi (Spachos & Plataniotis, 2020). BLE *beacon* juga memungkinkan museum melakukan pelacakan pola kunjungan secara anonim, sekaligus menyesuaikan konten berdasarkan lokasi dan durasi pengunjung berada di suatu area. Integrasi ketiga komponen ini menciptakan sistem akses yang efisien, aman, dan interaktif, serta mendukung Museum Sonobudoyo menjadi institusi budaya yang adaptif terhadap perkembangan teknologi digital dan ekspektasi pengunjung masa kini.

Analisis Cara Kerja BLE Beacon

Bluetooth Low Energy (BLE) beacon merupakan komponen penting dalam sistem smart access karena memungkinkan museum mendeteksi lokasi pengunjung secara presisi dan menyajikan pengalaman berbasis konteks. Dalam penerapannya di Museum Sonobudoyo, beacon dapat dipasang di berbagai titik strategis seperti pintu masuk, lorong utama, dan dekat koleksi penting. Beacon ini memancarkan sinyal secara terus-menerus yang ditangkap oleh aplikasi *mobile di smartphone* pengunjung. Aplikasi kemudian mengukur jarak pengunjung ke *beacon* berdasarkan kekuatan sinyal yang diterima atau *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Studi oleh Verde *et al.* (2023) di Foz Côa Museum menunjukkan bahwa metode ini mampu mencapai akurasi pelacakan lokasi hingga 96%, yang menjadikannya sangat efektif untuk penggunaan di ruang tertutup seperti museum.



Gambar 3. Tracker BLE Beacon

Integrasi BLE *beacon* dengan aplikasi museum memungkinkan penyajian konten yang kontekstual dan otomatis, seperti paduan suara (*audio guide*), *augmented reality* (AR), atau

deskripsi artefak yang ditampilkan tepat ketika pengunjung berada di lokasi yang sesuai. Pendekatan ini telah berhasil diterapkan dalam smart museum berbasis Android seperti yang diteliti oleh Spachos & Plataniotis (2020), di mana sistem dapat memicu notifikasi artefak secara otomatis dan tetap berfungsi bahkan saat koneksi internet terbatas. Selain itu, sistem BLE beacon juga memungkinkan museum mengumpulkan data tentang pola kunjungan, menganalisis aliran pergerakan pengunjung, dan mendeteksi kemacetan atau kepadatan di titik-titik tertentu. Penelitian oleh Centorrino *et al.* (2020) di Galleria Borghese menunjukkan bahwa beacon yang dikombinasikan dengan perangkat seperti Raspberry Pi dapat memetakan jalur favorit pengunjung dan menghasilkan visualisasi heatmap yang berguna untuk manajemen pengunjung dan pengembangan pameran berbasis data. Dengan demikian, penggunaan BLE beacon mendukung operasional museum yang lebih cerdas, adaptif, dan berpusat pada pengalaman pengunjung.

Keunggulan dan Tantangan Implementasi *Smart Access*

Implementasi sistem smart access yang dapat diterapkan di Museum Sonobudoyo membawa sejumlah keunggulan strategis yang signifikan. Penghapusan sistem tiket manual dan antrean fisik dapat mengurangi waktu tunggu pengunjung serta menurunkan biaya pencetakan tiket fisik dalam jangka panjang. Penggunaan QR *code* digital dari aplikasi membuat akses lebih cepat, efisien, dan ramah lingkungan. Teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) beacon yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile* memungkinkan penyajian konten interaktif seperti panduan audio otomatis dan konten *augmented reality* (Spachos & Plataniotis, 2020).

Selain itu, sistem ini menghasilkan data analitik kunjungan yang berguna untuk evaluasi pameran dan strategi promosi berbasis perilaku pengunjung (Centorrino *et al.*, 2020). Namun demikian, terdapat sejumlah tantangan yang perlu diperhatikan dalam penerapannya. Salah satu kendala teknis adalah akurasi posisi BLE *beacon* yang dapat terganggu oleh interferensi sinyal, pantulan dinding logam, atau orientasi tubuh pengunjung (Verde *et al.*, 2023). Diperlukan investasi awal yang cukup besar untuk membeli perangkat keras dan mengembangkan aplikasi sistem. Pelatihan staf juga penting agar sistem dapat dioperasikan dan dipelihara secara optimal. Selain itu, isu privasi data lokasi perlu diantisipasi dengan menerapkan enkripsi beacon seperti Eddystone-EID guna mencegah penyalahgunaan data (Wired, 2016).

KESIMPULAN

Sistem *smart access* yang dapat diterapkan di Museum Sonobudoyo merupakan langkah strategis dalam mendigitalisasi layanan museum agar lebih efisien, interaktif, dan berbasis data. Integrasi teknologi seperti QR-Code, RFID, dan BLE *beacon* memungkinkan pengelolaan kunjungan yang lebih modern, aman, dan responsif terhadap kebutuhan pengunjung masa kini. Sistem ini tidak hanya mempercepat proses akses, tetapi juga memperkaya pengalaman pengunjung melalui konten berbasis lokasi serta menyediakan data analitik yang mendukung pengambilan keputusan. Meski menawarkan berbagai keunggulan, implementasi teknologi ini tetap menghadapi tantangan seperti akurasi sistem BLE, kebutuhan investasi awal, serta isu privasi data. Dengan perencanaan matang, dukungan SDM, dan kebijakan yang inklusif, Museum Sonobudoyo berpeluang menjadi pionir dalam transformasi digital museum berbasis *smart access* di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Centorrino, P., Corbetta, A., Cristiani, E., & Onofri, E. (2020). Managing Crowded Museums: Visitors Flow Measurement, Analysis and Optimisation via Sensors and Machine Learning. arXiv preprint arXiv:2006.16830. <https://arxiv.org/abs/2006.16830>
- Gialer, S. (2023). Digitalization and Data Privacy in Cultural Heritage Institutions: A Policy Perspective. *Journal of Museum Innovation*, 12(1), 44–58.
- Ivanov, V., & Velkova, K. (2025). Smart Access Systems in Cultural Heritage Sites: Efficiency, Privacy, and Visitor Experience. *International Journal of Smart Technologies and Heritage Management*, 8(2), 100–116.
- Jaiswal, D., Sonawane, J., Badgujar, R., Shivade, C., & Badgujar, R. (2024). Revolutionizing Museum Experiences: Implementing Ticketless Entry Systems Using QR Code. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 6(5), 213–218.
- Patil, D. S., Shewale, D., & Rane, S. (2022). IoT Based Environmental Monitoring System for Museum Artifacts. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 10(4), 888–894. <https://doi.org/10.1109/IoTMuseum2022.004>
- Pérez-Sanagustín, M., Parra, D., Nussbaum, M., & Leony, D. (2016). QR Codes as Mediators to Foster Student Interaction in Technology-Enhanced Museums. *Educational Technology & Society*, 19(4), 303–314.

- Rathore, A., Gupta, A., Goyal, A., & Nagar, A. (2022). E-Ticketing System for Indian Museums & Heritage Sites. IRJMETS, 4(11), 512–515.
- Sahba, N., & Nazaridoust, A. (2014). A Smart Museum System Using RFID Technology. Journal of Soft Computing and Applications, 3(1), 9–15.
- Spachos, P., & Plataniotis, K. N. (2020). BLE Beacons for Indoor Positioning at an Interactive IoT-Based Smart Museum. arXiv preprint arXiv:2001.07686.
<https://arxiv.org/abs/2001.07686>
- Verde, D., Romero, L., Faria, P. M., & Paiva, S. (2023). Indoor Content Delivery Solution for a Museum Based on BLE Beacons. Sensors, 23(23), 7403.7
- Wired. (2016). Google May Have Found a Way to Make the Real-World Web Work. Wired.
<https://www.wired.com/2016/06/google-edystone-beacons/>

Penerapan Teknologi Antrian *Online* Evaluasi Dampak terhadap Waktu Tunggu Pasien

Deva Fecia Emalia

Universitas Ahmad Dahlan

2400019117@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Di era digital, transformasi teknologi telah menyentuh hampir seluruh aspek kehidupan masyarakat, termasuk sektor pelayanan kesehatan. Klinik sebagai salah satu ujung tombak pelayanan kesehatan primer menghadapi tantangan besar dalam memberikan layanan yang efisien dan memuaskan. Salah satu masalah klasik yang terus dihadapi adalah antrian panjang yang menyebabkan waktu tunggu pasien menjadi lama. Kondisi ini tidak hanya menimbulkan ketidaknyamanan, tetapi juga berpotensi memperburuk kondisi pasien yang membutuhkan penanganan segera (Rahmawati, Putri, & Nugroho, 2021).

Teknologi antrian digital atau *digital queue system* hadir sebagai solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sistem ini memungkinkan pasien mengambil nomor antrian secara *online* dan memantau estimasi waktu pelayanan secara *real-time*. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi waktu tunggu, serta memperbaiki kualitas pengalaman pasien saat berkunjung ke klinik (Rahmawati *et al.*, 2021). Selain itu, sistem antrian digital juga mendukung penerapan protokol kesehatan dengan mengurangi kepadatan di ruang tunggu, terutama sejak pandemi COVID-19 (Susanto & Kurniawan, 2022).

Namun, adopsi teknologi antrian digital di klinik tidak lepas dari tantangan, baik dari sisi infrastruktur, kesiapan sumber daya manusia, maupun literasi digital masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi secara komprehensif dampak penerapan sistem antrian digital terhadap waktu tunggu pasien, kualitas pelayanan, serta tantangan yang dihadapi dalam implementasinya (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

PEMBAHASAN

Permasalahan Antrian di Klinik

Antrian panjang di fasilitas kesehatan telah menjadi masalah klasik yang berdampak pada kualitas pelayanan dan kepuasan pasien. Proses administrasi manual yang masih banyak digunakan menjadi salah satu penyebab utama lamanya waktu tunggu pasien. Menurut penelitian Rahmawati *et al.* (2021), rata-rata waktu tunggu pasien di klinik pratama

di Jakarta sebelum penerapan sistem digital mencapai 60-90 menit. Hal ini diperparah oleh keterbatasan sumber daya manusia dan kurangnya sistem informasi yang terintegrasi.

Selain itu, antrian panjang juga menyebabkan kerumunan di ruang tunggu yang berpotensi meningkatkan risiko penularan penyakit. Dalam situasi pandemi, permasalahan ini menjadi semakin krusial untuk segera diatasi. Pasien yang harus menunggu lama di ruang tunggu tidak hanya merasa tidak nyaman, tetapi juga khawatir akan risiko tertular penyakit menular, seperti COVID-19 (Susanto & Kurniawan, 2022).

Konsep dan Manfaat Sistem Antrian Digital

Sistem antrian digital merupakan inovasi berbasis teknologi informasi yang memungkinkan pasien melakukan pendaftaran secara daring, baik melalui aplikasi *mobile* maupun *website*. Pasien dapat mengambil nomor antrian, memantau posisi antrian, serta mendapatkan estimasi waktu pelayanan tanpa harus hadir langsung sejak awal (Rahmawati *et al.*, 2021). Sistem ini dirancang untuk memberikan kemudahan akses, transparansi, dan efisiensi dalam proses pelayanan di klinik.

Manfaat utama dari sistem antrian digital antara lain:

Efisiensi waktu tunggu: Dengan sistem ini, pasien tidak perlu menunggu lama di ruang tunggu, sehingga mengurangi kepadatan dan potensi penularan penyakit. Peningkatan kepuasan pasien: Estimasi waktu pelayanan yang jelas membuat pasien merasa lebih dihargai dan pelayanan terasa lebih profesional. Dukungan terhadap protokol kesehatan: Sistem ini sangat relevan selama pandemi COVID-19, di mana pembatasan kerumunan menjadi prioritas (Susanto & Kurniawan, 2022). Optimalisasi sumber daya klinik: Data historis antrian yang terekam dalam sistem dapat digunakan untuk analisis beban kerja, perencanaan jadwal dokter, serta pengelolaan sumber daya manusia secara optimal (Rahmawati *et al.*, 2021).

Efektivitas Sistem Antrian Digital dalam Mengurangi Waktu Tunggu

Penerapan sistem antrian digital terbukti memberikan dampak langsung terhadap pengurangan waktu tunggu pasien. Penelitian oleh Rahmawati *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penggunaan sistem antrian digital di beberapa klinik di Jakarta mampu mengurangi rata-rata waktu tunggu pasien hingga 30%. Rata-rata waktu tunggu turun dari 75 menit menjadi 50 menit setelah sistem ini diimplementasikan.

Efisiensi ini tidak hanya dirasakan oleh pasien, tetapi juga oleh pihak klinik. Proses administrasi menjadi lebih cepat karena data pasien sudah terekam secara digital sebelum pasien datang ke klinik. Selain itu, sistem antrian digital memungkinkan klinik untuk melakukan prediksi dan manajemen kapasitas pelayanan secara lebih baik. Klinik dapat mengatur jadwal dokter dan tenaga medis sesuai dengan jumlah pasien yang terdaftar pada hari tersebut (Rahmawati *et al.*, 2021).

Dampak terhadap Pengurangan Kerumunan dan Penerapan Protokol Kesehatan

Pandemi COVID-19 menjadi momentum penting bagi percepatan digitalisasi layanan kesehatan, termasuk sistem antrian. Susanto dan Kurniawan (2022) menegaskan bahwa sistem antrian online membantu menekan kerumunan di ruang tunggu. Pasien hanya datang saat mendekati waktu pelayanan, sehingga risiko penularan penyakit dapat diminimalkan. Studi tersebut juga menemukan bahwa 85% pasien merasa lebih aman dan nyaman dengan sistem antrian digital selama pandemi.

Sistem antrian digital juga mendukung upaya pembatasan sosial dan penerapan protokol kesehatan yang ketat. Klinik dapat mengatur jumlah pasien yang hadir dalam satu waktu, sehingga tidak terjadi penumpukan di ruang tunggu. Hal ini sangat penting untuk melindungi pasien, tenaga medis, dan staf klinik dari risiko penularan penyakit menular (Susanto & Kurniawan, 2022).

Peningkatan Kepuasan Pasien

Kepuasan pasien merupakan indikator penting dalam evaluasi kualitas pelayanan kesehatan. Prasetyo dan Handayani (2024) melakukan survei terhadap 200 pasien di klinik swasta yang telah menerapkan sistem antrian digital. Hasilnya, skor kepuasan pasien meningkat dari 3,2 menjadi 4,5 (skala 1-5) setelah sistem ini diimplementasikan.

Faktor-faktor yang mendukung peningkatan kepuasan antara lain kemudahan akses, kejelasan informasi, dan waktu tunggu yang lebih singkat. Pasien merasa lebih dihargai karena tidak perlu menunggu lama dan mendapatkan informasi yang jelas mengenai estimasi waktu pelayanan. Selain itu, sistem antrian digital juga memberikan rasa aman karena mengurangi interaksi fisik dan kerumunan di ruang tunggu (Prasetyo & Handayani, 2024).

Tantangan dan Kendala

Implementasi Meskipun manfaatnya nyata, implementasi sistem antrian digital tidak selalu berjalan mulus. Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan RI (2023), beberapa tantangan yang dihadapi antara lain:

1. Keterbatasan infrastruktur: Tidak semua klinik memiliki akses internet stabil atau perangkat keras yang memadai.
2. Literasi digital: Sebagian pasien, terutama lansia atau masyarakat pedesaan, masih kesulitan menggunakan aplikasi digital.
3. Pelatihan SDM: Tenaga medis dan administrasi perlu pelatihan khusus agar dapat mengoperasikan sistem dengan baik.
4. Keamanan data: Perlindungan data pasien menjadi isu penting yang harus diperhatikan dalam pengembangan sistem digital.

Tantangan-tantangan tersebut perlu diatasi dengan strategi yang tepat agar manfaat sistem antrian digital dapat dirasakan secara optimal oleh seluruh lapisan masyarakat.

Studi Kasus: Implementasi Sistem Antrian Digital di Klinik Pratama Jakarta

Rahmawati *et al.* (2021) melakukan studi kasus di beberapa klinik pratama di Jakarta yang mengadopsi sistem antrian digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata waktu tunggu pasien turun dari 80 menit menjadi 55 menit. Jumlah pasien yang menunggu di ruang tunggu berkurang hingga 40%. Sebanyak 90% pasien menyatakan puas dengan sistem baru, terutama karena kemudahan akses dan kejelasan informasi.

Keberhasilan implementasi sangat dipengaruhi oleh dukungan manajemen klinik dan kesiapan staf dalam mengadopsi teknologi baru. Klinik yang memberikan pelatihan kepada staf dan edukasi kepada pasien cenderung lebih berhasil dalam mengimplementasikan sistem antrian digital (Rahmawati *et al.*, 2021).

Dampak Sosial dan Ekonomi

Penerapan sistem antrian digital tidak hanya berdampak pada efisiensi operasional klinik, tetapi juga memberikan dampak sosial dan ekonomi yang lebih luas. Dengan waktu tunggu yang lebih singkat, pasien dapat menghemat waktu dan biaya transportasi. Selain itu, pengurangan kerumunan di ruang tunggu membantu menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan aman, terutama bagi kelompok rentan seperti lansia dan anak-anak (Susanto & Kurniawan, 2022).

Dari sisi ekonomi, klinik dapat meningkatkan jumlah pasien yang dilayani per hari tanpa menambah sumber daya manusia secara signifikan. Efisiensi ini pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan pendapatan dan daya saing klinik di era digital (Prasetyo & Handayani, 2024).

Implikasi Kebijakan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil kajian, beberapa rekomendasi kebijakan yang dapat diajukan antara lain:

1. Pemerintah perlu mempercepat digitalisasi layanan kesehatan dengan memberikan insentif bagi klinik yang mengadopsi sistem antrian digital (Kementerian Kesehatan RI, 2023).
2. Penyusunan standar operasional prosedur (SOP) nasional terkait implementasi dan keamanan sistem antrian digital.
3. Peningkatan literasi digital masyarakat melalui kampanye edukasi dan pelatihan penggunaan aplikasi kesehatan.
4. Penguatan regulasi perlindungan data pasien untuk memastikan keamanan dan kerahasiaan informasi kesehatan.

KESIMPULAN

Penerapan sistem antrian digital di klinik telah terbukti membawa perubahan signifikan dalam meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan. Sistem ini mampu mengurangi waktu tunggu pasien secara nyata, menekan kerumunan di ruang tunggu, serta meningkatkan kepuasan pasien melalui transparansi dan kemudahan akses layanan. Selain itu, pemanfaatan teknologi ini juga mendukung upaya pencegahan penularan penyakit, terutama pada masa pandemi, dengan mengatur kedatangan pasien secara lebih terstruktur.

Manfaat lain yang dirasakan adalah optimalisasi sumber daya klinik, di mana data antrian dapat dimanfaatkan untuk perencanaan jadwal dan pengelolaan tenaga medis secara lebih efektif. Dari sisi sosial dan ekonomi, waktu tunggu yang lebih singkat memberikan keuntungan bagi pasien dan klinik, baik dalam hal penghematan waktu, biaya, maupun peningkatan daya saing fasilitas kesehatan.

Namun demikian, implementasi sistem antrian digital masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur, literasi digital masyarakat yang belum merata, kebutuhan pelatihan SDM, serta isu keamanan data pasien. Oleh sebab itu, diperlukan dukungan kebijakan pemerintah, investasi infrastruktur, dan edukasi berkelanjutan agar

manfaat sistem antrian digital dapat dirasakan secara menyeluruh oleh seluruh lapisan masyarakat.

Secara keseluruhan, transformasi digital melalui sistem antrian *online* merupakan langkah strategis dalam upaya modernisasi layanan kesehatan di Indonesia. Dengan kolaborasi lintas sektor dan komitmen berkelanjutan, sistem ini berpotensi besar untuk terus meningkatkan kualitas dan aksesibilitas pelayanan kesehatan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Laporan tahunan transformasi digital layanan kesehatan. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Prasetyo, H., & Handayani, D. (2024). Evaluasi kepuasan pasien terhadap penerapan antrian digital di klinik swasta. *Jurnal Manajemen Pelayanan Kesehatan*, 10(1), 15–23.
- Rahmawati, L., Putri, S. A., & Nugroho, B. (2021). Analisis efektivitas sistem antrian digital pada klinik pratama di Jakarta. *Jurnal Sistem Informasi Kesehatan*, 8(2), 122–130.
- Susanto, A., & Kurniawan, R. (2022). Peran antrian online dalam pengurangan kerumunan pasien selama pandemi COVID-19. *Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia*, 11(1), 45–52.

Peran Teknologi Digital dalam Meningkatkan Efisiensi Transaksi *e-commerce* Shopee

Pramedya Putra Andian Tafa

Universitas Ahmad Dahlan

2400019118@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Dalam dua dekade terakhir, dunia mengalami transformasi besar-besaran akibat revolusi digital yang terus berkembang dengan cepat. Kemajuan teknologi informasi telah mengubah cara manusia berkomunikasi, bekerja, hingga melakukan transaksi ekonomi. Salah satu sektor yang paling terdampak dan berkembang pesat berkat digitalisasi adalah *e-commerce* atau perdagangan elektronik. Konsep perdagangan yang dahulu mengandalkan interaksi langsung antara penjual dan pembeli kini telah bergeser ke *platform* digital yang mengandalkan internet sebagai media utama.

E-commerce memberikan peluang besar bagi masyarakat untuk melakukan aktivitas jual beli tanpa batasan waktu dan lokasi. Berbagai *platform e-commerce* bermunculan dan menawarkan kemudahan berbelanja hanya dengan beberapa klik. Di Indonesia, Shopee menjadi salah satu *platform e-commerce* terpopuler yang berhasil mengintegrasikan berbagai teknologi digital untuk memberikan layanan yang cepat, aman, dan efisien.

Shopee hadir bukan hanya sebagai tempat jual beli *online*, tetapi sebagai ekosistem digital yang mencakup pembayaran, logistik, promosi, dan layanan pelanggan dalam satu aplikasi. Penerapan teknologi digital dalam setiap elemen ini menjadi salah satu kekuatan utama Shopee dalam bersaing di pasar *e-commerce* yang sangat kompetitif. Dengan jumlah pengguna aktif yang terus meningkat setiap tahunnya, efisiensi transaksi menjadi aspek vital yang harus dijaga dan ditingkatkan.

Efisiensi dalam konteks transaksi *e-commerce* tidak hanya mencakup kecepatan, tetapi juga ketepatan, keamanan, kemudahan, dan keterjangkauan biaya. Oleh karena itu, perusahaan *e-commerce* dituntut untuk terus berinovasi dengan memanfaatkan teknologi terbaru demi menciptakan pengalaman pengguna yang unggul. Shopee menjawab tantangan ini dengan mengoptimalkan teknologi digital sebagai fondasi dalam sistem operasional dan pelayanannya.

Artikel ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana peran teknologi digital diterapkan oleh Shopee dalam meningkatkan efisiensi transaksi. Pembahasan akan meliputi aspek-aspek teknologi yang digunakan dalam proses pembayaran, pengelolaan logistik, pelayanan pelanggan, serta strategi analitik data yang semuanya berperan penting dalam

menciptakan sistem yang cepat, andal, dan efektif. Dengan memahami integrasi teknologi digital dalam *e-commerce* seperti yang dilakukan Shopee, kita dapat melihat gambaran nyata bagaimana masa depan perdagangan akan terus berkembang seiring kemajuan teknologi.

PEMBAHASAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk cara manusia melakukan transaksi jual beli. *E-commerce* sebagai bentuk perdagangan elektronik menjadi bukti nyata bagaimana teknologi bisa mengubah sistem ekonomi tradisional menjadi lebih cepat, efisien, dan luas jangkauannya. Dalam konteks ini, Shopee sebagai salah satu platform ecommerce terbesar di Asia Tenggara memainkan peran penting dalam memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan efisiensi transaksi.

1. Sistem Pembayaran Digital yang Lengkap dan Aman

Salah satu aspek utama dalam transaksi *e-commerce* adalah sistem pembayaran. Shopee menyediakan berbagai pilihan metode pembayaran seperti transfer bank, kartu kredit, pembayaran melalui gerai ritel (Alfamart, Indomaret), hingga dompet digital seperti *ShopeePay* dan OVO. *ShopeePay*, sebagai produk internal Shopee, memungkinkan pengguna melakukan pembayaran hanya dengan beberapa klik saja. Penggunaan dompet digital ini bukan hanya mempercepat proses transaksi, tetapi juga memberikan keamanan tambahan. Verifikasi lewat PIN atau sidik jari, sistem enkripsi data pribadi, dan notifikasi *real-time* menjadi fitur keamanan yang sangat penting. Selain itu, proses *checkout* yang terotomatisasi meminimalkan risiko kesalahan *input data* dan mempercepat alur transaksi.

2. Aksesibilitas dan Kemudahan Belanja Kapan Saja

Teknologi memungkinkan belanja dilakukan tanpa batas waktu dan tempat. Cukup bermodal smartphone dan koneksi internet, siapa pun bisa membeli barang mulai dari kebutuhan pokok, elektronik, sampai barang hobi. Shopee, dengan antarmuka aplikasinya yang sederhana dan *user-friendly*, mendukung kemudahan ini. Fitur pencarian, filter harga, dan ulasan pelanggan membuat proses memilih barang jadi lebih cepat dan tepat sasaran.

Dengan kata lain, teknologi mengubah belanja dari aktivitas yang harus datang langsung ke toko menjadi pengalaman yang bisa dilakukan sambil rebahan. Ini jelas meningkatkan efisiensi waktu dan kenyamanan konsumen.

3. Teknologi Kecerdasan Buatan (AI) untuk Personalisasi

Shopee memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk menganalisis perilaku pengguna saat menjelajah aplikasi. Sistem AI ini mencatat produk apa saja yang sering

dilihat, kata kunci yang dicari, hingga kategori yang paling sering dikunjungi. Dari data ini, sistem memberikan rekomendasi produk yang relevan dan sesuai minat pengguna.

Dampaknya, Waktu pencarian produk jadi lebih singkat, dan peluang konsumen untuk menemukan barang yang cocok pun meningkat. Ini meningkatkan tingkat konversi (pembelian berhasil) dan tentunya menambah keuntungan bagi penjual.

4. Pengelolaan Logistik dan Pelacakan *Real-Time*

Logistik merupakan elemen krusial dalam transaksi *e-commerce*. Shopee menggunakan teknologi pelacakan otomatis yang memungkinkan konsumen dan penjual melihat status pesanan secara *real-time*. Mulai dari proses pengemasan, pengiriman, hingga barang sampai di tujuan, semua bisa dipantau dari aplikasi.

Fitur ini memberikan rasa aman dan transparansi tinggi kepada pengguna. Mereka tidak perlu khawatir barang hilang atau nyasar karena semua pergerakan bisa dipantau. Untuk Shopee, ini juga berarti pengurangan beban *customer service* karena pertanyaan soal pengiriman bisa dijawab langsung lewat sistem.

5. Dashboard Analitik untuk Penjual

Dari sisi penjual, Shopee memberikan akses ke *dashboard* analitik yang lengkap. Penjual bisa memantau performa toko mereka: produk mana yang paling laris, kapan waktu transaksi paling ramai, dari kota mana pembeli paling banyak, hingga perbandingan penjualan per-minggu.

Data ini sangat berguna untuk menentukan strategi penjualan, misalnya kapan waktu terbaik buat diskon, atau produk mana yang harus ditambah stoknya. Semua ini membantu penjual untuk membuat keputusan bisnis yang lebih akurat dan cepat.

6. Teknologi *Chatbot* dan Layanan Pelanggan Otomatis

Pelayanan pelanggan juga nggak luput dari sentuhan teknologi. Shopee menggunakan *chatbot* berbasis AI untuk menangani pertanyaan umum dari pengguna selama 24 jam nonstop. *Chatbot* bisa menjawab berbagai pertanyaan mulai dari cara retur barang, penukaran *voucher*, status pengiriman, dan lainnya.

Dengan begitu, pengguna bisa langsung mendapat jawaban tanpa harus menunggu lama. Ini mempercepat proses penyelesaian masalah dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

7. Shopee *Live* dan Interaksi Langsung

Salah satu fitur inovatif yang sukses menarik banyak pengguna adalah *Shopee Live*, di mana penjual bisa melakukan siaran langsung untuk mempromosikan produknya. Dalam

siaran itu, penjual bisa menjelaskan detail produk secara langsung, menjawab pertanyaan dari penonton, dan memberikan promo instan.

Interaksi seperti ini menciptakan pengalaman belanja yang lebih hidup dan meyakinkan. Konsumen bisa langsung melihat produk secara nyata dan membuat keputusan dengan cepat. Bukan cuma efisien, tapi juga engaging dan menarik.

8. Ulasan Otomatis dan Sistem Retur Digital

Setelah transaksi selesai, sistem akan meminta pengguna memberi ulasan dan rating terhadap produk yang dibeli. Sistem ini otomatis dan membantu pembeli lain dalam mengambil keputusan. Penjual pun bisa mengevaluasi kualitas layanan mereka berdasarkan ulasan yang masuk.

Proses *retur* dan *refund* juga sangat mudah karena sudah digital. Cukup isi formulir di aplikasi, unggah bukti, dan sistem akan memproses pengembalian dana tanpa harus menghubungi *customer service* manual.

9. Big Data dan Cloud Computing

Shopee memanfaatkan *big data* dari jutaan transaksi harian untuk mengembangkan sistem mereka. Data ini digunakan untuk memperbaiki fitur pencarian, pengaturan stok, rekomendasi produk, dan kampanye pemasaran. Semua keputusan berbasis data, bukan asumsi.

Teknologi *Cloud Computing* memastikan server Shopee tetap stabil meski diakses jutaan pengguna secara bersamaan, seperti saat *flash sale*. Sistem tetap berjalan lancar, transaksi tetap mulus, dan pengalaman pengguna tetap terjaga.

10. Tantangan: Keamanan, Akses, dan Ketimpangan Pelaku Usaha

Meski sudah canggih, tetap ada masalah yang harus dihadapi. Keamanan masih jadi isu utama, seperti kasus toko palsu, barang tidak sesuai, hingga pembajakan akun. Belum lagi, akses internet yang belum merata membuat masyarakat di daerah terpencil belum bisa menikmati *e-commerce* sepenuhnya.

Di sisi lain, pelaku UMKM sering kalah bersaing dengan perusahaan besar yang punya dana besar untuk iklan dan promosi. Ketimpangan ini bisa membuat pasar digital jadi tidak adil jika tidak ada intervensi dari pemerintah atau platform itu sendiri.

PENUTUP

Dari berbagai penjelasan di atas, jelas bahwa teknologi digital memiliki peran yang sangat besar dalam mendukung efisiensi transaksi di *platform* Shopee. Melalui otomatisasi,

integrasi, dan pemanfaatan data, Shopee berhasil menciptakan ekosistem transaksi yang tidak hanya cepat tetapi juga aman dan nyaman bagi semua pihak.

Efisiensi ini bukan hanya memberikan keuntungan bagi Shopee sebagai penyedia platform, tetapi juga bagi para pengguna yang merasakan langsung kemudahan dalam bertransaksi. Dari sisi penjual, efisiensi berarti lebih banyak peluang penjualan. Dari sisi pembeli, efisiensi berarti pengalaman berbelanja yang lebih menyenangkan dan bebas hambatan.

Dengan terus beradaptasi dan mengembangkan teknologi digital, Shopee menunjukkan komitmennya untuk menjadi pemimpin pasar *e-commerce* yang tidak hanya besar secara skala, tetapi juga unggul dalam hal efisiensi dan inovasi. Peran teknologi digital dalam mendukung efisiensi transaksi bukan lagi menjadi pelengkap, melainkan menjadi inti dari seluruh proses bisnis di era digital saat ini.

Lebih jauh lagi, perkembangan teknologi digital yang diadopsi oleh Shopee dapat menjadi contoh bagaimana perusahaan lain dapat mentransformasi cara mereka beroperasi. Transformasi digital bukan hanya tentang penggunaan teknologi semata, tetapi juga tentang mengubah pola pikir bisnis untuk fokus pada efisiensi, data, dan kenyamanan pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa investasi dalam teknologi bukanlah pengeluaran, melainkan sebuah strategi jangka panjang untuk mempertahankan eksistensi dan daya saing.

Di masa yang akan datang, kemungkinan besar teknologi seperti kecerdasan buatan yang lebih canggih, blockchain untuk keamanan transaksi, dan integrasi dengan teknologi wearable akan semakin memperkuat sistem transaksi *e-commerce*. Shopee yang telah terbiasa berinovasi tentu memiliki peluang besar untuk menjadi pionir dalam penerapan teknologi-teknologi tersebut. Dengan demikian, efisiensi transaksi tidak hanya akan terus meningkat, tetapi juga akan mendorong terwujudnya sistem perdagangan digital yang lebih inklusif, adaptif, dan berkelanjutan.

Pada akhirnya, keberhasilan Shopee dalam menciptakan efisiensi transaksi melalui teknologi digital menunjukkan bahwa adaptasi terhadap perubahan zaman adalah hal mutlak dalam dunia bisnis. Teknologi digital bukan lagi sekadar alat bantu, melainkan fondasi utama dari sistem perdagangan modern. Oleh karena itu, penting bagi semua pelaku industri *e-commerce* untuk terus belajar, berinovasi, dan berinvestasi pada teknologi guna menciptakan pengalaman transaksi yang optimal bagi seluruh penggunanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Suwarno, S., & Lim, R. R. (2021, March). Perancangan Sistem Kasir Layanan Mandiri Berbasis Web Pada Supermarket Bless Dengan Metode Sdlc. In CoMBInES-Conference on Management, Business, Innovation, Education and Social Sciences (Vol. 1, No. 1, pp. 860-873).
- Langgeng Santosa, N. (2023). PERANCANGAN APLIKASI PEMESANAN SELF SERVICE COFFEE SHOP OM HUT PARKOPI BERBASIS WEBSITE. *Jurnal Ilmu Komputer*, 08(2), 2527–9653. <https://doi.org/10.47007/komp.v7i01.xxxxx>
- Resano, A. K., Alam, E. N., & Ambarsari, N. (2024). IMPLEMENTASI WEBSITE SELF-SERVICE TECHNOLOGY PEMESANAN DAN PEMBAYARAN BAGI PELANGGAN PADA TENANT YANG BERADA DI AREA HALLWAY SPACE MENGGUNAKAN METODE PROTOTYPE. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 9(2), 701–713. <https://doi.org/10.29100/jipi.v9i2.4708>
- Santoso, S., Nurhidajat, R., Praja, A., Perdian, S., Budhi Arsih, Y., Riset Koperasi, P., & Dan Ekonomi Kerakyatan BRIN, K. (2022a). Penerapan Teknologi SelfService Dalam Meningkatkan Customer Satisfaction Pada Usaha Ritel Food and Beverage. In *Jurnal Administrasi Profesional* (Vol. 03, Issue 2).

Gaya Hidup Digital Terhadap Produktivitas Belajar

Rafi Ardian Syahputra

Universitas Ahmad Dahlan

2400019121@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang pesat dalam dua dekade terakhir telah mengubah berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang pendidikan. Gaya hidup digital (*digital lifestyle*) kini menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan pelajar dan mahasiswa, yang meliputi penggunaan gawai, media sosial, *platform* pembelajaran daring, serta aplikasi manajemen waktu dan catatan belajar. Transformasi digital ini menghadirkan tantangan dan peluang baru dalam proses pembelajaran, dengan memfasilitasi akses informasi yang lebih luas dan cepat, sekaligus menimbulkan potensi distraksi yang dapat mengganggu fokus belajar (Putri & Nugroho, 2022).

PEMBAHASAN

Gaya hidup digital sering dikaitkan dengan peningkatan fleksibilitas dan efisiensi belajar, terutama selama masa pandemi COVID-19 yang mempercepat adopsi pembelajaran daring di berbagai jenjang pendidikan (Suryani, 2021). Namun, pertanyaan yang muncul kemudian adalah: apakah gaya hidup digital benar-benar meningkatkan produktivitas belajar, atau justru mengurangi kedisiplinan dan konsentrasi akibat paparan teknologi yang berlebih. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji hubungan antara gaya hidup digital dan produktivitas belajar agar dapat dimanfaatkan secara optimal oleh pelajar di era digital.

Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa gaya hidup digital yang positif, seperti penggunaan *e-learning*, *digital note-taking*, dan manajemen waktu berbasis aplikasi dapat mendorong peningkatan produktivitas belajar (Rahmat & Lestari, 2023). Disisi lain, penggunaan media sosial secara berlebihan dapat menurunkan efisiensi belajar dan meningkatkan kecemasan akademik (Wijaya & Firmansyah, 2021). Hal ini menegaskan perlunya keseimbangan dalam mengadopsi gaya hidup digital agar dapat menunjang capaian akademik tanpa mengorbankan kesehatan mental dan disiplin belajar.

Gaya hidup digital merujuk pada kebiasaan individu dalam menggunakan perangkat digital dan platform daring untuk menjalankan aktivitas sehari-hari, termasuk belajar, bekerja, bersosialisasi, dan mengakses hiburan (Yuliana & Ardiansyah, 2022). Dalam konteks mahasiswa, gaya hidup digital mencakup penggunaan *Learning Management*

System (LMS), Google Scholar, media sosial akademik seperti *ResearchGate*, hingga aplikasi produktivitas seperti Notion dan Google *Calendar*.

Produktivitas belajar diartikan sebagai kemampuan individu untuk mencapai tujuan pembelajaran secara efektif dan efisien, ditandai dengan peningkatan hasil akademik, pengelolaan waktu yang baik, serta keterlibatan aktif dalam proses belajar (Rahmat & Lestari, 2023). Hubungan antara gaya hidup digital dan produktivitas belajar bergantung pada bagaimana teknologi digunakan: apakah sebagai alat bantu atau justru sebagai sumber gangguan.

Jika dimanfaatkan dengan bijak, gaya hidup digital dapat memberikan kontribusi positif yang signifikan terhadap produktivitas belajar. Pertama, akses terhadap informasi menjadi jauh lebih mudah dan cepat. Mahasiswa dapat mengakses jurnal internasional, video tutorial, dan forum diskusi ilmiah hanya dengan satu klik, tanpa batasan ruang dan waktu (Suryani, 2021). Kedua, penggunaan aplikasi manajemen waktu dan tugas seperti Trello, Todoist, atau Google *Keep* membantu mahasiswa mengatur prioritas dan tenggat waktu, yang sangat penting dalam menjaga konsistensi belajar.

Ketiga, metode pembelajaran daring yang fleksibel memungkinkan mahasiswa untuk menyesuaikan gaya belajar masing-masing, seperti pembelajaran berbasis video, *podcast* edukatif, maupun kelas interaktif berbasis *Zoom* (Putri & Nugroho, 2022). Dengan demikian, gaya hidup digital dapat meningkatkan motivasi belajar karena lebih personal dan mudah diakses. Di sisi lain, tidak semua aspek dari gaya hidup digital memberikan dampak positif. Paparan berlebihan terhadap media sosial, *game online*, dan konten hiburan dapat menyebabkan penurunan konsentrasi, *procrastination*, hingga kecanduan gawai (Wijaya & Firmansyah, 2021). Studi dari Yuliana & Ardiansyah (2022) menunjukkan bahwa 58% mahasiswa mengakui mengalami penurunan fokus belajar akibat terlalu sering membuka aplikasi non-akademik saat belajar.

Selain itu, *multitasking digital* yang umum dilakukan mahasiswa, seperti membuka *YouTube* sambil mengerjakan tugas atau berpindah antara platform akademik dan hiburan berpotensi menurunkan kualitas pemahaman materi. Hal ini karena otak membutuhkan waktu untuk kembali fokus setelah terganggu oleh notifikasi atau aktivitas digital lainnya (Rahmat & Lestari, 2023).

Untuk mengoptimalkan gaya hidup digital, mahasiswa perlu menerapkan strategi manajemen diri yang kuat. Pertama, penting untuk membuat batasan penggunaan aplikasi nonakademik selama jam belajar. Kedua, mahasiswa dianjurkan menggunakan fitur *digital wellbeing* yang tersedia di sebagian besar gawai untuk mengontrol waktu layar (*screen*

time). Ketiga, penggunaan aplikasi edukatif dan *platform e-learning* harus diprioritaskan dibanding aktivitas digital yang bersifat rekreatif.

Selain itu, pembelajaran berbasis teknologi juga perlu dibarengi dengan interaksi sosial dan aktivitas fisik secara langsung untuk menjaga kesehatan mental dan menghindari kejenuhan digital. Keseimbangan antara dunia digital dan kehidupan nyata akan membantu mahasiswa mencapai produktivitas belajar secara optimal dan berkelanjutan (Putri & Nugroho, 2022).

KESIMPULAN

Gaya hidup digital merupakan keniscayaan dalam kehidupan mahasiswa masa kini yang membawa dampak ganda terhadap produktivitas belajar. Di satu sisi, teknologi digital membuka akses informasi yang luas, mempercepat komunikasi akademik, dan mendukung manajemen waktu belajar secara efektif. Namun, di sisi lain, gaya hidup digital yang tidak terkontrol dapat menjadi sumber distraksi dan penurunan fokus belajar.

Oleh karena itu, perlu kesadaran dan kedisiplinan dalam mengelola aktivitas digital agar benar-benar menunjang proses pembelajaran, bukan sebaliknya. Mahasiswa sebagai aktor utama dalam dunia pendidikan digital harus mampu memanfaatkan teknologi sebagai alat produktivitas, bukan pelarian dari tanggung jawab akademik. Dengan strategi manajemen diri yang tepat, gaya hidup digital dapat menjadi modal penting untuk meningkatkan mutu pembelajaran dan daya saing mahasiswa di era global yang serba terdigitalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Putri, M. A., & Nugroho, H. (2022). Gaya Hidup Digital dan Dampaknya terhadap Kinerja Akademik Mahasiswa di Masa Pandemi. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 4(1), 45–53.
- Rahmat, T., & Lestari, D. (2023). Manajemen Waktu Digital untuk Meningkatkan Produktivitas Belajar Mahasiswa. *Jurnal Teknologi dan Pendidikan*, 11(2), 201–210. <https://doi.org/10.3333/jtp.v11i2.3321>
- Suryani, N. (2021). Transformasi Pembelajaran Digital di Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(3), 78–86.
- Wijaya, R., & Firmansyah, D. (2021). Pengaruh Penggunaan Media Sosial terhadap Kualitas Belajar Mahasiswa. *Jurnal Komunikasi dan Sosial Media*, 5(1), 12–20.

Yuliana, S., & Ardiansyah, A. (2022). Dampak Gaya Hidup Digital terhadap Kesehatan Mental dan Produktivitas Belajar. *Jurnal Psikologi Pendidikan Indonesia*, 7(1), 95–105.

Kolaborasi Manusia dan Mesin Dalam Meningkatkan Produktivitas dalam Industri

Otomotif di Era Digital

Odis Yuspermana Putra

Universitas Ahmad Dahlan

2400019122@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Industri otomotif mengalami perubahan drastis seiring dengan hadirnya Revolusi Industri 4.0 dan transisi menuju Industri 5.0. Integrasi teknologi canggih seperti robot kolaboratif (*cobots*), kecerdasan buatan (AI), dan sistem *smart manufacturing* telah membawa transformasi signifikan dalam sistem produksi kendaraan. Kini, manusia dan mesin tidak lagi diposisikan sebagai pihak yang saling menggantikan, melainkan sebagai mitra kerja yang saling melengkapi dalam satu ekosistem kerja yang dinamis dan saling terintegrasi.

Mesin menghadirkan presisi, kecepatan, dan ketahanan dalam operasi produksi yang tidak dapat ditandingi manusia. Di sisi lain, manusia memainkan peran sentral dalam pengawasan, analisis data kontekstual, pengambilan keputusan strategis, serta adaptasi terhadap dinamika yang kompleks di lini produksi. Kolaborasi ini menjadi penting dalam menjawab tuntutan pasar akan efisiensi, fleksibilitas, dan kualitas tinggi, sekaligus menjaga keselamatan dan kesejahteraan tenaga kerja dalam iklim industri modern.

Dunia industri saat ini menuntut percepatan produksi dan daya saing yang semakin tinggi. Perusahaan otomotif menghadapi tekanan global untuk menghasilkan kendaraan berkualitas dengan waktu yang efisien dan biaya kompetitif. Dalam konteks ini, sinergi antara teknologi dan sumber daya manusia menjadi kunci utama dalam mencapai keunggulan operasional. Tanpa adanya keseimbangan peran, baik mesin maupun manusia tidak akan mampu menjawab seluruh kebutuhan industri secara utuh.

Tulisan ini akan membahas penerapan kolaborasi manusia dan mesin secara spesifik di industri otomotif, dengan fokus pada peran *Toyota Motor Manufacturing Indonesia* (TMMIN) sebagai contoh konkret dari implementasi teknologi dan sumber daya manusia. Akan dijelaskan bagaimana teknologi diterapkan dalam lini produksi, manfaat yang diperoleh dari sinergi tersebut, serta tantangan yang dihadapi dalam proses kolaboratif ini dari sisi teknis maupun sumber daya manusia.

Dengan memahami dinamika kolaborasi ini, diharapkan muncul kesadaran bahwa manusia tetap memiliki posisi vital di tengah laju teknologi yang pesat. Industri otomotif

harus menjadi contoh dalam menciptakan sistem kerja yang tidak hanya produktif dan efisien, tetapi juga inklusif secara sosial, adaptif terhadap perubahan, dan berkelanjutan dari segi ekonomi maupun lingkungan. Kolaborasi ini menjadi fondasi untuk masa depan industri yang tangguh.

PEMBAHASAN

Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) merupakan pelaku utama dalam penerapan sistem kolaboratif antara manusia dan mesin di sektor otomotif Indonesia. Perusahaan ini tidak hanya mengadopsi teknologi tinggi dalam proses manufakturnya, tetapi juga mengembangkan sistem kerja yang melibatkan manusia secara aktif dalam setiap tahap produksi. Dalam proses produksi kendaraan seperti Toyota Innova dan Fortuner, TMMIN menggunakan *cobots* untuk menangani pengelasan, pemasangan komponen, dan pengecatan. Selain *cobots*, TMMIN juga mulai mengeksplorasi pemanfaatan teknologi *machine learning* untuk memprediksi potensi kerusakan pada mesin produksi berdasarkan pola data historis. Hal ini memungkinkan perusahaan melakukan tindakan pencegahan sebelum terjadi kegagalan mesin, sehingga menghemat waktu dan biaya.

Selain itu, teknologi *augmented reality* mulai diujicobakan dalam pelatihan teknisi baru dan proses inspeksi kendaraan. Dengan menggunakan perangkat AR, teknisi dapat melihat instruksi interaktif langsung pada komponen yang sedang dikerjakan, sehingga mengurangi kesalahan akibat miskomunikasi dan meningkatkan kecepatan pelaksanaan tugas. Penggunaan AR juga mempercepat proses audit kualitas karena membantu pengawas melihat komponen internal secara virtual tanpa harus membongkar struktur fisik kendaraan. Inovasi seperti ini memperlihatkan bahwa kolaborasi manusia dan mesin tidak hanya terbatas pada proses fisik, tetapi juga mencakup aspek digitalisasi informasi, pembelajaran berbasis data, dan peningkatan kecerdasan operasional secara menyeluruh. Penggunaan *cobots* memungkinkan peningkatan efisiensi waktu dan penurunan tingkat kesalahan teknis, terutama pada proses yang memerlukan presisi tinggi dan repetisi yang konstan.

Teknologi ini memungkinkan peningkatan produktivitas serta pengurangan risiko kecelakaan kerja secara signifikan. Sensor keselamatan yang tertanam dalam *cobots* mampu mendeteksi kehadiran manusia dan menghentikan operasi secara otomatis jika terjadi risiko, menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan kondusif bagi operator manusia. Sementara mesin menangani proses berat dan repetitif, manusia bertugas mengawasi hasil kerja, melakukan *quality control*, serta memastikan bahwa setiap komponen yang dirakit sesuai dengan standar kualitas Toyota Global. Interaksi ini menciptakan proses produksi

yang efisien namun tetap fleksibel dalam menghadapi variabel perubahan di lapangan. Peran manusia tetap penting untuk mengambil tindakan jika terjadi anomali dalam proses produksi. Misalnya, ketika sistem otomatis mendeteksi ketidaksesuaian data, operator manusia akan memverifikasi kondisi tersebut dan memberikan keputusan akhir yang mempertimbangkan faktor teknis dan nonteknis.

Penerapan sistem *Internet of Things* (IoT) dan pemantauan data *realtime* di TMMIN mempercepat pengambilan keputusan. Setiap proses produksi terhubung ke jaringan digital yang mengumpulkan data secara kontinu, dan informasi tersebut digunakan untuk melakukan analisis prediktif, pemeliharaan preventif, dan optimalisasi proses secara menyeluruh. Menurut Prakoso (2021), penggunaan robot kolaboratif meningkatkan efisiensi hingga 30% dan mengurangi kecelakaan kerja sebesar 40%. Data ini menunjukkan bahwa dampak kolaborasi bukan hanya pada produktivitas, tetapi juga pada aspek keselamatan dan keberlanjutan operasional jangka panjang.

Hal ini membuktikan bahwa sinergi manusia dan mesin memberikan dampak langsung pada performa produksi. Efisiensi yang dicapai bukan semata hasil dari mesin, melainkan hasil dari interaksi harmonis antara mesin yang cerdas dan manusia yang mampu menyesuaikan diri. Namun, kolaborasi ini tidak terlepas dari tantangan internal, salah satunya adalah kesenjangan keterampilan (*skills gap*). Tidak semua pekerja memiliki kemampuan teknologi dan literasi digital yang memadai untuk mengoperasikan mesin otomatis atau memahami analitik data. Banyak tenaga kerja belum siap menghadapi teknologi digital seperti sistem otomatis dan analitik data. Oleh karena itu, perlu investasi serius dalam pendidikan dan pelatihan yang relevan dengan kebutuhan Industri 4.0. Tanpa dukungan kapasitas SDM yang memadai, teknologi canggih bisa menjadi beban, bukan solusi.

TMMIN merespons ini dengan program pelatihan rutin di bidang otomasi, keamanan kerja, dan pemrograman dasar. Program tersebut dirancang secara modular dan bertahap agar dapat menjangkau seluruh lapisan karyawan, baik teknisi senior maupun pekerja baru. Selain pelatihan teknis, perusahaan juga memberikan pelatihan *soft skills*, seperti komunikasi lintas tim, manajemen proyek, dan kepemimpinan.

Tantangan lainnya adalah pergeseran budaya kerja yang menuntut keterbukaan terhadap perubahan dan kolaborasi lintas generasi. Budaya lama yang kaku dan hirarkis harus digantikan dengan sistem yang lebih cair, inklusif, dan berorientasi pada inovasi serta pembelajaran berkelanjutan. Perusahaan yang berhasil melakukan ini cenderung lebih cepat beradaptasi dengan perubahan pasar.

Organisasi perlu menciptakan suasana kerja yang mendukung eksplorasi ide serta inovasi lintas departemen. Manajemen juga perlu menumbuhkan rasa kepemilikan terhadap teknologi baru, sehingga pekerja merasa menjadi bagian dari perubahan, bukan korban dari modernisasi. Ini membutuhkan kepemimpinan yang komunikatif dan transparan.

Keberhasilan kolaborasi ini juga dipengaruhi oleh kebijakan pemerintah melalui program Making Indonesia 4.0. Program ini mendorong transformasi digital nasional melalui penguatan infrastruktur teknologi dan pengembangan SDM berbasis industri. Pemerintah juga harus berperan aktif dalam menyediakan insentif fiskal bagi perusahaan yang berinvestasi pada teknologi dan pelatihan karyawan.

Insentif fiskal, peningkatan kualitas pendidikan vokasi, serta kolaborasi dengan universitas menjadi kunci penguatan transformasi industri. Pemerintah juga perlu memperluas akses teknologi hingga ke daerah-daerah, agar industri otomotif nasional tidak hanya maju di pusat, tetapi merata secara nasional. Dengan demikian, digitalisasi industri juga akan mempersempit kesenjangan regional.

Selain itu, TMMIN juga mulai menerapkan konsep ramah lingkungan dalam kolaborasi manusia dan mesin. Berdasarkan laporan keberlanjutan perusahaan tahun 2023, TMMIN berhasil mengurangi emisi karbon sebesar 18% dibandingkan tahun sebelumnya melalui penggunaan panel surya dan sistem daur ulang energi panas di pabrik Karawang. Program efisiensi energi ini dilengkapi dengan penggantian sistem penerangan konvensional menjadi LED pintar dan pengelolaan limbah berbasis *Internet of Things* (IoT). TMMIN juga menjalankan inisiatif "*Toyota Green Plant*" yang menargetkan pengurangan penggunaan air industri hingga 30% melalui sistem daur ulang internal dan pemanenan air hujan. Hal ini menunjukkan bahwa kolaborasi tidak hanya fokus pada produktivitas, tetapi juga pada aspek keberlanjutan lingkungan secara nyata dan terukur.

Model kolaboratif yang diterapkan di industri otomotif seperti TMMIN dapat menjadi acuan bagi sektor industri lainnya. Prinsip-prinsip kolaborasi manusia dan mesin dapat diterapkan dalam industri makanan dan minuman, farmasi, logistik, hingga pertambangan. Dengan demikian, nilai tambah teknologi benar-benar menyentuh seluruh sektor ekonomi.

KESIMPULAN

Kolaborasi manusia dan mesin di industri otomotif telah menjadi fondasi penting dalam membentuk sistem produksi modern yang lebih cerdas dan adaptif terhadap dinamika global. Dalam sistem yang terotomatisasi sekalipun, peran manusia tetap tak tergantikan sebagai pengarah dan pengendali proses secara keseluruhan. Perusahaan seperti TMMIN

menunjukkan bahwa dengan strategi yang tepat dan komitmen terhadap pengembangan SDM, teknologi dan manusia dapat saling menguatkan. Model kerja kolaboratif yang diterapkan memberikan hasil nyata dalam bentuk efisiensi, kualitas, dan keselamatan kerja. Keberhasilan ini menjadi inspirasi bagi sektor industri lainnya dalam mengadopsi pola kolaborasi serupa.

Teknologi memang menciptakan efisiensi, tetapi peran manusia tetap krusial dalam hal kendali mutu, improvisasi dalam situasi tak terduga, serta pengambilan keputusan strategis yang mempertimbangkan faktor sosial dan operasional. Hal ini menjadikan manusia tetap sebagai pusat dari sistem industri yang berkelanjutan dan inklusif. Dengan investasi yang cukup dalam pelatihan, perubahan budaya kerja, dan integrasi sistem yang transparan, produktivitas industri otomotif dapat meningkat secara berkelanjutan. Keseimbangan antara inovasi dan partisipasi manusia akan menciptakan industri yang tangguh terhadap disrupsi serta siap menghadapi era digital secara lebih kompetitif.

Perubahan ini harus melibatkan seluruh elemen ekosistem industri, termasuk pekerja, manajemen, akademisi, dan pemerintah. Kolaborasi lintas sektor menjadi syarat utama agar transformasi digital tidak hanya sukses secara teknologi, tetapi juga secara sosial dan ekonomi. Hal ini juga membantu menciptakan keadilan akses terhadap kemajuan teknologi. Masa depan industri otomotif terletak pada keseimbangan antara inovasi teknologi dan pemberdayaan manusia. Industri yang hanya mengandalkan mesin akan kaku, sedangkan yang hanya mengandalkan manusia akan tertinggal. Kolaborasi adalah jalan tengah terbaik yang menawarkan kecepatan, akurasi, sekaligus empati dalam sistem kerja. Kolaborasi ini adalah bentuk nyata dari arah industri yang tidak hanya canggih secara teknis, tetapi juga adil secara sosial dan bermakna secara ekonomi. Di tengah kompleksitas tantangan global, hanya industri yang mampu menyatukan kecerdasan buatan dan kebijaksanaan manusia yang akan bertahan. Masa depan industri bukan tentang dominasi mesin, tetapi tentang harmoni dalam kemajuan.

Sebagai rekomendasi ke depan, pemerintah perlu memperkuat kebijakan yang mendukung pelatihan digital berbasis industri, memperluas insentif teknologi hijau dalam manufaktur, dan mendorong kolaborasi riset antara dunia usaha dan lembaga akademik. Perusahaan perlu menyusun peta jalan transformasi digital jangka panjang yang menempatkan manusia sebagai pusat inovasi. Lembaga pendidikan pun diharapkan mampu menyesuaikan kurikulum untuk mencetak lulusan yang tidak hanya melek teknologi, tetapi juga kritis, kreatif, dan kolaboratif. Dengan demikian, kolaborasi manusia dan mesin di industri otomotif merupakan manifestasi dari paradigma baru dalam dunia kerja, di mana

teknologi dan kemanusiaan berjalan berdampingan menuju visi industri yang lebih unggul, berkelanjutan, dan berdaya saing tinggi di kancah global.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagheri, B., Lee, J., & Zhang, Y. (2021). A human–machine symbiotic framework for smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 59, 351364.
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.11.002>
- Darmawan, R., & Nurcahyo, R. (2022). Implementasi Green Manufacturing dalam Industri Otomotif di Indonesia. *Jurnal Teknik Industri Indonesia*, 21(1), 1425.
<https://doi.org/10.31284/jtii.v21i1.11999>
- Pertiwi, A. D., & Setiawan, A. (2022). Penggunaan Drone dan Sistem Digital dalam Pertanian Modern. *Jurnal Agroteknologi Terapan*, 6(1), 4552.
<https://doi.org/10.31294/jat.v6i1.10739>
- Prakoso, A. R. (2021). Peran Robot Kolaboratif dalam Peningkatan Efisiensi Produksi Industri Otomotif. *Jurnal Rekayasa Industri*, 12(2), 98107.
<https://doi.org/10.25077/jri.12.2.98-107.2021>
- Putra, D. A., & Wibowo, S. (2021). Pemanfaatan IoT dan Big Data dalam Sistem Produksi Pintar. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 10(3), 115124.
<https://doi.org/10.31294/jik.v10i3.9988>
- Yuliana, I. (2020). Kolaborasi Manusia dan Mesin dalam Era Industri 5.0. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 30. <https://doi.org/10.31294/jtsi.v8i1.7496>

Dampak Kecerdasan Buatan dan Digitalisasi dalam Pengembangan Teknik Industri Modern

Januar Khanafi

Universitas Ahmad Dahlan

2400019123@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) telah menjadi pendorong utama dalam transformasi berbagai sektor industri, termasuk bidang teknik industri. Di era Revolusi Industri 4.0 saat ini, perpaduan antara sistem fisik dan digital menjadi landasan penting dalam menciptakan efisiensi, produktivitas, serta inovasi yang berkelanjutan. Teknik industri sebagai bidang yang memadukan elemen rekayasa teknik, manajemen, dan sistem informasi kini mengalami pergeseran paradigma yang signifikan.

Digitalisasi membuka peluang untuk pengumpulan dan analisis data secara real-time, sementara AI menghadirkan kemampuan pengambilan keputusan otomatis yang berbasis pada data dan pembelajaran mesin. Ketika dua teknologi ini digabungkan, terbentuklah sistem industri yang lebih cerdas, adaptif, dan tanggap terhadap perubahan. Namun, kemajuan ini juga membawa tantangan yang perlu dihadapi, mulai dari kesiapan sumber daya manusia, perlindungan keamanan data, hingga besarnya kebutuhan investasi teknologi.

PEMBAHASAN

Salah satu perubahan paling nyata yang dihasilkan oleh penerapan AI dan digitalisasi adalah meningkatnya otomatisasi dalam proses produksi. Sistem berbasis AI kini mampu mengendalikan mesin secara mandiri, menyesuaikan parameter operasional, serta mendeteksi dan memperbaiki anomali tanpa perlu intervensi manusia. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga mengurangi tingkat kesalahan dan mempercepat proses produksi secara keseluruhan. Selain itu, digitalisasi memungkinkan integrasi data secara menyeluruh dalam rantai pasok. Dengan bantuan sistem ERP dan teknologi berbasis *Internet of Things (IoT)*, perusahaan dapat memantau pergerakan bahan baku, jalannya proses produksi, hingga distribusi barang jadi secara *real-time*. Kecerdasan buatan turut dimanfaatkan dalam memprediksi permintaan pasar dan mengoptimalkan pengadaan bahan baku. Penerapan konkrit dari strategi ini bisa dilihat pada perusahaan-perusahaan seperti PT Astra Indonesia dan PT JVC Kenwood Indonesia, yang telah memanfaatkan cobots (robot

kolaboratif) serta sistem ERP berbasis *cloud* untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional.

Transformasi teknologi yang berlangsung juga berdampak besar pada dunia kerja, terutama dalam hal keterampilan yang dibutuhkan. Tenaga kerja saat ini dituntut untuk memiliki kompetensi baru seperti analisis data, dasar-dasar pemrograman, serta kemampuan mengoperasikan sistem otomatis dan digital. Dunia pendidikan tinggi pun dituntut untuk beradaptasi agar bisa mencetak lulusan yang relevan dengan kebutuhan industri masa kini. Beberapa perguruan tinggi di Indonesia, seperti BINUS University, telah memulai langkah strategis dengan mengintegrasikan topik AI ke dalam kurikulum teknik industri mereka. Laporan dari Universitas Pendidikan Indonesia menyebutkan bahwa penerapan otomatisasi industri dapat meningkatkan produktivitas hingga 30 persen. Namun, pencapaian ini tidak akan maksimal tanpa adanya pelatihan ulang (*reskilling*) dan peningkatan keterampilan (*upskilling*) bagi para pekerja, baik yang baru memasuki dunia kerja maupun yang sudah berpengalaman.

Teknologi fundamental yang mendukung transformasi ini mencakup berbagai cabang dari kecerdasan buatan seperti *machine learning*, *deep learning*, dan *natural language processing* (NLP). *Machine learning* memungkinkan sistem untuk belajar dari data tanpa harus diprogram secara eksplisit, sedangkan *deep learning* mampu mengenali pola-pola kompleks melalui jaringan syaraf tiruan. NLP, di sisi lain, berperan penting dalam pengolahan data berbasis teks dan suara, yang sangat berguna dalam sistem layanan pelanggan berbasis *chatbot* atau asisten virtual. Di samping AI, teknologi digital lainnya seperti IoT, *Cloud Computing*, dan *big data analytics* turut menjadi tulang punggung digitalisasi industri. IoT menghadirkan konektivitas antar perangkat dan sensor untuk memperoleh data *real-time* dari mesin produksi, sementara *Cloud Computing* memudahkan penyimpanan dan pengolahan data dalam skala besar. *Big data analytics* menjadi kunci dalam menyaring informasi penting dari kumpulan data yang masif agar keputusan bisnis bisa diambil secara cepat dan tepat sasaran.

Dalam konteks rantai pasok dan logistik, digitalisasi mendorong terciptanya sistem yang lebih transparan dan responsif. Teknologi seperti *digital twin* dan *blockchain* mulai dimanfaatkan untuk memantau, mensimulasikan, dan mengelola sistem produksi dengan presisi tinggi. Perusahaan seperti PT Astra telah menggunakan sistem ERP berbasis *cloud* untuk mempercepat proses produksi sekaligus mengotomatiskan pembelian bahan baku berdasarkan prediksi permintaan pasar. Di saat yang sama, teknologi ini juga membantu meningkatkan keamanan dan transparansi data *supply chain*. Beberapa studi kasus di

Indonesia menunjukkan keberhasilan implementasi digitalisasi industri, seperti yang dilakukan oleh PT JVC Kenwood Indonesia melalui penggunaan robot lengan otomatis, atau oleh Terminal Peti Kemas Teluk Lamong yang mengoperasikan *crane* jarak jauh untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Hasilnya tidak hanya terlihat pada efisiensi produksi, tetapi juga pada peningkatan kualitas produk, penghematan energi hingga 30 persen, serta meningkatnya keselamatan kerja bagi para operator di lapangan.

Namun, semua pencapaian tersebut tidak datang tanpa tantangan. Salah satu hambatan utama adalah kesenjangan keterampilan sumber daya manusia, terutama di tengah rendahnya tingkat adopsi teknologi AI di Indonesia yang menurut Microsoft Indonesia baru mencapai sekitar 14% perusahaan aktif. Selain itu, isu etika dan privasi data menjadi perhatian penting. Pengambilan keputusan otomatis yang dilakukan oleh sistem berbasis AI harus bebas dari bias dan transparan dalam logikanya. Perlindungan terhadap data konsumen dan perusahaan juga harus dijaga melalui sistem keamanan siber yang andal.

Untuk mengatasi berbagai tantangan ini, strategi implementasi perlu disesuaikan dengan kapasitas dan skala masing-masing pelaku industri. Bagi UMKM, langkah awal bisa dimulai dengan digitalisasi sederhana seperti penggunaan sensor IoT dan spreadsheet berbasis *cloud*, atau pemanfaatan chatbot untuk layanan pelanggan. Sementara itu, perusahaan besar dapat melangkah lebih jauh dengan menerapkan sistem ERP berbasis AI, menggunakan robot kolaboratif, serta melakukan pelatihan sumber daya manusia secara berkala. Pemerintah memiliki peran strategis dalam mempercepat transformasi digital melalui insentif seperti potongan pajak, subsidi pelatihan, dan penyusunan regulasi yang mendorong inovasi sekaligus melindungi hak individu dan perusahaan. Kolaborasi antara dunia industri, institusi pendidikan, dan regulator menjadi kunci keberhasilan jangka panjang.

KESIMPULAN

Transformasi teknik industri di era digital bukan lagi sekadar tren sesaat, melainkan sebuah kebutuhan strategis yang menentukan daya saing industri di masa depan. Kecerdasan buatan dan digitalisasi telah membuka jalan menuju sistem produksi yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan. Dengan kemampuan otomatisasi yang presisi, pemeliharaan prediktif, serta pengambilan keputusan berbasis data, dunia industri kini bergerak menuju model yang jauh lebih cerdas. Di sisi lain, digitalisasi memberikan akses terhadap integrasi sistem informasi dan pemantauan secara *real-time* yang memperkuat transparansi dan akurasi dalam pengelolaan rantai pasok.

Meskipun tingkat adopsi teknologi ini di Indonesia masih tergolong rendah, berbagai contoh nyata menunjukkan potensi besar yang bisa dicapai. Untuk memastikan transformasi ini berjalan optimal dan merata, diperlukan kerja sama yang erat antara pemerintah, sektor swasta, lembaga pendidikan, dan masyarakat. Investasi dalam teknologi harus dibarengi dengan investasi pada manusia. Pendidikan dan pelatihan harus dirancang agar sesuai dengan kebutuhan industri masa depan, sementara regulasi dan kebijakan publik harus mendukung ekosistem yang inovatif dan beretika. Pada akhirnya, AI dan digitalisasi bukan hanya alat bantu teknis, melainkan fondasi utama dalam membangun industri yang tangguh, berkelanjutan, dan siap menghadapi tantangan zaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Pramudita, R., et al. (2024). Analisis Dampak Otomasi Industri terhadap Efisiensi Operasional dan Optimasi Konsumsi Energi. *Jurnal Widyatama*.
- Ririh, et al. (2020). Studi Komparasi dan Analisis SWOT pada Implementasi AI di Indonesia. *J@ti Undip*.
- Mardiana, et al. (2023). Implementasi Transformasi Digital dan AI untuk UMKM. *JUMANAGE UNAMA*.
- Adha, L. A., et al. (2020). Digitalisasi Industri dan Pengaruhnya terhadap Ketenagakerjaan. *Jurnal Kompilasi Hukum*.
- Widaningrum, D. L. (2024). Penerapan AI dalam Teknik Industri: Tantangan dan Solusi. *BINUS Online*.

Upaya Keamanan dan Keselamatan Kerja di Era Revolusi Industri 4.0

Muhammad Dio Alfarisy Rahman

Universitas Ahmad Dahlan

2400019125@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan besar dalam dunia industri dengan hadirnya teknologi canggih seperti *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), otomasi, dan *big data*. Perubahan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga menimbulkan tantangan baru dalam aspek keamanan dan keselamatan kerja. Pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara manual kini banyak dialihkan ke mesin otomatis yang bekerja dengan presisi tinggi. Meski mampu meningkatkan produktivitas, interaksi antara manusia dan mesin ini membawa potensi risiko baru yang harus dikelola secara cermat.

PEMBAHASAN

Data dari *International Labour Organization* (ILO) tahun 2023 menunjukkan bahwa lebih dari 2,78 juta pekerja di seluruh dunia meninggal setiap tahun karena kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja, sementara 374 juta mengalami cedera atau sakit akibat kondisi kerja yang berbahaya. Fakta ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi berkembang, keselamatan kerja masih menjadi tantangan besar, terutama di negara berkembang. Dalam konteks ini, teknik industri berperan penting dalam merancang sistem kerja yang tidak hanya efisien, tetapi juga aman. Teknik industri tidak hanya fokus pada alur proses produksi, tetapi juga bertanggung jawab dalam pengembangan sistem keselamatan kerja yang terintegrasi dan berbasis teknologi.

Salah satu penerapan teknologi keselamatan yang berkembang adalah penggunaan *Safety Programmable Logic Controller* (PLC) dan sensor otomatis berbasis IoT. Perangkat ini mampu memantau kondisi lingkungan kerja secara *real-time* dan secara otomatis menghentikan operasi mesin jika terdeteksi bahaya, seperti suhu tinggi, getaran berlebih, atau keberadaan benda asing. Studi oleh Deloitte (2022) menunjukkan bahwa perusahaan yang menerapkan IoT dalam sistem keselamatannya berhasil menurunkan angka kecelakaan kerja hingga 25% dalam dua tahun implementasi.

Selain itu, teknologi seperti robot kolaboratif (*cobots*) dirancang untuk bekerja berdampingan dengan manusia dan secara otomatis berhenti jika mendeteksi pergerakan yang membahayakan. *Cobots* kini banyak digunakan dalam industri otomotif dan

manufaktur ringan. Data dari *International Federation of Robotics* (2022) menyebutkan bahwa penjualan *cobots* meningkat 31% secara global, karena dianggap lebih aman dan efisien untuk lingkungan kerja modern. Teknik industri juga mendorong pemanfaatan perangkat pengaman tambahan seperti *light curtains* dan *pressure-sensitive mats* yang dapat menghentikan operasi mesin ketika ada pergerakan mencurigakan atau tekanan di area yang tidak seharusnya.

Teknologi keselamatan juga berkembang melalui pemanfaatan kecerdasan buatan (AI). AI kini digunakan untuk menganalisis data kecelakaan kerja, memprediksi potensi risiko di masa depan, serta menyarankan tindakan pencegahan. McKinsey (2023) mencatat bahwa penggunaan AI untuk prediksi kegagalan sistem mampu mengurangi waktu henti produksi hingga 30% dan mencegah 50% potensi kecelakaan pada beberapa pabrik yang telah mengadopsinya. *Big data analytics* juga memungkinkan perusahaan memetakan area-area yang paling rawan kecelakaan dan memprioritaskan perbaikan.

Namun demikian, penerapan teknologi keselamatan modern tidak lepas dari tantangan. Salah satu yang paling umum adalah tingginya biaya investasi awal. Pengadaan alat keselamatan modern serta pelatihan tenaga kerja memerlukan anggaran signifikan. Sebuah survei oleh PwC (2022) terhadap 1500 perusahaan di Asia menunjukkan bahwa 63% perusahaan kecil dan menengah mengaku kesulitan membiayai transformasi digital di bidang keselamatan kerja. Oleh karena itu, perlu adanya insentif atau subsidi dari pemerintah untuk mendukung perusahaan dalam mengadopsi sistem keselamatan berbasis teknologi.

Selain biaya, risiko keamanan siber juga menjadi tantangan penting. Sistem produksi yang saling terhubung melalui jaringan internet berpotensi menjadi target serangan. Jika sistem keselamatan berhasil diretas, maka hal ini bisa berdampak fatal. Oleh sebab itu, teknik industri juga harus melibatkan aspek *cybersecurity* dalam desain sistem keselamatan, seperti *firewall* industri, enkripsi data, serta pembaruan perangkat lunak secara berkala. Menurut laporan IBM *Security* (2023), kerugian akibat serangan siber pada sektor industri mencapai rata-rata USD 4,45 juta per insiden, terutama karena gangguan pada sistem kontrol otomatis dan keselamatan.

Selain aspek teknologi, budaya keselamatan kerja harus ditanamkan dalam organisasi. Teknologi secanggih apapun tidak akan efektif tanpa partisipasi aktif dari tenaga kerja. *Training* berkala, pelibatan pekerja dalam pengambilan keputusan keselamatan, serta komunikasi yang baik antara manajemen dan operator sangat penting. Teknik industri,

dengan pendekatan sistematis dan berbasis manusia (*human-centered design*), dapat menjadi jembatan antara teknologi dan perilaku kerja yang aman.

KESIMPULAN

Dengan demikian, teknik industri memegang peran strategis dalam menjawab tantangan keamanan dan keselamatan kerja di era Revolusi Industri 4.0. Melalui integrasi teknologi canggih, manajemen risiko yang efektif, serta penguatan budaya keselamatan, industri dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman, produktif, dan berkelanjutan. Transformasi digital harus dijalankan secara bijak, dengan memperhatikan aspek kemanusiaan sebagai inti dari setiap inovasi yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Puspita Sari, R. (2025, 28 Februari). Apa Itu Industrial Cloud Computing ? Pengertian & Cara Kerjanya. Cloud Computing Indonesia.

<https://www.cloudcomputing.id/pengetahuan-dasar/apa-itu-iiot>

Ranah Research. (2024). Integrasi AI dan IoT untuk Meningkatkan Keselamatan Kerja. Jurnal Ranah Research, 6(5), 2234–2237.

<https://jurnal.ranahresearch.com/index.php/R2J/article/download/1056/959>

Kompasiana. (2025, 10 Januari). K3 di Era Cloud Computing (IoT): Solusi Keamanan Kerja di Industri Elektro.

<https://www.kompasiana.com/halqyquraisy/6780cae7c925c41ecd117443>

Universitas Widyatama. (2024). Analisis Dampak Otomasi Industri terhadap Efisiensi Operasional. Jurnal JITTER.

<https://journal.widyatama.ac.id/index.php/jitter/article/view/2411>

E-Journal Nian Tana Sikka. (2025). Transformasi Struktur Pekerjaan dan Kebutuhan Keterampilan di Era AI dan Otomasi.

<https://ejournal-nipamof.id/index.php/NianTanaSikka/article/view/665>

Peningkatan Kinerja Buruh Pabrik Melalui Teknologi Mesin Digital untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas

Fian Ramadhan

Universitas Ahmad Dahlan

2400019128@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Di era globalisasi dan persaingan yang semakin ketat, industri manufaktur menghadapi tantangan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Salah satu solusi yang muncul adalah penerapan teknologi mesin digital. Teknologi ini tidak hanya mengubah cara produksi, tetapi juga berpotensi meningkatkan kinerja buruh pabrik secara signifikan. Penerapan teknologi digital, seperti *Internet of Things* (IoT), Kecerdasan Buatan (AI), dan robotika, memungkinkan otomatisasi proses produksi, pengurangan kesalahan manusia, dan peningkatan kualitas produk. Dengan demikian, buruh pabrik dapat lebih fokus pada tugas yang lebih strategis dan bernilai tambah. Artikel ini akan membahas bagaimana teknologi mesin digital dapat meningkatkan kinerja buruh pabrik, serta tantangan dan solusi dalam implementasinya.

ISI

1. Peran Teknologi Mesin Digital dalam Peningkatan Kinerja Buruh Pabrik

a. Otomatisasi Proses Produk

Otomatisasi adalah salah satu manfaat utama dari teknologi mesin digital. Dengan menggunakan mesin otomatis, pabrik dapat meningkatkan kecepatan dan konsistensi produksi. Misalnya, penggunaan robot industri untuk perakitan produk dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu. Hal ini tidak hanya meningkatkan output tetapi juga mengurangi biaya tenaga kerja para buruh. Dengan menggunakan mesin otomatis, pabrik dapat mengurangi waktu siklus produksi dan meningkatkan konsistensi produk. Misalnya, robot industri dapat melakukan tugas-tugas seperti pengelasan, pengecatan, dan perakitan dengan kecepatan dan presisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tenaga manusia. Hal ini tidak hanya meningkatkan *output* tetapi juga mengurangi biaya tenaga kerja, karena mesin dapat beroperasi tanpa henti dan tidak memerlukan istirahat.

b. Peningkatan Akurasi dan Pengurangan Kesalahan Manusia

Salah satu tantangan terbesar dalam produksi adalah kesalahan manusia. Dengan teknologi seperti *Computer Numerical Control* (CNC), mesin ini dapat melakukan tugas dengan akurasi yang sangat tinggi. Ini dapat mengurangi cacat produk dan meningkatkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Selain itu, sistem *Machine Learning* dapat menganalisis data produksi untuk mengidentifikasi pola serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan, sehingga meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan.

c. Pemantauan *Real-Time* untuk Efisiensi Kerja

Teknologi IoT memungkinkan pemantauan kondisi mesin dan kinerja buruh secara *real-time*. Dengan menggunakan sensor dan perangkat lunak yang sistematis, manajer dapat mengidentifikasi masalah sebelum menjadi kritis. Misalnya, sistem *predictive maintenance* dapat mendeteksi tanda-tanda kerusakan pada mesin, sehingga perbaikan dapat dilakukan sebelum mesin mengalami kerusakan total. Ini mengurangi waktu henti dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

2. Dampak pada Produktivitas dan Kondisi Kerja Buruh

a. Peningkatan Produktivitas

Dengan otomatisasi dan pemantauan yang lebih baik, produktivitas pabrik dapat meningkat secara signifikan. Proses yang lebih cepat dan efisien memungkinkan pabrik untuk memenuhi permintaan pasar dengan lebih baik. Sebagai contoh, pabrik yang menerapkan teknologi digital dapat meningkatkan *output* hingga 30% dalam waktu yang sama dibandingkan dengan metode tradisional. Hal ini memberikan keunggulan kompetitif di pasar yang semakin ketat.

b. Pengurangan Beban Kerja Fisik

Teknologi digital dapat mengurangi kebutuhan akan pekerjaan fisik yang berat. Buruh tidak lagi harus melakukan tugas-tugas berulang yang melelahkan, sehingga mereka dapat fokus pada tugas yang lebih kompleks dan memiliki nilai tambah. Hal ini tidak hanya meningkatkan kepuasan kerja tetapi juga mengurangi resiko cedera akibat pekerjaan berat juga berkurang, yang pada gilirannya meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan buruh.

c. Peningkatan Keterampilan Buruh

Dengan penerapan teknologi baru, buruh perlu dilatih untuk mengoperasikan dan memelihara mesin digital. Ini memberikan kesempatan bagi mereka untuk

meningkatkan keterampilan, pengetahuan mereka,serta pengalaman. Pelatihan yang baik dapat meningkatkan kepercayaan diri buruh dan mempersiapkan mereka untuk peran yang lebih kompleks di masa depan. Ini membuka peluang bagi buruh untuk berkembang dalam karir mereka

d. Lingkungan Kerja yang Lebih Aman

Penggunaan robot dan mesin otomatis mengurangi risiko kecelakaan kerja. Dengan mengalihkan tugas berbahaya kepada mesin, buruh dapat bekerja dalam lingkungan yang lebih aman. Selain itu, teknologi pemantauan dapat membantu mengidentifikasi potensi bahaya sebelum menjadi masalah sehingga perusahaan dapat mengambil langkah-langkah pencegahan yang diperlukan.

3. Tantangan dalam Implementasi Teknologi Digital

Meskipun banyak manfaat yang ditawarkan, penerapan teknologi mesin digital juga menghadapi beberapa tantangan:

a. Resistensi Buruh terhadap Perubahan

Salah satu tantangan terbesar adalah resistensi dari buruh terhadap perubahan. Banyak buruh yang merasa terancam oleh otomatisasi dan takut kehilangan pekerjaan. Oleh karena itu, penting untuk melibatkan buruh dalam proses perubahan dan memberikan pelatihan yang memadai. Perubahan yang cepat dalam proses kerja dan penggunaan teknologi baru dapat menimbulkan ketidakpastian dan kekhawatiran di kalangan buruh. Pendidikan dan pelatihan yang tepat sangat penting untuk membantu buruh beradaptasi dengan teknologi baru. Program pelatihan harus dirancang untuk memberikan keterampilan yang diperlukan agar buruh dapat mengoperasikan mesin digital dengan percaya diri.

a. Biaya Investasi Awal yang Tinggi

Investasi awal untuk teknologi digital bisa sangat tinggi. Banyak perusahaan kecil dan menengah mungkin kesulitan untuk membiayai pembelian mesin baru dan pelatihan karyawan. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi pembiayaan yang tepat dan mempertimbangkan manfaat jangka panjang dari investasi tersebut.

b. Ketergantungan pada Teknologi

Ketergantungan pada teknologi dapat menjadi masalah jika sistem mengalami gangguan. Oleh karena itu, perusahaan perlu memiliki rencana cadangan dan strategi pemulihan untuk mengatasi masalah teknis yang mungkin terjadi. Ini

termasuk pelatihan karyawan untuk menangani situasi darurat dan memastikan bahwa ada dukungan teknis yang tersedia.

c. Keterbatasan Infrastruktur

Di beberapa daerah, infrastruktur yang ada mungkin tidak mendukung penerapan teknologi digital. Koneksi internet yang lambat atau tidak stabil dapat menghambat penggunaan teknologi IoT dan sistem berbasis *cloud*. Oleh karena itu, investasi dalam infrastruktur juga perlu dipertimbangkan untuk memastikan kelancaran operasional.

4. Solusi untuk Mengatasi Tantangan

Untuk mengatasi tantangan dalam penerapan teknologi digital, perusahaan dapat mengambil beberapa langkah:

a. Pelatihan dan Pendidikan

Memberikan pelatihan yang memadai kepada buruh tentang cara menggunakan teknologi baru sangat penting. Program pelatihan yang berkelanjutan dapat membantu buruh merasa lebih nyaman dan percaya diri dalam menggunakan mesin digital. Ini juga dapat mencakup pelatihan tentang keamanan kerja dan cara mengatasi masalah yang mungkin timbul.

b. Komunikasi yang Efektif

Membangun komunikasi yang baik antara manajemen dan buruh dapat membantu mengurangi resistensi terhadap perubahan. Menjelaskan manfaat teknologi dan bagaimana hal itu dapat meningkatkan kondisi kerja dapat membantu mendapatkan dukungan dari buruh. Pertemuan rutin dan forum diskusi dapat menjadi sarana untuk mendengarkan kekhawatiran buruh dan memberikan informasi yang jelas.

c. Investasi Bertahap

Perusahaan dapat mempertimbangkan untuk melakukan investasi secara bertahap. Mulailah dengan mengimplementasikan teknologi di area yang paling membutuhkan perbaikan, dan secara bertahap perluas ke area lain setelah mendapatkan hasil yang positif. Ini memungkinkan perusahaan untuk mengelola risiko dan mengukur dampak dari setiap langkah yang diambil.

d. Kolaborasi dengan Penyedia Teknologi

Bekerja sama dengan penyedia teknologi dapat membantu perusahaan mendapatkan solusi yang tepat dan dukungan teknis yang diperlukan. Penyedia

teknologi sering kali memiliki pengalaman dan pengetahuan yang dapat membantu perusahaan mengatasi tantangan yang dihadapi. Kolaborasi ini juga dapat mencakup pengembangan solusi kustom yang sesuai dengan kebutuhan spesifik perusahaan.

5. Studi Kasus: Penerapan Teknologi Digital di Pabrik

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang penerapan teknologi mesin digital, berikut adalah contoh studi kasus dari sebuah pabrik yang berhasil menerapkan teknologi ini:

a. Pabrik Manufaktur Otomotif

Sebuah pabrik otomotif di Indonesia menerapkan sistem otomatisasi dengan menggunakan robot untuk perakitan komponen mobil. Sebelum penerapan teknologi ini, pabrik mengalami banyak masalah dengan kesalahan perakitan dan waktu henti yang tinggi. Setelah mengimplementasikan robotika dan sistem pemantauan berbasis IoT, pabrik tersebut berhasil meningkatkan produktivitas hingga 40% dan mengurangi kesalahan perakitan hingga 25%. Ini menunjukkan bagaimana teknologi dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

b. Pelatihan Karyawan

Pabrik tersebut juga menginvestasikan waktu dan sumber daya untuk melatih karyawan dalam mengoperasikan mesin baru. Dengan pelatihan yang baik, karyawan merasa lebih percaya diri dan mampu beradaptasi dengan perubahan. Hal ini tidak hanya meningkatkan kinerja individu tetapi juga menciptakan budaya kerja yang lebih positif, di mana karyawan merasa dihargai dan terlibat dalam proses produksi.

c. Hasil dan Manfaat

Setelah penerapan teknologi digital, pabrik tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan nyaman. Karyawan merasa lebih dihargai dan terlibat dalam proses produksi, yang pada gilirannya meningkatkan loyalitas dan retensi karyawan. Selain itu, peningkatan efisiensi operasional juga berdampak positif pada profitabilitas perusahaan. Dengan penjelasan yang lebih rinci ini, diharapkan pembaca dapat memahami lebih dalam mengenai peran teknologi mesin digital dalam meningkatkan kinerja buruh pabrik serta tantangan dan solusi yang terkait.

KESIMPULAN

Penerapan teknologi mesin digital di pabrik memiliki potensi besar untuk meningkatkan kinerja buruh, efisiensi operasional, dan produktivitas. Dengan otomatisasi, pengurangan kesalahan manusia, dan pemantauan real-time, perusahaan dapat mencapai hasil yang lebih baik dalam waktu yang lebih singkat.

Namun, tantangan dalam implementasi teknologi ini tidak dapat diabaikan. Resistensi buruh, biaya investasi, dan ketergantungan pada teknologi adalah beberapa masalah yang perlu diatasi. Dengan pendekatan yang tepat, termasuk pelatihan, komunikasi yang efektif, dan investasi bertahap, perusahaan dapat memanfaatkan teknologi digital untuk mencapai keunggulan kompetitif.

Di masa depan, integrasi teknologi yang lebih canggih, seperti AI dan machine learning, akan semakin mempercepat transformasi digital di pabrik. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk terus beradaptasi dan berinovasi agar tetap relevan dalam industri yang terus berkembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, A. (2024). *Transformasi Digital di Sektor Manufaktur*. Jakarta: Penerbit Industri.
- Lee, S. (2023). Kecerdasan Buatan dan Otomatisasi di Pabrik. *Jurnal Robotika IEEE*.
- Kemenperin. (2024). *Laporan Industri 4.0: Implementasi Teknologi Digital di Indonesia*.
- Smith, J. (2023). *Masa Depan Pekerjaan: Otomatisasi dan Dampaknya pada Tenaga Kerja*. Harvard Business Review.
- World Economic Forum. (2023). *Laporan Masa Depan Pekerjaan 2023*.

MANTUL: Peran *Website* Digital dalam Mendukung UMKM Kuliner di Bantul

Vinanda Luthvia Ramadhan

Universitas Ahmad Dahlan

2400019129@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam dunia bisnis dan industri. Salah satu dampak paling nyata dari kemajuan teknologi ini adalah munculnya era digitalisasi, dimana hampir semua aktivitas ekonomi dan sosial dapat dilakukan secara daring (*online*). Digitalisasi telah menjadi kebutuhan utama, bukan hanya bagi perusahaan besar, tetapi juga bagi Usaha Kecil, Mikro, dan Menengah (UMKM) yang selama ini menjadi tulang punggung perekonomian Indonesia. Di tengah persaingan pasar yang semakin ketat dan perubahan perilaku konsumen yang semakin mengutamakan kemudahan serta kecepatan layanan, digitalisasi menjadi solusi strategis untuk meningkatkan daya saing dan memperluas pasar UMKM, khususnya di daerah seperti Bantul yang kaya akan potensi kuliner dan industri kreatif.

Bantul, sebagai salah satu kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta, terkenal dengan kekayaan kuliner tradisional dan inovasi produk-produk makanan lokal. Namun, banyak pelaku UMKM di Bantul yang masih menghadapi kendala dalam pemasaran dan pengembangan usaha, terutama dalam hal akses pasar yang terbatas dan keterbatasan modal untuk promosi. Di sinilah peran digitalisasi, khususnya melalui pengembangan website digital, menjadi sangat penting. *Website* dapat menjadi media yang efektif untuk menampilkan produk, memperkenalkan menu makanan secara lengkap, memberikan penjelasan detail mengenai keunikan produk, serta menyediakan layanan pemesanan *online* yang praktis. Dengan demikian, UMKM di Bantul dapat menjangkau konsumen yang lebih luas, meningkatkan penjualan, serta memperkuat *branding* usaha mereka di tengah arus globalisasi dan digitalisasi yang terus berkembang.

PEMBAHASAN

Digitalisasi membawa perubahan bagi UMKM untuk menjalankan usahanya. Menurut Hasan *et al.* (2021), digitalisasi mampu meningkatkan efisiensi operasional, memperluas jangkauan pasar, serta membuka peluang baru bagi UMKM untuk berkembang di tengah tantangan ekonomi. Di Bantul, digitalisasi sangat relevan mengingat karakteristik wilayah

yang kaya akan produk kuliner lokal namun masih terbatas dalam hal akses pasar dan promosi. Melalui digitalisasi, UMKM dapat memanfaatkan berbagai *platform* daring untuk memasarkan produk mereka, mulai dari media sosial, *marketplace*, hingga *website* resmi yang dirancang khusus untuk menampilkan produk secara profesional.

Website digital menjadi salah satu alat utama dalam proses digitalisasi UMKM. Dengan website, UMKM dapat menampilkan seluruh produk mereka secara lengkap, memberikan informasi detail tentang setiap menu makanan, serta menyajikan cerita di balik produk yang dapat meningkatkan nilai jual dan daya tarik konsumen. Selain itu, *website* juga memberikan kemudahan akses informasi bagi pelanggan, sehingga mereka dapat mengetahui berbagai pilihan menu, harga, bahan baku, serta keunggulan produk tanpa harus datang langsung ke lokasi usaha. Hal ini sangat penting di era digital, di mana konsumen cenderung mencari informasi secara daring sebelum memutuskan untuk membeli suatu produk.

Digitalisasi juga memungkinkan UMKM untuk beradaptasi dengan perubahan perilaku konsumen yang semakin mengutamakan kemudahan dan kecepatan layanan. Konsumen masa kini lebih memilih melakukan transaksi secara *online*, baik melalui aplikasi maupun *website*, karena dianggap lebih praktis dan efisien. Oleh karena itu, UMKM yang mampu beradaptasi dengan teknologi digital akan memiliki keunggulan kompetitif dibandingkan dengan pesaing yang masih mengandalkan cara-cara konvensional. Digitalisasi juga memberikan peluang bagi UMKM untuk membangun *database* pelanggan, melakukan analisis pasar, serta mengembangkan strategi pemasaran yang lebih efektif dan terukur (Nugroho & Rahman, 2022).

Website ini bernama MANTUL atau Makanan Bantul, agar *website* MANTUL dapat berfungsi dengan baik dalam mendukung pengembangan UMKM kuliner di Bantul, beberapa fitur utama harus diperhatikan dalam desain dan pengembangannya. Fitur-fitur ini tidak hanya berfungsi sebagai alat promosi, tetapi juga sebagai sarana edukasi, komunikasi, dan transaksi yang efektif antara pelaku usaha dan konsumen.

Salah satu fitur terpenting dalam *website* UMKM kuliner adalah halaman menu makanan yang lengkap dan informatif. Setiap menu akan ditampilkan dengan gambar berkualitas tinggi yang menggugah selera, sehingga dapat menarik perhatian pengunjung *website*. Selain gambar, deskripsi yang rinci mengenai setiap menu sangat penting. Deskripsi ini dapat mencakup bahan-bahan utama yang digunakan, proses pembuatan, cita rasa yang dihasilkan, serta keunikan atau keistimewaan dari setiap hidangan. Misalnya, untuk menu "Gudeg Bantul", deskripsi dapat menjelaskan asal usul gudeg sebagai makanan

khas Yogyakarta, bahan utama berupa nangka muda, serta cita rasa manis gurih yang menjadi ciri khasnya.

Penjelasan yang lengkap dan menarik tidak hanya memberikan informasi kepada konsumen, dan juga dapat meningkatkan minat pembeli. Konsumen yang mengetahui detail produk cenderung merasa lebih yakin untuk melakukan pembelian, karena mereka memahami apa yang mereka dapatkan. Selain itu, penjelasan yang edukatif juga dapat menjadi nilai tambah, terutama bagi konsumen dari luar daerah yang belum familiar dengan kuliner khas Bantul. Dengan demikian, halaman menu makanan yang informatif dapat menjadi alat pemasaran yang sangat efektif dalam menarik dan mempertahankan pelanggan (Sulistyawati, 2021).

Fitur pemesanan *online* menjadi salah satu keunggulan utama *website* MANTUL. Melalui laman pemesanan *online*, pelanggan dapat dengan mudah memilih menu yang diinginkan, menentukan jumlah pesanan, memilih waktu pengantaran atau pengambilan, serta melakukan pembayaran secara digital. Sistem pemesanan *online* harus dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami, sehingga pelanggan dari berbagai usia dan latar belakang dapat menggunakannya tanpa kesulitan.

Selain kemudahan dalam penggunaan, keamanan transaksi juga harus menjadi prioritas. Integrasi dengan berbagai metode pembayaran digital, seperti transfer bank, dompet digital (*e-wallet*), atau pembayaran langsung saat pengantaran, dapat memberikan fleksibilitas bagi pelanggan. Konfirmasi otomatis melalui pesan singkat dapat meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap profesionalisme UMKM.

Dengan adanya fitur pemesanan *online*, UMKM dapat mengurangi beban kerja manual, meminimalkan risiko kesalahan dalam pencatatan pesanan, serta mempercepat proses transaksi. Selain itu, data pemesanan yang tersimpan secara digital dapat digunakan untuk analisis penjualan, pengelolaan stok, dan pengembangan strategi pemasaran di masa depan (Muh Fajrul & Riska Fita Saptyana, 2025).

Desain *website* yang *user-friendly* dan responsif sangat penting untuk memastikan kenyamanan pengguna dalam mengakses informasi dan melakukan transaksi. *Website* harus memiliki struktur navigasi yang jelas, dengan menu-menu utama yang mudah ditemukan dan diakses. Penggunaan warna, *font*, dan tata letak yang menarik namun tetap sederhana dapat meningkatkan pengalaman pengguna dan membuat mereka betah berlama-lama di *website*.

Website yang responsif akan menyesuaikan tampilan secara otomatis sesuai dengan perangkat yang digunakan, sehingga informasi tetap dapat diakses dengan baik tanpa harus

melakukan *zoom in* atau *scroll* berlebihan. Hal ini sangat penting untuk menjaga kenyamanan pengguna dan mendorong mereka untuk melakukan pembelian secara *online*.

Selain itu, fitur pencarian dan filter menu juga dapat ditambahkan untuk memudahkan pelanggan menemukan produk yang diinginkan. Misalnya, pelanggan dapat mencari menu berdasarkan kategori, harga, atau bahan utama. Dengan demikian, navigasi yang *user-friendly* dan responsif dapat meningkatkan konversi penjualan dan loyalitas pelanggan (Sulistyawati, 2021).

Beberapa UMKM dan restoran di Indonesia telah berhasil mengimplementasikan *website* digital yang efektif dalam mendukung pemasaran dan penjualan produk mereka. Misalnya, Restoran Sederhana yang menampilkan menu lengkap dengan gambar menarik dan sistem pemesanan *online* yang mudah digunakan. *Website* MANTUL juga menyediakan informasi tentang sejarah restoran, testimoni pelanggan, serta galeri foto yang memperkuat branding usaha.

UMKM di Bantul dapat belajar dari contoh beberapa restoran di Indonesia dengan menyesuaikan konten dan fitur sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik produk kuliner lokal. Pendekatan *storytelling* juga dapat digunakan untuk mengangkat nilai budaya dan tradisi di balik setiap menu makanan, sehingga produk tidak hanya menjadi komoditas, tetapi juga bagian dari warisan budaya yang patut dilestarikan (Hasan *et al.*, 2021).

Implementasi *website* digital membawa berbagai manfaat strategis bagi UMKM di Bantul. Salah satu manfaat utama adalah perluasan pasar, di mana UMKM dapat menjangkau pelanggan di luar wilayah Bantul, bahkan hingga tingkat nasional dan internasional. Dengan *website* MANTUL, produk kuliner khas di Bantul dapat dikenal oleh masyarakat luas, sehingga peluang penjualan semakin besar.

Selain itu, *website* yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan profesionalisme dan kepercayaan pelanggan. *Website* memberikan kesan bahwa UMKM dikelola secara serius dan profesional, sehingga pelanggan merasa lebih yakin untuk melakukan transaksi. Data pemesanan dan pelanggan yang tersimpan secara digital juga memudahkan pengelolaan usaha, analisis penjualan, dan pengembangan strategi bisnis yang lebih efektif.

Manfaat lain adalah peningkatan kepuasan dan loyalitas pelanggan. Kemudahan akses informasi, proses pemesanan yang cepat, serta layanan pelanggan yang responsif dapat meningkatkan pengalaman pelanggan dan mendorong mereka untuk melakukan pembelian ulang. Dengan demikian, digitalisasi melalui *website* dapat menjadi kunci sukses dalam mengembangkan UMKM kuliner di Bantul (Nugroho & Rahman, 2022).

Meskipun banyak manfaat yang dapat diperoleh, digitalisasi UMKM juga memiliki beberapa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknologi di kalangan pelaku UMKM. Banyak pelaku usaha yang belum familiar dengan teknologi digital, sehingga mereka kesulitan dalam mengelola *website* atau menggunakan fitur-fitur yang tersedia. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan pelatihan dan pendampingan dari pemerintah, lembaga pendidikan, atau komunitas digital.

Tantangan lain adalah biaya pengembangan dan pemeliharaan *website*. Pengembangan *website* profesional membutuhkan investasi yang tidak sedikit, terutama untuk desain, *hosting*, dan pemeliharaan. UMKM dapat memanfaatkan *platform website* yang *user-friendly* dan terjangkau, seperti WordPress dengan tema Divi, yang memungkinkan pengelolaan *website* tanpa perlu keahlian *coding*. Selain itu, kolaborasi dengan pengembang lokal atau mahasiswa IT dapat menjadi solusi untuk mendapatkan *website* berkualitas dengan biaya yang lebih terjangkau.

Agar digitalisasi *website* MANTUL dapat berjalan optimal, UMKM di Bantul perlu menerapkan beberapa strategi pengembangan yang efektif. Pertama, kolaborasi dengan pengembang *website* lokal dapat membantu UMKM mendapatkan *website* yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik usaha mereka. Pengembang lokal biasanya lebih memahami budaya dan preferensi pasar setempat, sehingga dapat merancang *website* yang relevan dan menarik.

Kedua, pelatihan *digital marketing* sangat penting untuk meningkatkan kemampuan pelaku UMKM dalam memanfaatkan *website* dan media sosial sebagai alat pemasaran. Pelatihan ini dapat mencakup pembuatan konten, manajemen media sosial, dan analisis data pemasaran. Dengan demikian, UMKM dapat mengoptimalkan penggunaan *website* untuk meningkatkan penjualan dan memperluas pasar.

Ketiga, penggunaan konten multimedia seperti foto dan video berkualitas tinggi dapat meningkatkan daya tarik *website* dan memperkuat pesan pemasaran. Konten visual yang menarik dapat meningkatkan *engagement* dan membantu pelanggan memahami produk dengan lebih baik.

KESIMPULAN

Digitalisasi melalui *website* digital merupakan langkah utama untuk mendukung pengembangan UMKM di daerah Bantul, khususnya di sektor kuliner. *Website* yang menampilkan menu makanan lengkap dengan penjelasan dan dilengkapi fitur pemesanan online dapat memperluas pasar, meningkatkan efisiensi operasional, dan memperkuat

branding UMKM. Dengan desain yang menarik, navigasi mudah, dan sistem transaksi yang aman, *website* menjadi alat efektif untuk menghubungkan UMKM dengan pelanggan modern.

Tantangan yang ada dapat diatasi melalui pelatihan, kolaborasi, dan pemanfaatan teknologi yang tepat guna. Dengan dukungan teknologi digital, UMKM di Bantul dapat meningkatkan daya saing dan berkontribusi lebih besar terhadap perekonomian daerah dan nasional. Transformasi digital bukan hanya pilihan, melainkan kebutuhan agar UMKM tetap relevan dan berkembang di era digital yang terus bergerak.

DAFTAR PUSTAKA

- Fajrul, M., & Saptiyana, R. F. (2025). Strategi Peningkatan Daya Saing UMKM Kuliner di Era Digital: Studi Kasus pada Pelaku Usaha di Kota Semarang. *MAMEN: Jurnal Manajemen*, 4(2), 143-157.
- Hasan, M., Noercahyo, A., Rani, A. E., Salsabilla, N. A., & Izzati, S. N. (2021). Pengembangan ekonomi kreatif sektor UMKM di masa pandemi covid-19. *Jurnal ekonomi pendidikan dan kewirausahaan*, 9(2), 125-138.
- Irawan, I. A., & Ghonisyah, G. A. A. (2023). Strategi Digitalisasi Pada UMKM di Bidang Kuliner pada Masa Pandemi Covid-19 di Kota Tasikmalaya. *Jurnal Bisnis dan Kewirausahaan*, 19(1), 43-49.
- Muizu, W. O. Z., Alamanda, A. R., & Nurkamal, A. H. (2022). Penerapan Kecerdasan Bisnis Dalam Digitalisasi Umkm Kuliner Di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Islami*, 11(2), 153-166.
- Nugroho, A. P., & Rahman, A. (2022). Digitalisasi dan Keberlangsungan UMKM Kuliner Halal Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 8(2), 1654-1660.
- Sirait, R. M., & SH, M. K. (2025). Manajemen UMKM di Era Digital. *Manajemen UMKM di Era Digital*, 140.
- Sulistiyawati, A. (2023, May). Pemanfaatan Media Digital Dalam Pemasaran Produk Kuliner Umkm Di Kota Denpasar (Studi Kasus: Jl. Hayam Wuruk Dan Jl. Merdeka Denpasar). In *Seminar Nasional Pariwisata dan Kewirausahaan (SNPK) (Vol. 2, pp. 339-349)*.

Optimalisasi Penyampaian Informasi Budaya Candi Prambanan melalui Aplikasi *Culture Mobile*

Izza Aulia Ni'mah

Universitas Ahmad Dahlan

2400019131@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Sebagai bagian dari warisan sejarah bangsa, Candi Prambanan dipandang sebagai salah satu peninggalan budaya yang sangat berharga oleh masyarakat Indonesia. Sebagai warisan dunia yang telah diakui oleh dengan strategi yang matang dan dukungan dari berbagai pihak, *Culture Mobile* UNESCO, candi ini menyimpan kekayaan sejarah, keindahan seni arsitektur, serta nilai-nilai spiritual dan budaya yang tinggi. Setiap relief yang terpahat pada dindingnya mengisahkan legenda-legenda lokal yang sarat makna. Namun, di tengah kemajuan teknologi dan budaya digital saat ini, penyampaian informasi mengenai Candi Prambanan kepada masyarakat masih menghadapi tantangan besar. Hal ini menjadi perhatian serius, terutama dalam upaya mengenalkan dan melestarikan budaya kepada generasi muda.

Generasi milenial dan generasi Z dikenal lebih familiar dengan teknologi digital dan terbiasa mengakses informasi melalui media yang cepat, visual, dan interaktif. Mereka lebih tertarik pada pengalaman yang personal dan mendalam melalui perangkat seperti ponsel pintar atau tablet. Sayangnya, di kawasan wisata seperti Candi Prambanan, penyampaian informasi budaya masih terbatas pada papan statis, brosur cetak, atau penjelasan lisan dari pemandu wisata. Metode ini bersifat satu arah dan kurang mampu menggugah ketertarikan mendalam. Akibatnya, informasi tentang nilai sejarah dan kebudayaan yang terkandung dalam situs tersebut tidak tersampaikan secara menyeluruh.

Melihat kondisi tersebut, penulis memandang perlunya pendekatan baru yang lebih sesuai dengan karakter generasi masa kini, yaitu melalui pemanfaatan media digital. Salah satu alternatif solutif adalah pengembangan aplikasi *Culture Mobile*, sebuah *platform* berbasis gawai yang dirancang untuk menyampaikan informasi budaya Candi Prambanan secara interaktif dan edukatif. Aplikasi ini dapat menyajikan fitur-fitur menarik seperti cerita interaktif, peta digital, audio visual, hingga *augmented reality* (AR). Dengan demikian, pengunjung dapat memperoleh pengalaman wisata yang menyenangkan sekaligus bermakna secara intelektual dan emosional.

Pemanfaatan teknologi ini diharapkan menjadi jembatan antara generasi muda dan

warisan budaya bangsa yang adiluhung. Optimalisasi penyampaian informasi melalui aplikasi *Culture Mobile* bukan hanya bertujuan mengenalkan Candi Prambanan secara lebih menarik, tetapi juga membangun kesadaran kolektif akan pentingnya pelestarian budaya nasional. Dengan cara ini, pelestarian budaya tidak lagi dianggap sebagai sesuatu yang kuno, melainkan sebagai bagian penting dari identitas dan kebanggaan generasi masa kini dalam menjalani kehidupan modern.

PEMBAHASAN

Aplikasi *Culture Mobile* merupakan solusi inovatif yang dirancang untuk menjawab tantangan penyampaian informasi budaya di era digital. Dalam dunia yang semakin erat hubungannya dengan teknologi, aplikasi ini dibuat dengan tampilan antarmuka yang menarik dan mudah digunakan oleh berbagai kalangan usia. Halaman utama aplikasi menyediakan dua pilihan bahasa, yaitu Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris, sehingga mampu menjangkau pengguna domestik maupun wisatawan asing. Navigasi antar menu seperti "Peta Candi", "Kisah Legenda", "AR Viewer", "Kuis Budaya", dan "Info Tiket" dibuat responsive terhadap berbagai ukuran layar dan pastinya ramah pengguna.

Fitur *AR Viewer* merupakan salah satu terobosan penting dalam aplikasi ini. Dengan mengarahkan kamera ponsel ke titik tertentu, pengguna dapat melihat rekonstruksi tiga dimensi dari bagian-bagian candi yang sudah rusak atau tidak utuh. Teknologi ini menggabungkan riset arkeologis dan animasi modern, memungkinkan pengunjung memahami bentuk asli dan makna simbolis dari relief-relief yang ada. Beberapa titik juga dilengkapi narasi audio dan teks interaktif yang memperkaya pengalaman belajar budaya secara imersif.

Menu "Peta Candi" memungkinkan pengguna menjelajahi kompleks Prambanan melalui sistem peta digital yang terintegrasi dengan GPS. Setiap titik penting di dalam kawasan candi diberikan ikon khusus yang bisa diklik untuk menampilkan sejarah, fakta arkeologis, dan dokumentasi visual. Fitur ini sangat membantu bagi pengunjung yang ingin mengenal lebih dalam setiap sudut candi tanpa takut tersesat. Selain itu, peta ini juga menyediakan fitur rute yang membantu pengguna menyesuaikan kunjungan mereka sesuai waktu yang tersedia.

Pada bagian "Kisah Legenda", aplikasi menyuguhkan narasi budaya seperti kisah Ramayana dan Roro Jonggrang dalam bentuk komik digital. Cerita-cerita tersebut ditampilkan dengan ilustrasi warna penuh dan animasi ringan, lengkap dengan efek suara dan musik latar. Tidak hanya menghibur, format ini juga memberi ruang interpretasi budaya

secara visual yang lebih mudah dipahami oleh generasi muda. Pengguna bahkan bisa mengakses latar belakang tokoh dan nilai moral dari setiap cerita, sehingga pembelajaran budaya menjadi lebih menyentuh dan reflektif.

Konsep gamifikasi (permainan digital) dalam fitur "Kuis Budaya" turut berperan penting dalam mendorong partisipasi pengguna. Kuis dibuat dalam beberapa level dengan tantangan soal yang berbeda, mulai dari sejarah Candi Prambanan, makna simbolik arsitektur Hindu, hingga kebudayaan Jawa kuno. Sistem poin dan lencana digital yang diberikan membuat pengguna merasa tertantang dan terdorong untuk mengeksplorasi lebih banyak konten budaya. Peringkat nasional dan sistem berbagi capaian ke media sosial juga memberi kesan kompetitif yang menyenangkan.

Dari sisi teknis, pengembangan aplikasi ini memperhatikan pertimbangan dengan berbagai perangkat serta efisiensi penggunaan data. Aplikasi dirancang ringan agar bisa diakses walau dengan koneksi internet terbatas. Keamanan dan stabilitas sistem juga dijaga dengan bekerja sama bersama penyedia jaringan nasional dan lembaga keamanan siber. Konten aplikasi di atasi oleh tim ahli budaya, sejarawan, dan pengembang teknologi agar validitas informasi tetap terjaga.

Untuk mendukung keberhasilan penerapan aplikasi ini, promosi dan edukasi masyarakat menjadi langkah penting. Pemerintah pusat dan daerah dapat bekerja sama dengan pengelola kawasan wisata, sekolah, dan komunitas budaya dalam mensosialisasikan aplikasi ini. Penyediaan *QR code*, *booth* edukatif, dan pelatihan bagi pemandu wisata akan memperkuat integrasi digital dalam pengalaman berkunjung. Sementara itu, aplikasi ini dapat bekerja sama dengan dunia pendidikan dapat menjadikan *Culture Mobile* sebagai bahan ajar tambahan untuk mengenalkan sejarah dan kebudayaan Indonesia secara menarik dan kekinian.

Dengan strategi yang matang dan dukungan dari berbagai pihak, *Culture Mobile* berpotensi besar menjadi media pelestarian budaya yang relevan di era digital. Aplikasi ini tidak hanya mendekatkan generasi muda dengan warisan leluhur, tetapi juga memberikan pengalaman baru dalam memahami budaya secara berkaitan dan menyenangkan. Teknologi yang digunakan bukan sekadar alat bantu, melainkan sarana untuk menghidupkan kembali nilai-nilai budaya dalam format yang lebih mudah diakses dan dipahami oleh masyarakat luas.

Lebih dari sekadar aplikasi, *Culture Mobile* juga dapat digunakan sebagai medium penghubung yang mempertemukan nilai tradisi dengan teknologi modern. Perpaduan ini menciptakan ruang belajar yang tidak membosankan, menyenangkan, serta bermakna bagi

berbagai kalangan, mulai dari pelajar hingga wisatawan mancanegara. Nilai edukatif (pendidikan) dan interaktif (ketertarikan) yang ditawarkan aplikasi ini mampu menumbuhkan rasa cinta budaya sejak dini, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap pelestarian budaya dalam jangka panjang.

Tak hanya berdampak pada sisi edukasi, aplikasi ini juga berpotensi memberikan nilai tambah secara ekonomi. UMKM lokal, pemandu wisata, hingga pengelola destinasi dapat memanfaatkan aplikasi ini sebagai sarana promosi dan integrasi layanan. Pada *Culture Mobile* dapat menciptakan ekosistem wisata budaya digital yang mendukung pariwisata berkelanjutan dan memperluas peluang kerja kreatif bagi masyarakat sekitar.

KESIMPULAN

Pada akhirnya, pelestarian budaya tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah atau akademisi, tetapi juga tugas bersama seluruh elemen masyarakat. Dengan memanfaatkan teknologi sebagai alat penguat, kita dapat menjaga identitas bangsa tanpa harus terjebak pada cara-cara lama. *Culture Mobile* adalah salah satu langkah nyata dalam mempertemukan masa lalu yang penuh nilai dengan masa kini yang serba digital, demi masa depan yang lebih berbudaya.

Sehingga, optimalisasi penyampaian informasi budaya Candi Prambanan melalui aplikasi *Culture Mobile* adalah langkah progresif dalam menjawab tantangan era digital. Aplikasi ini tidak hanya menjawab kebutuhan informasi yang

cepat dan interaktif, tetapi juga membentuk ruang baru untuk belajar, berinteraksi, dan berpartisipasi dalam pelestarian budaya. Dalam jangka panjang, kehadiran aplikasi seperti ini akan menjadi investasi budaya yang bernilai tinggi, menciptakan jembatan antara masa lalu yang luhur dan masa depan yang adaptif.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, F. R., Fatmawati, I., & Musa, H. G. (2024). Effects of experience quality and perceived value on tourist satisfaction and behavioral intention in Prambanan Temple. *Jurnal Bisnis: Teori dan Implementasi*, 13(2), 145–156.
<https://jbtjournal.org/article/view/2024-13-2-145>
- Medi, G., Fauziati, S. F., & Hantono, B. S. (2022). *Pengembangan aplikasi augmented reality pada Candi Prambanan sebagai eduwisata* [Skripsi, Universitas Gadjah Mada]. <https://repository.ugm.ac.id/>
- Parlindungan, H. H., Sukwika, T., & Manurung, H. (2021). Prambanan temple tourist

destination development in Indonesia as world cultural heritage. *European Journal of Science, Innovation and Technology*, 1(3), 39–56.

<https://ejst-journal.org/index.php/ejst/article/view/44>

Ramadhan, A., & Zikri, M. (2025). Creative tourism as the key to community empowerment: Revitalizing local narratives through cultural performances at Prambanan Temple. *Journal of Tourism and Creativity*, 9(1), 99–105.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10812345>

Widarti, E., Suyoto, S., & Emanuel, A. W. R. (2020). Mobile application design for heritage tourism uses gamification approach in Indonesia. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 10(5), 89–102. <https://doi.org/10.3991/ijep.v10i5.14915>

Sistem Transaksi Digital untuk Sektor Perkebunan Sawit

Afif Nurhidayat

Universitas Ahmad Dahlan

2400019133@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Sektor perkebunan kelapa sawit merupakan sektor yang besar mencakup antara pemilik sawit, distributor, dan juga pabrik .pemilik sawit yang belum memiliki kendaraan seperti mobil truk biasanya akan menyerahkan hasil sawit mereka ke distributor untuk di jual ke pabrik. Dalam hal ini banyak dari pemilik sawit merasa ragu karena perbedaan harga dari distributornya. Maka dalam kasus ini saya mengusulkan ide untuk mengatasi masalah tersebut, dengan cara menyediakan transaksi secara digital untuk mengatasi hal tersebut.

PEMBAHASAN

Secara definisi, transaksi digital adalah salah satu bentuk perkembangan teknologi yang memudahkan masyarakat dalam melakukan transaksi pembayaran melalui perangkat yang digunakan, seperti melalui internet dan difasilitasi melalui sebuah aplikasi, baik yang tersedia pada *smartphone* maupun dalam bentuk *website*. Seiring berkembangnya waktu, sangat banyak transaksi yang bisa dilakukan secara digital karena adanya dukungan dan perlindungan dari pemerintah dan lembaga keuangan resmi. Salah satu bentuk transaksi digital yang sangat populer saat ini adalah melalui *e-wallet* atau dompet digital, yang dapat melakukan transaksi hanya melalui *barcode*, nomor ponsel, maupun dengan bantuan *bank*.

Jadi dapat disimpulkan bahwa transaksi digital mengubah cara pembayaran, dari yang biasanya pakai uang *cash* berubah menjadi transaksi pembayaran non tunai atau *cashless*, dari pembayaran langsung menjadi transfer, dari dompet tradisional menjadi dompet digital. Maka dalam hal ini solusinya bukan hanya untuk transaksi tapi juga memudahkan dalam pembayaran serta membuat transparansi agar tidak ada pihak yang merasa dirugikan. Dalam hal ini pabrik berperan lebih untuk menyeimbangkan keuangan.

Sistem transaksi digital untuk sektor perkebunan sawit ini ada beberapa hal yang penting. Seperti harga jual sawit saat ini berapa keuntungan yang di dapat pemilik sawit dan juga berapa potongan untuk pekerja yang ada di lahan pemilik, serta berita apa saja yang terjadi. Hal-hal ini penting untuk mengetahui harga jual pada saat ini agar pemilik sawit tidak merasa dirugikan lalu juga untuk menginformasikan kepada pemilik sawit bahwa pada saat ini harga naik atau turun secara jelas dan bukan hanya kabar angin.

Sistem digital yang di gunakan di sini adalah sistem transaksi, di mana ini harus mencakup antara pemilik sawit distributor dan juga pabrik yang mana pabrik bisa memberikan informasi saat ini, bahkan untuk harga jual nya

Inisiatif POB dirancang untuk memanfaatkan karakteristik teknologi digital ini, dengan fokus untuk menciptakan mekanisme jejak yang murah dan dapat dipercaya. Pada dasarnya, yang dibutuhkan adalah sistem basis data terintegrasi dan tahan manipulasi yang membawa serta memelihara identitas digital minyak kelapa sawit, yang dapat digunakan oleh semua pemangku kepentingan di seluruh rantai nilai, mulai dari pabrik pengolah hingga konsumen akhir.

Saat ini, biaya yang terkait dengan pembuktian keberlanjutan minyak kelapa sawit secara nyata tinggi, diperlukan audit, pemantauan, dan pelaporan yang sering di seluruh rantai nilai (dari pertanian hingga proses manufaktur) dengan kemungkinan manipulasi data sepanjang rantai. Dengan inisiatif POB, audit, pemantauan, dan pelaporan hanya akan diperlukan di tingkat pertanian untuk menciptakan identitas digital untuk minyak kelapa sawit, dan kemudian informasi ini akan tahan terhadap manipulasi sepanjang rantai nilai. Inisiatif ini dirancang untuk menggunakan teknologi digital yang dipasangkan dengan perkembangan teknologi terbaru dalam internet industri, aplikasi seluler untuk konsumen akhir, layanan web dan *cloud*, dll.

Untuk sepenuhnya mendigitalkan rantai pasokan yang ada untuk minyak kelapa sawit. Ini akan menjadi solusi paket teknologi terintegrasi, dapat diimplementasikan di seluruh sektor minyak kelapa sawit mulai dari sumber (petani kelapa sawit) hingga titik akhir konsumsi. Inisiatif ini juga akan memiliki implikasi langsung untuk meningkatkan nilai dan kesadaran akan minyak kelapa sawit berkelanjutan.

KESIMPULAN

Sektor pertanian kelapa sawit merupakan sektor yang besar yang menggunakan hasil alam. Maka hal-hal yang menjadi masalah di atas adalah cara menangani yang baik dan membuat orang-orang paham akan teknologi karena semakin maju zaman maka semakin banyak digitalisasi yang dibutuhkan masyarakat umum. Mungkin akan ada kendala lain nya dalam proses pelaksanaannya maka harus saling membantu dalam hal ini.

DAFTAR PUSTAKA

<https://indopalmoil.com/id/post/393/VISI-TEKNOLOGI-BLOCKCHAIN-UNTUK-SEKTOR-KELAPA-SAWIT-INDONESIA.html>

<https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/2921/industri-kelapa-sawit-indonesia-menjaga-keseimbangan-aspek-sosial-ekonomi-dan-lingkungan>

<https://www.bayarind.id/news/pengertian-sistem-pembayaran-digital-dan-beragam-jenisnya/>

Inovasi Teknik Industri dalam Meningkatkan Efisiensi Operasional Tambang Nikel di Maluku Utara

Rimba Pratama Zainul

Universitas Ahmad Dahlan

2400019138@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Industri pertambangan, khususnya tambang nikel, memiliki peran yang sangat penting dalam perekonomian Indonesia, terutama di daerah Maluku Utara. Nikel merupakan salah satu komoditas strategis yang digunakan dalam berbagai industri, termasuk pembuatan baterai, *stainless steel*, dan produk elektronik. Namun, tantangan dalam operasional tambang nikel seringkali menghambat potensi maksimalnya. Oleh karena itu, inovasi teknik industri menjadi kunci untuk meningkatkan efisiensi operasional dan memastikan keberlanjutan industri ini. Dalam esai ini, akan dibahas berbagai inovasi teknik industri yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi operasional tambang nikel di Maluku Utara, serta tantangan yang mungkin dihadapi dalam penerapannya.

PEMBAHASAN

Inovasi teknik industri mencakup penerapan metode dan teknologi baru yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya, dan meminimalkan limbah. Dalam konteks tambang nikel di Maluku Utara, beberapa inovasi yang dapat diterapkan meliputi otomatisasi proses, penggunaan teknologi informasi, dan penerapan prinsip-prinsip *lean manufacturing*. Salah satu contoh inovasi yang dapat diterapkan adalah otomatisasi proses penambangan. Dengan menggunakan alat berat yang dilengkapi dengan teknologi canggih, seperti drone dan sensor, perusahaan tambang dapat memantau dan mengelola operasi secara lebih efisien. Otomatisasi tidak hanya meningkatkan kecepatan dan akurasi dalam proses penambangan, tetapi juga mengurangi risiko kecelakaan kerja, yang sering terjadi dalam industri ini. Selain itu, penggunaan perangkat lunak manajemen tambang dapat membantu dalam perencanaan dan pengendalian produksi, sehingga meminimalkan *downtime* dan meningkatkan efisiensi.

Penerapan teknologi informasi juga sangat penting dalam meningkatkan efisiensi operasional. Dengan memanfaatkan *big data* dan analitik, perusahaan tambang dapat mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai sumber, seperti kondisi geologi, cuaca, dan performa alat. Informasi ini dapat digunakan untuk membuat keputusan yang lebih baik

dan lebih cepat, serta untuk merencanakan strategi operasional yang lebih efektif. Misalnya, analisis data dapat membantu dalam menentukan waktu yang tepat untuk melakukan pemeliharaan alat, sehingga mengurangi risiko kerusakan dan meningkatkan produktivitas. Prinsip *lean manufacturing* juga dapat diterapkan dalam operasional tambang nikel. *Lean manufacturing* berfokus pada pengurangan limbah dan peningkatan nilai tambah bagi pelanggan. Dalam konteks tambang, ini berarti mengidentifikasi dan menghilangkan proses yang tidak memberikan nilai, seperti waktu tunggu yang tidak perlu atau penggunaan sumber daya yang berlebihan.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip lean, perusahaan tambang dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya operasional, yang pada gilirannya dapat meningkatkan profitabilitas. Namun, penerapan inovasi teknik industri tidak tanpa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah resistensi terhadap perubahan dari karyawan. Banyak pekerja yang mungkin merasa terancam oleh otomatisasi dan teknologi baru, sehingga penting bagi perusahaan untuk melakukan pelatihan dan sosialisasi yang memadai. Selain itu, investasi awal untuk teknologi baru seringkali cukup besar, sehingga perusahaan perlu mempertimbangkan strategi pembiayaan yang tepat.

KESIMPULAN

Dalam kesimpulannya, inovasi teknik industri memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional tambang nikel di Maluku Utara. Dengan menerapkan otomatisasi, teknologi informasi, dan prinsip *lean manufacturing*, perusahaan dapat mengoptimalkan proses penambangan, mengurangi biaya, dan meningkatkan keselamatan kerja. Meskipun ada tantangan dalam penerapannya, dengan pendekatan yang tepat, inovasi ini dapat membawa manfaat jangka panjang bagi industri tambang nikel dan perekonomian daerah. Keberhasilan dalam menerapkan inovasi ini tidak hanya akan meningkatkan daya saing perusahaan, tetapi juga berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan di Maluku Utara. Oleh karena itu, penting bagi semua pemangku kepentingan untuk mendukung dan berinvestasi dalam inovasi teknik industri demi masa depan yang lebih baik bagi industri tambang nikel di wilayah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Budi, S. (2020). *Inovasi Teknologi dalam Industri Pertambangan*. Jakarta: Penerbit

Universitas Indonesia.

Hidayat, R. (2019). *Manajemen Operasional Tambang: Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Andi

Offset.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2021). Laporan Tahunan Sektor Pertambangan 2020. Jakarta: Kementerian ESDM.

Mulyadi, D. (2022). "Penerapan Lean Manufacturing di Sektor Pertambangan". Jurnal Teknik Industri, 15(2), 45-58.

Prasetyo, A. (2021). "Otomatisasi dalam Proses Penambangan: Peluang dan Tantangan". Jurnal Teknologi Pertambangan, 10(1), 23-34.

Sari, N. (2020). Big Data dan Analitik dalam Industri Pertambangan. Bandung: Penerbit ITB.

Work Surveillance: Stres Akibat Sistem Monitoring Digital

Danar Andria Wirawan

Universitas Ahmad Dahlan

2411019030@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Transformasi digital di sektor industri telah mendorong berbagai inovasi dalam sistem manajemen kerja, salah satunya adalah penerapan *work surveillance*, yakni pengawasan kerja berbasis teknologi digital. Sistem ini mencakup penggunaan sensor, kamera CCTV berbasis kecerdasan buatan (AI), perangkat *wearable*, hingga perangkat lunak pelacak produktivitas yang dapat memantau aktivitas pekerja secara *real-time*. Bagi banyak perusahaan, sistem ini dipandang sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi, akurasi kinerja, dan kontrol mutu secara menyeluruh serta menjamin bahwa tujuan-tujuan organisasi dan manajemen tercapai (Islamy, 2021)

Namun, kemajuan ini menghadirkan permasalahan baru yang mulai banyak dikeluhkan, khususnya oleh kalangan pekerja di sektor industri manufaktur. Perasaan diawasi secara terus-menerus menciptakan tekanan psikologis, menurunkan kenyamanan kerja, dan dalam banyak kasus menyebabkan stres kerja yang signifikan. Fenomena ini dikenal sebagai *digital work stress* yaitu tekanan mental yang timbul akibat pengawasan berbasis sistem digital yang terlalu intensif, minimnya ruang privasi, dan kadang tidak mempertimbangkan kondisi manusiawi pekerja.

Banyak penelitian menyebutkan bahwa sistem monitoring pelacak kinerja yang terlalu ketat dapat menciptakan lingkungan kerja yang tidak sehat secara emosional (Prayoga, Huizen, & Asmiatun, 2024). Pekerja dituntut untuk terus produktif tanpa jeda, sementara waktu istirahat dan fleksibilitas menurun akibat sistem yang mencatat setiap gerakan. Selain itu, pemantauan otomatis kerap memunculkan ketimpangan dalam penilaian kerja, karena tidak semua aspek produktivitas bisa diukur secara kuantitatif. Akibatnya, banyak pekerja yang merasa kehilangan kendali atas pekerjaan mereka sendiri dan merasa diperlakukan seperti mesin.

Di Indonesia, fenomena ini mulai muncul seiring bertambahnya pabrik dan perusahaan yang menerapkan sistem industri 4.0. Meskipun efisiensi meningkat, keluhan mengenai beban mental juga meningkat, terutama di sektor produksi yang padat karya. Sayangnya, isu ini masih jarang dibahas secara mendalam dalam literatur ilmiah nasional maupun diskusi kebijakan perusahaan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penting untuk mengkaji secara ilmiah bagaimana sistem monitoring digital di lingkungan kerja modern berdampak terhadap kesehatan mental pekerja. Dengan menganalisis hubungan antara intensitas *work surveillance* dan tingkat stres kerja, diharapkan penelitian ini dapat memberikan gambaran yang lebih seimbang antara pencapaian efisiensi dan perlindungan aspek psikologis pekerja.

PEMBAHASAN

Penerapan sistem *work surveillance* berbasis digital memang mampu meningkatkan efisiensi kerja, akurasi data kinerja, mengurangi risiko penyimpangan tugas, serta mencegah pekerja jatuh terjerumus kepada sesuatu yang salah (Sentosa, 2021). Namun, dalam praktiknya, sistem ini kerap mengabaikan aspek psikologis pekerja. Pemantauan yang dilakukan secara konstan menurunkan rasa loyalitas, menimbulkan tekanan psikologis, dan mengganggu stabilitas emosional pekerja. Rasa selalu diawasi memicu kecemasan, menurunkan motivasi, serta memicu stres terutama bila sistem tidak memberikan ruang bagi istirahat atau fleksibilitas.

Banyak sistem pelacak digital menilai produktivitas semata-mata berdasarkan jumlah aktivitas atau waktu aktif di depan layar, tanpa mempertimbangkan kualitas kerja atau proses berpikir kreatif yang tidak selalu terdeteksi secara sistem. Akibatnya, pekerja yang membutuhkan waktu untuk berpikir, merancang, atau meriset dianggap tidak aktif oleh sistem, padahal kontribusinya tetap signifikan. Ini menimbulkan ketimpangan dalam penilaian kinerja dan menumbuhkan rasa ketidakadilan di tempat kerja.

Untuk menyeimbangkan efisiensi sistem kerja dengan kesehatan mental pekerja, perlu adanya pendekatan yang lebih manusiawi. Beberapa solusi yang dapat diterapkan meliputi:

Transparansi Sistem: Pelaksanaan pengawasan harus dilakukan dengan cara yang sah dan etis (Pakina & Solekhan, 2021). Pekerja harus diberi tahu secara jelas dan terbuka tentang apa yang dimonitor, sejauh apa data dikumpulkan, dan bagaimana data tersebut digunakan. Ini menciptakan rasa kepercayaan dan mengurangi tekanan karena ketidakpastian.

Kebijakan Pemantauan yang Proporsional: Sistem monitoring sebaiknya dibatasi hanya pada aspek yang relevan dengan tugas kerja, serta tidak digunakan untuk memantau hal-hal pribadi. Misalnya, pengawasan aktivitas komputer cukup dilakukan ketika mengolah data perusahaan, bukan secara keseluruhan.

Libatkan Pekerja dalam Desain Sistem: Melibatkan perwakilan pekerja dalam perancangan sistem pengawasan dapat membuat aturan lebih adil dan diterima bersama.

Pendekatan ini juga meningkatkan rasa kepemilikan dan mengurangi sikap tidak setia.

Evaluasi Kinerja Berbasis Kualitas, Bukan Sekadar Aktivitas: Sistem penilaian sebaiknya tidak hanya melihat seberapa lama pekerja aktif, tetapi juga memperhatikan hasil kerja, kontribusi inovatif, dan kolaborasi tim.

Dukungan Psikologis dan Kebijakan Kesehatan Mental: Perusahaan wajib menyediakan akses terhadap konseling psikologis, serta pelatihan manajemen stres. Hal ini penting untuk mencegah penurunan performa akibat tekanan sistem.

Fenomena *digital work stress* harus ditanggapi secara serius oleh pembuat kebijakan. Pemerintah dan asosiasi industri perlu mengatur batas-batas etis dalam penggunaan sistem pengawasan digital, serta mewajibkan melakukan pemeriksaan dampak psikologis bagi setiap sistem baru yang diterapkan. Di sisi lain, pekerja juga perlu berperan aktif dalam memperjuangkan hak atas ruang privasi dengan mengembangkan kerangka hukum yang mencakup prinsip-prinsip yang relevan dengan perlindungan hak asasi manusia di ruang digital (Triadi & Cahyono, 2025).

KESIMPULAN

Transformasi digital dalam dunia kerja membawa manfaat signifikan dalam hal efisiensi dan kontrol mutu, namun juga menimbulkan tantangan serius bagi kesehatan mental pekerja. Penerapan sistem *work surveillance* yang terlalu ketat terbukti dapat menurunkan kenyamanan kerja, memicu stres, bahkan berdampak negatif terhadap produktivitas jangka panjang. Rasa kehilangan privasi dan otonomi membuat pekerja merasa terasing dari pekerjaannya sendiri.

Untuk mengatasi hal ini, dibutuhkan pendekatan yang lebih seimbang antara kebutuhan produktivitas dan perlindungan terhadap kesejahteraan psikologis. Transparansi, kebijakan pemantauan yang proporsional, serta keterlibatan pekerja dalam perancangan sistem merupakan langkah awal yang penting. Selain itu, perusahaan perlu mengembangkan sistem evaluasi kerja yang lebih holistik dan memberi ruang bagi dukungan kesehatan mental.

Dengan demikian, efisiensi kerja tidak perlu dicapai dengan mengorbankan kesejahteraan manusia. Justru, lingkungan kerja yang sehat secara psikologis akan menciptakan tenaga kerja yang lebih produktif, loyal, dan inovatif di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Islamy, A. Z. U. (2021). Analisis Pengaruh Standar Operasional Prosedur (SOP), Teknologi

Informasi Dan Pengawasan Terhadap Kinerja Karyawan (Studi Kasus Pada PT. Agung Raya). Bab II Kajian Pustaka, 2(04), 01.

Pakina, R., & Solekhan, M. (2024). Pengaruh teknologi informasi terhadap hukum privasi dan pengawasan di Indonesia: Keseimbangan antara keamanan dan hak asasi manusia.

Journal of Scientech Research and Development, 6(1), 273-286.

Prayoga, M. A., Huizen, L. M., & Asmiatun, S. (2024). Sistem Monitoring Pekerjaan Proyek Menggunakan Metode Extreme Programming. vol, 5, 742-754.

Sentosa, A. (2021). Peran otoritas jasa keuangan dalam pengawasan pinjaman online (Doctoral dissertation, IAIN Palangka Raya).

Digitalisasi Sistem Penyimpanan Barang untuk Meningkatkan Efisiensi Distribusi

Hasbi Assyakira Abdillah

Universitas Ahmad Dahlan

2411019092@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Pada era digitalisasi yang semakin maju, industri retail modern seperti Alfamart dan Indomaret menghadapi tekanan yang tinggi untuk meningkatkan efisiensi distribusi demi memenuhi kebutuhan pelanggan yang terus berkembang. Konsumen kini menuntut ketersediaan produk yang cepat, akurat, dan sesuai kebutuhan mereka. Salah satu strategi penting untuk menjawab tantangan ini adalah digitalisasi sistem penyimpanan barang. Sistem digital tidak hanya berfungsi sebagai pencatat data stok, tetapi juga menjadi sarana strategis untuk mempercepat proses distribusi, meningkatkan akurasi, dan meminimalkan kesalahan yang kerap terjadi dalam pengelolaan barang secara manual (Turban *et al.*, 2018).

PEMBAHASAN

Meskipun memiliki jaringan distribusi yang luas, retail modern kerap menghadapi berbagai kendala. Beberapa masalah yang sering muncul adalah kesulitan dalam pengaturan pengisian ulang stok di toko, keterlambatan pengiriman barang dari gudang ke toko, serta tingginya tingkat kesalahan dalam pencatatan stok barang. Ketidaksesuaian data stok antara sistem dan kondisi fisik di gudang atau toko dapat menimbulkan kerugian finansial, kekosongan stok di rak toko, hingga turunnya kepuasan pelanggan. Situasi inilah yang membuat digitalisasi menjadi kebutuhan mendesak, bukan sekadar pilihan (Christopher, 2016).

Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, digitalisasi menjadi solusi yang sangat relevan. Salah satu cara efektif adalah dengan mengimplementasikan teknologi *barcode* atau RFID (*Radio Frequency Identification*). Teknologi ini mampu memantau pergerakan barang secara *real-time*, mulai dari penerimaan barang di gudang, penyimpanan, hingga distribusi ke toko. Sistem digital kemudian diintegrasikan dengan sistem manajemen inventori, sehingga perusahaan dapat memperoleh data stok yang akurat setiap saat. Dengan digitalisasi, keputusan bisnis dapat diambil secara lebih cepat dan tepat, karena manajemen memiliki akses ke informasi yang *terupdate* mengenai ketersediaan barang di setiap titik distribusi (Bowersox *et al.*, 2013).

Digitalisasi sistem penyimpanan barang membawa manfaat yang signifikan bagi retail

modern. Pertama, digitalisasi meningkatkan efisiensi distribusi dengan mengurangi waktu dan biaya pengiriman barang. Proses pengecekan stok, pemesanan ulang, hingga pengiriman menjadi lebih cepat karena semua data terhubung secara otomatis. Kedua, digitalisasi mengurangi risiko kesalahan dalam penghitungan stok dan meningkatkan akurasi data. Kesalahan manual dalam mencatat jumlah stok yang sering menyebabkan kekurangan atau kelebihan barang dapat diminimalkan. Ketiga, kecepatan pengiriman barang meningkat sehingga perusahaan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan yang semakin mendesak. Keempat, digitalisasi berperan penting dalam meningkatkan kepuasan pelanggan karena ketersediaan produk dapat terjamin dan sesuai dengan kebutuhan mereka (Turban *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Agar digitalisasi sistem penyimpanan barang berhasil, perusahaan perlu melakukan beberapa langkah strategis. Pertama, dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan sistem digital yang paling sesuai dengan karakteristik bisnis dan volume transaksi perusahaan. Kedua, pelatihan karyawan menjadi langkah penting agar sumber daya manusia mampu mengoperasikan teknologi digital dengan baik. Ketiga, sistem digital harus diintegrasikan secara optimal dengan sistem manajemen inventori yang sudah ada, sehingga tidak terjadi duplikasi data atau ketidaksesuaian informasi. Keempat, perusahaan perlu secara rutin memantau dan mengevaluasi kinerja sistem digital untuk memastikan bahwa teknologi yang diimplementasikan berjalan efektif dan efisien (Bowersox *et al.*, 2013).

Digitalisasi sistem penyimpanan barang merupakan langkah penting bagi retail modern untuk meningkatkan efisiensi distribusi. Selain mengurangi kesalahan dalam penghitungan stok, digitalisasi juga mempercepat pengiriman barang dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dengan implementasi sistem digital yang tepat, retail modern dapat meningkatkan kinerja bisnis dan mampu bersaing di tengah persaingan pasar yang semakin ketat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2013). *Supply Chain Logistics Management*. New York: McGraw-Hill Education.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management* (5th ed.). Harlow: Pearson Education.
- Turban, E., Pollard, C., & Wood, G. (2018). *Information Technology for Management:*

On-Demand Strategies for Performance, Growth and Sustainability. Hoboken, NJ:
John Wiley & Sons.

Digitalisasi Industri: Inovasi Teknologi atau Ancaman bagi Tenaga Kerja Manufaktur?

Lovely Imaculada da Costa Madeira

Universitas Ahmad Dahlan

2414019127@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Sektor manufaktur merupakan dasar pembangunan ekonomi yang terus berkembang mengikuti kemajuan teknologi. Dalam beberapa tahun terakhir, hadirnya Revolusi Industri 4.0 telah merevolusi cara industri beroperasi, mengubah sistem produksi yang sebelumnya konvensional menjadi berbasis teknologi digital. Transformasi ini tidak hanya mengubah proses manufaktur secara teknis, tetapi juga secara struktural dan sosial. Berbagai teknologi mutakhir seperti *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, *Cloud Computing*, dan *big data* kini menjadi bagian dari sistem produksi modern.

Transformasi digital dalam industri manufaktur memungkinkan peningkatan efisiensi operasional, fleksibilitas produksi, serta penghematan biaya secara signifikan. Perusahaan perusahaan yang telah mengadopsi sistem otomasi dan analitik waktu nyata melaporkan adanya peningkatan kecepatan produksi, akurasi, dan daya saing. Otomasi dan AI, misalnya, digunakan untuk menyederhanakan proses berulang, meningkatkan ketepatan, serta meminimalkan kesalahan akibat faktor manusia (Wibowo & Aribowo, 2025). Digitalisasi juga memperkuat kohesi antar departemen dan mendesentralisasi produksi, memungkinkan pengelolaan proses industri dari jarak jauh.

Di Indonesia, strategi nasional untuk mengadopsi Revolusi Industri 4.0 dikukuhkan melalui peluncuran program “*Making Indonesia 4.0*” pada tahun 2018. Program ini menjadi peta jalan pengembangan industri nasional berbasis teknologi digital. Presiden Joko Widodo menekankan pentingnya transformasi digital sebagai upaya untuk meningkatkan daya saing industri Indonesia secara global. Namun demikian, kehadiran revolusi ini menimbulkan diskursus di masyarakat, khususnya menyangkut aspek ketenagakerjaan.

Otomatisasi produksi yang menggantikan fungsi manusia mulai menimbulkan kekhawatiran tentang meningkatnya angka pengangguran. Fenomena ini bukanlah hal baru sejarah revolusi industri sejak abad ke-18 menunjukkan bahwa setiap lonjakan teknologi selalu membawa dampak terhadap struktur kerja. Di era Revolusi Industri 4.0, hubungan antara manusia dan mesin menjadi semakin kompleks. Teknologi tidak hanya mendampingi

manusia, tetapi dalam banyak kasus, menggantikannya. Pabrik-pabrik cerdas (*smart factory*) nyaris tidak memerlukan tenaga kerja manusia, kecuali bagi pekerja dengan keahlian tinggi.

Kondisi ini menjadi tantangan besar bagi negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, yang masih menghadapi masalah pengangguran dan kesenjangan keterampilan. Laporan McKinsey & Company (2019) menyatakan bahwa sekitar 56% pekerjaan di Indonesia memiliki potensi tinggi untuk digantikan oleh teknologi. Masalah skill mismatch pun kian nyata, di mana kompetensi tenaga kerja tidak selaras dengan tuntutan industri digital. Tanpa persiapan matang, digitalisasi justru dapat memperbesar kesenjangan sosial dan memperburuk ketidaksetaraan ekonomi.

Di sisi lain, digitalisasi juga menghadirkan peluang besar untuk menciptakan jenis pekerjaan baru yang sebelumnya tidak pernah ada. Dengan pendekatan yang tepat, digitalisasi dapat menjadi motor penggerak inovasi, efisiensi, serta peningkatan kualitas produksi. Hal ini menjadikan diskusi tentang digitalisasi tidak lagi sekadar soal teknologi, tetapi juga menyangkut dimensi sosial, ekonomi, dan kebijakan tenaga kerja.

Dengan latar belakang tersebut, pertanyaan penting muncul: apakah digitalisasi industri merupakan solusi inovatif bagi pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kualitas produksi, atau justru ancaman terhadap keberlangsungan tenaga kerja manusia? Untuk menjawabnya, tulisan ini akan menganalisis secara kritis dua sisi utama dari transformasi digital di sektor manufaktur sebagai peluang kemajuan sekaligus tantangan sosial serta mengevaluasi strategi yang dibutuhkan untuk menjadikannya proses yang inklusif dan berkelanjutan.

PEMBAHASAN

Digitalisasi sebagai Inovasi dan Penggerak Pertumbuhan Industri

Di era revolusi digital, teknologi telah mengubah fondasi dunia bisnis secara permanen. Perusahaan dihadapkan pada tantangan untuk mendesain ulang proses, layanan, dan interaksi mereka dengan pelanggan dan mitra agar tetap kompetitif. Digitalisasi tidak hanya terbukti menjadi komponen yang sangat diperlukan, tetapi juga menjadi pendorong utama inovasi dan pertumbuhan.

Dalam konteks industri manufaktur, digitalisasi membawa berbagai dampak positif, termasuk peningkatan efisiensi, pengurangan biaya, peningkatan kualitas produk, serta pengambilan keputusan berbasis data. Selain itu, digitalisasi juga memungkinkan manajemen rantai pasokan yang lebih baik, peningkatan keberlanjutan, dan fleksibilitas operasional.

Digitalisasi memungkinkan otomatisasi proses produksi, mengurangi ketergantungan pada pekerjaan manual, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Proses produksi dapat dilakukan dengan lebih cepat, akurat, dan konsisten, mengurangi waktu siklus produksi dan biaya yang terlibat. Dengan digitalisasi, data dapat dikumpulkan dan dianalisis secara *real-time*, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dan cepat. Sistem digital dapat membantu memastikan kontrol kualitas yang lebih baik, mengurangi cacat produk, dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Selain itu, digitalisasi memungkinkan pelacakan inventaris yang lebih baik, pemantauan pengiriman, dan perencanaan produksi yang lebih efektif, yang semuanya berkontribusi pada rantai pasokan yang lebih efisien. Teknologi digital juga membantu dalam mengurangi limbah, mengoptimalkan penggunaan energi, dan meminimalkan dampak lingkungan dari proses manufaktur. Digitalisasi membuat perusahaan lebih mudah beradaptasi dengan perubahan pasar dan permintaan pelanggan, serta mengelola berbagai produk dan lini produksi. Otomatisasi dan peningkatan efisiensi hasil digitalisasi berkontribusi langsung pada peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya operasional.

Otomatisasi dan kecerdasan buatan sangat penting dalam proses transformasi digital di sektor manufaktur. Teknologi ini berfungsi untuk mengotomatisasi pekerjaan yang dilakukan berulang kali, meningkatkan presisi, serta meminimalkan kesalahan manusia. Analisis yang didasarkan pada AI memberi kemampuan kepada produsen untuk menyempurnakan jadwal produksi, meningkatkan pengawasan mutu, serta mengambil keputusan yang didasarkan pada data, sehingga menghasilkan siklus produksi yang lebih cepat dengan lebih sedikit kesalahan. Di samping itu, AI juga membantu dalam peramalan permintaan yang bersifat prediktif, serta mengatur tingkat persediaan agar tidak terjadi kelebihan produksi dan ketidakefisienan.

Big data atau data besar berfungsi penting dalam transformasi digital dengan memberikan pemahaman yang mendalam tentang proses manufaktur. Analisis data memungkinkan perusahaan untuk memantau indikator kinerja utama (KPI) seperti performa mesin, tingkat produksi, dan konsumsi energi. Penggunaan big data secara signifikan meningkatkan proses pengambilan keputusan dan kinerja operasional. Selain itu big data juga dapat membantu mengidentifikasi kemacetan di lini produksi dan mengoptimalkan alokasi sumber daya.

Cloud Computing adalah teknologi yang sangat krusial dalam proses transformasi digital. Teknologi ini mendukung pembagian data secara langsung di seluruh jaringan pasokan, sehingga kolaborasi antara produsen, pemasok, dan konsumen semakin baik.

Solusi yang berbasis cloud membantu produsen mengoptimalkan kinerja rantai pasokan dengan cara memperbaiki pengawasan pergerakan barang, mengurangi jeda waktu, dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. *Cloud Computing* memungkinkan produsen beralih dari pendekatan manajemen rantai pasokan yang bersifat reaktif menjadi proaktif, memperkuat kelincahan dan daya tahan dalam sektor manufaktur (Roso *et al.*, 2024).

PT Unilever Indonesia menjadi salah satu contoh sukses dalam penerapan AI. Perusahaan ini menggunakan teknologi untuk mengidentifikasi bahan alternatif yang lebih hemat biaya dan ramah lingkungan, serta menyederhanakan formulasi produk tanpa mengurangi kualitas. Proses desain dan manufaktur dioptimalkan melalui simulasi virtual, alur kerja otomatis, dan pengambilan keputusan berbasis data. Menurut Alberto Prado, *Global Head of R&D Digital and Partnerships* Unilever, penggunaan teknologi digital tidak hanya memperkuat inovasi dan formulasi ulang produk, tetapi juga mendukung keberlanjutan dan efisiensi operasional (PT. Unilever Indonesia Tbk, 2018).

Sementara itu, PT Hyundai Motor Group telah mengubah fasilitas manufakturnya menjadi pabrik cerdas. Pada tahun 2018, perusahaan meluncurkan CEX (*Chairless Exoskeleton*), alat bantu bagi pekerja agar dapat mempertahankan posisi duduk saat bekerja. Kemudian, pada tahun 2019, mereka merilis VEX (*Vest Exoskeleton*), rompi ringan yang mendukung pekerja dalam aktivitas angkat lengan saat perakitan. Inovasi ini membantu mencegah gangguan muskuloskeletal dan meningkatkan efisiensi kerja, mencerminkan simbiosis antara manusia dan mesin di era manufaktur modern.

Transformasi digital juga memunculkan berbagai profesi baru yang sebelumnya tidak dikenal. Misalnya, Insinyur *Digital Twin* bertugas menciptakan model digital dari sistem fisik untuk memantau dan mengoptimalkan performa produksi. *Cyber Security Specialist* melindungi sistem industri dari serangan siber yang kian kompleks. Analis data bertugas mengolah data operasional untuk mengidentifikasi pola dan meningkatkan efisiensi. Pengembang perangkat lunak merancang sistem otomasi dan pemantauan, sementara spesialis pemasaran digital mempromosikan produk melalui platform online. Selain itu, *Internet of Things (IoT) Specialist* mengintegrasikan perangkat pintar untuk mendukung efisiensi manufaktur.

Dengan demikian, transformasi digital bukan hanya menggantikan peran-peran kerja tradisional, tetapi juga menciptakan kesempatan kerja baru yang lebih kompleks dan memiliki nilai tambah yang lebih tinggi. Perusahaan yang mampu menyesuaikan diri dengan kemajuan teknologi akan mendapatkan keunggulan dalam persaingan di pasar global yang selalu berubah.

Dampak Digitalisasi terhadap Ketenagakerjaan

Otomatisasi menyebabkan penggantian tenaga kerja di berbagai sektor industri. Beberapa berpendapat bahwa pekerjaan yang paling berisiko adalah pekerjaan yang bersifat sederhana dan berulang. Pekerja dengan keterampilan dasar cenderung tergantikan oleh mesin dan sistem otomatisasi. Namun, risiko ini tidak hanya terbatas pada pekerjaan manual. Pekerjaan administratif yang bersifat repetitif juga terancam tergantikan oleh kecerdasan buatan (AI). Bahkan, terjadi tren menurunnya pekerjaan tingkat menengah yang menyebabkan polarisasi pasar tenaga kerja.

Studi McKinsey (2017) menyimpulkan bahwa sekitar 45% dari seluruh tugas yang dilakukan oleh pekerja dapat diotomatisasi. Namun, Arntz *et al.* (2016) menekankan bahwa hanya 9% pekerjaan di negara-negara anggota *Organization of Economic Co-Operation and Development* (OECD) yang benar-benar berisiko hilang sepenuhnya. Perbedaan ini muncul karena studi tersebut membedakan antara tugas dan pekerjaan secara keseluruhan. Dalam praktiknya, pekerjaan terdiri dari berbagai tugas, dan otomatisasi biasanya hanya menggantikan sebagian dari tugas-tugas tersebut. Hal ini berarti bahwa pekerjaan dapat mengalami perubahan, bukan hilang sepenuhnya. Otomatisasi dapat menyebabkan pergeseran peran, restrukturisasi tugas, atau bahkan penciptaan peran baru dalam organisasi.

Teknologi seperti robot industri, AI, dan perangkat lunak otomatisasi kini mampu mengambil alih berbagai fungsi yang sebelumnya dijalankan oleh manusia mulai dari entri data, layanan pelanggan, hingga pekerjaan produksi. Hal ini menyebabkan berkurangnya permintaan terhadap tenaga kerja manusia, terutama di sektor-sektor yang sangat bergantung pada keterampilan dasar. Akibatnya, terjadi peningkatan risiko pengangguran struktural di kalangan pekerja berpendidikan rendah atau kurang terampil.

Selain pengurangan tenaga kerja, digitalisasi juga memperlebar kesenjangan keterampilan antara pekerja yang menguasai teknologi dan yang tidak. Pekerjaan dengan keterampilan tinggi semakin dibutuhkan, sementara tenaga kerja tanpa pelatihan digital yang memadai akan tertinggal. Berdasarkan data BPS tahun 2022, hanya sekitar 12% dari angkatan kerja di Indonesia yang pernah mengikuti pelatihan kerja. Hal ini menunjukkan masih rendahnya kesiapan tenaga kerja dalam menghadapi perubahan struktur pasar akibat digitalisasi (Kemnaker, 2024).

Kasus nyata dari dampak digitalisasi terhadap ketenagakerjaan terlihat pada gelombang pemutusan hubungan kerja (PHK) yang terjadi dalam proses restrukturisasi perusahaan besar seperti PT Telkom. Dengan mengadopsi teknologi otomatisasi dan

kecerdasan buatan, perusahaan ini melakukan perampingan organisasi yang berdampak pada pengurangan sekitar 2.500 karyawan. Penggunaan AI dan *chatbot* dalam layanan pelanggan, misalnya, telah menggantikan interaksi manusia, membuat layanan lebih cepat dan efisien, namun juga mengurangi kebutuhan akan staf konvensional.

Transformasi digital memang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing, namun langkah tersebut juga menimbulkan tantangan sosial yang besar. Restrukturisasi yang dilakukan oleh PT Telkom dengan fokus pada integrasi sistem otomatisasi dari manajemen jaringan hingga pemasaran digital, menandai pergeseran signifikan dari tenaga kerja manual ke sistem berbasis teknologi. Meskipun menguntungkan dari sisi produktivitas dan biaya, dampak sosial seperti peningkatan pengangguran dan PHK massal menjadi perhatian serius yang harus diantisipasi oleh pemerintah dan pemangku kepentingan.

Salah satu masalah utama yang timbul adalah terjadinya *skill mismatch*, yakni ketidaksesuaian antara keterampilan yang dimiliki oleh tenaga kerja dengan kebutuhan industri digital. Sebagian besar pekerja di sektor manufaktur masih mengandalkan keterampilan teknis dasar, sementara industri kini membutuhkan keahlian di bidang teknologi, data, dan analitik. Tanpa adanya program *reskilling* dan *upskilling* yang efektif, tenaga kerja akan semakin tertinggal dan sulit bersaing. Kondisi ini membuat perusahaan kesulitan mencari kandidat yang sesuai, sementara banyak pencari kerja tetap menganggur karena tidak memiliki kompetensi yang dibutuhkan (Adha, 2020).

Dengan demikian, digitalisasi tidak hanya membawa perubahan teknologi, tetapi juga perubahan struktural dalam dunia kerja. Tantangan ini perlu direspons dengan kebijakan pelatihan tenaga kerja yang adaptif, kolaborasi antara pemerintah dan industri, serta sistem pendidikan yang diselaraskan dengan kebutuhan pasar digital.

Studi Kasus dan Realitas Industri di Indonesia

Sebagai respon terhadap Revolusi Industri 4.0, Pemerintah Indonesia meluncurkan peta jalan “*Making Indonesia 4.0*” pada tahun 2018. Strategi ini bertujuan untuk menjadikan Indonesia sebagai salah satu dari sepuluh ekonomi terbesar di dunia pada tahun 2030 dengan mendorong adopsi teknologi digital di sektor industri. Kebijakan ini menekankan pentingnya inovasi, peningkatan produktivitas, dan transformasi proses bisnis berbasis teknologi (Kemenperin, 2018).

Dalam pelaksanaannya, *Making Indonesia 4.0* memprioritaskan lima sektor industri utama yang memiliki kontribusi besar terhadap produk domestik bruto (PDB) dan ekspor nasional, yaitu: Industri makanan dan minuman, Industri tekstil dan pakaian, Industri

otomotif, Industri elektronik, dan Industri kimia.

Di sektor otomotif, misalnya, PT Hyundai dan LG *Energy Solution* membangun pabrik baterai kendaraan listrik di Karawang yang menerapkan konsep *smart factory* berbasis otomasi dan IoT. Di sektor makanan dan minuman, Unilever memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan untuk mengoptimalkan formulasi produk, memperkuat rantai pasokan, dan mendukung produksi berkelanjutan. Pada industri tekstil, sejumlah pabrik di Jawa Barat mulai menggunakan mesin otomatis dan sistem pemantauan produksi secara digital untuk meningkatkan efisiensi.

Namun, implementasi digitalisasi industri di Indonesia masih menghadapi tantangan yang cukup besar, terutama pada level industri kecil dan menengah (IKM). Berbeda dengan perusahaan besar yang memiliki akses terhadap modal, teknologi, dan SDM terlatih, IKM umumnya kesulitan mengadopsi teknologi digital karena keterbatasan dana, rendahnya literasi digital, dan kurangnya pelatihan teknis. Hal ini memperlebar kesenjangan antara pelaku industri besar dan kecil.

Selain itu, terdapat kesenjangan geografis dalam penerapan digitalisasi. Perusahaan yang berada di wilayah industri maju seperti Jabodetabek, Karawang, dan Surabaya memiliki akses lebih besar terhadap infrastruktur digital dibandingkan perusahaan di daerah terpencil atau kawasan timur Indonesia. Akibatnya, tingkat kesiapan dalam hal teknologi digital berbeda-beda di setiap daerah, terutama antara kota besar dan daerah terpencil.

Meskipun demikian, pemerintah terus berupaya mendorong pemerataan digitalisasi melalui program pelatihan vokasi, penguatan SMK berbasis industri, insentif teknologi, dan kemitraan dengan sektor swasta. Beberapa universitas dan politeknik juga mulai menjalin kerja sama dengan perusahaan manufaktur untuk memperkuat pendidikan vokasi berbasis teknologi.

Secara keseluruhan, kebijakan Making Indonesia 4.0 merupakan langkah strategis dalam menghadapi tantangan global. Namun, agar transformasi digital ini benar-benar inklusif dan tidak memperlebar kesenjangan sosial-ekonomi, diperlukan komitmen yang kuat untuk memastikan bahwa IKM dan daerah tertinggal juga mendapat akses terhadap teknologi dan pelatihan yang memadai.

Strategi Adaptif: Pendidikan, Kebijakan, dan Kolaborasi

Agar digitalisasi industri tidak menjadi ancaman, melainkan peluang bagi pertumbuhan inklusif, diperlukan strategi adaptif yang terintegrasi antara pendidikan, kebijakan pemerintah, dan kolaborasi lintas sektor. Salah satu strategi utama adalah

peningkatan kompetensi tenaga kerja melalui *reskilling* (pelatihan ulang) dan *upskilling* (peningkatan keterampilan). Tenaga kerja yang mampu beradaptasi dengan teknologi baru akan memiliki daya saing lebih tinggi dan lebih mudah beralih ke pekerjaan yang relevan dengan era digital (Hutabarat *et al.*, 2025).

Pendidikan vokasi menjadi fondasi penting dalam menjembatani kesenjangan keterampilan. Program vokasi yang terhubung langsung dengan kebutuhan industri dapat memastikan lulusan siap pakai di dunia kerja digital. Untuk itu, kemitraan antara lembaga pendidikan vokasi dan pelaku industri harus diperkuat, misalnya melalui magang industri, kurikulum berbasis kebutuhan industri, serta pelatihan bersama antara guru dan praktisi industri.

Peran pemerintah sangat vital dalam mendukung proses transisi ini. Dukungan dapat berupa subsidi pelatihan bagi pekerja dan perusahaan, insentif fiskal untuk industri yang mengadopsi teknologi digital, serta pendanaan riset dan pengembangan (R&D) berbasis teknologi. Selain itu, regulasi ketenagakerjaan juga perlu disesuaikan dengan era digital, seperti perlindungan bagi pekerja berbasis platform (*freelancer*, ojek *online*, dan pekerja lepas lainnya) agar tetap memiliki jaminan sosial, standar upah minimum, dan akses pelatihan.

Kolaborasi antar pemangku kepentingan menjadi kunci dalam memastikan strategi adaptif berjalan efektif. Pemerintah, industri, lembaga pendidikan, serta komunitas teknologi perlu duduk bersama dalam merancang kebijakan yang inklusif dan berkelanjutan. Forum kolaborasi ini juga bisa menjadi sarana berbagi praktik baik, mempertemukan kebutuhan tenaga kerja dengan penyedia pelatihan, serta menciptakan ekosistem inovasi yang mendukung pertumbuhan industri digital.

Jika strategi-strategi tersebut dijalankan dengan serius, digitalisasi industri justru bisa menjadi momentum emas bagi Indonesia untuk meningkatkan daya saing global, menciptakan lapangan kerja baru yang berkualitas, dan mempercepat pertumbuhan ekonomi berbasis inovasi.

KESIMPULAN

Digitalisasi industri merupakan inovasi penting yang mampu mendorong pertumbuhan sektor manufaktur secara signifikan. Melalui otomatisasi, kecerdasan buatan, dan teknologi digital lainnya, industri dapat meningkatkan efisiensi, kualitas, serta daya saing di pasar global. Namun demikian, transformasi ini juga membawa tantangan serius terutama dalam hal ketenagakerjaan, seperti ancaman PHK, ketimpangan keterampilan, dan eksklusi sosial

bagi kelompok yang belum siap secara digital.

Oleh karena itu, keberhasilan digitalisasi tidak hanya ditentukan oleh kecepatan adopsi teknologi, tetapi juga oleh kesiapan strategi sumber daya manusia dan kebijakan publik yang adaptif. Diperlukan investasi serius dalam pendidikan vokasi, program pelatihan ulang, perlindungan tenaga kerja digital, serta kolaborasi yang erat antara pemerintah, industri, dan lembaga pendidikan.

Transformasi digital harus diarahkan agar bersifat inklusif, berkeadilan, dan berkelanjutan. Dengan pendekatan tersebut, digitalisasi bukan hanya akan memperkuat industri, tetapi juga menciptakan peluang kerja baru yang bermakna, mengurangi kesenjangan sosial, dan mempercepat kemajuan bangsa secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, L. A. (2020). Digitalisasi Industri Dan Pengaruhnya Terhadap Ketenagakerjaan Dan Hubungan Kerja Di Indonesia. *Journal Kompilasi Hukum*, 5(2), 267–298.
<https://doi.org/10.29303/jkh.v5i2.49>
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis.
- Jelita Silvia Hutabarat, Junita Mawartina, Dewi Yanti, & W Pangestoeti. (2025). Peluang dan Tantangan dalam Efisiensi Anggaran Negara pada Transformasi Digital Pelayanan Publik. *Konstitusi : Jurnal Hukum, Administrasi Publik, Dan Ilmu Komunikasi*, 2(3), 28– 40. <https://doi.org/10.62383/konstitusi.v2i3.752>
- Kemenperin. (2018). Making Indonesia 4.0 - Kementerian Perindustrian. *Kemenperin.Go.Id*, 2. <https://www.kemenperin.go.id/download/18384>
- Kemnaker. (2024). *Analisis Pasar Kerja dan Kebutuhan Pelatihan Kerja Dalam Negeri*. 28.
- McKinsey, (2017), Artificial Intelligence The Next Digital Frontier?, Global institute, Discussion Paper
- Mc Kinsey , (2017), A Future That Works : Automation, Employment and Productivity, Global Institute, Executive Summary
- McKinsey & Company. (2019). *Otomasi dan masa depan pekerjaan di Indonesia. Pekerjaan yang hilang, muncul dan berubah*, 1–5.
- PT. Unilever Indonesia Tbk. (2018). Transformasi Untuk Masa Depan Berkelanjutan. *Unilever Indonesia*, 1–770.
<https://www.pupuk-indonesia.com/public/uploads/2019/08/ARPupukIndonesia-2018>

[ARA-29juli20191565077100.pdf](#)

Roso, E., Rizky, D., Andriyani, T., Nadhifah, F., Negeri, P., Operasional, E., Kecil, I., Digital, T., & Kumar, P. (2024). *Transformasi Digital di Industri Manufaktur : Dampak pada Efisiensi Operasional*. 14(02), 203–211.

Wibowo, D. A. A., & Aribowo, E. (2025). Rancang Bangun Sistem Informasi Menggunakan Metode Enterprise Resource Planning (ERP). *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 332–342.

<https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1799>

INTERNET

<https://pintar.co/blog/skill-mismatch-di-indonesia-penyebab-dampak>

<https://globalenergi.co/2024/07/04/hyundai-lg-bangun-pabrik-baterai-mobil-listrik-di-karawang-beroperasi-mulai-2024/>

<https://lldikti5.kemdikbud.go.id/home/detailpost/digitalisasi-bisnis-dan-artificial-intelligence-di-indonesia>

<https://www.unilever.com/news/news-search/2023/how-ai-and-digital-help-us-innovate-faster-and-smarter/>

<https://kbanews.com/resonansi/bertumbuhan-di-era-digital-phk-bumn-dan-swasta-2025-dan-apa-yang-harus-diketahui/>

Penerapan *Digital Twin* dan Sistem Produksi Fleksibel pada Sentra Batik Kota

Yogyakarta

Rochman Rachmadhani

Universitas Ahmad Dahlan

2415019134@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu warisan budaya takbenda Indonesia yang telah diakui oleh UNESCO sejak tahun 2009. Kota Yogyakarta dikenal sebagai salah satu daerah yang konsisten melestarikan dan mengembangkan batik, baik melalui pendidikan, pelatihan, maupun kegiatan produksi di sentra-sentra batik. Beberapa kawasan seperti Kampung Batik Giriloyo di Bantul, Kauman di Kota Yogyakarta, dan Prawirotaman menjadi pusat kegiatan batik yang masih bertahan di tengah tantangan zaman.

Namun, pelaku usaha batik di Kota Yogyakarta menghadapi berbagai kendala, antara lain proses produksi yang memakan waktu lama, kesulitan memenuhi permintaan pasar secara cepat, serta penurunan minat generasi muda dalam meneruskan usaha keluarga. Di sisi lain, perkembangan teknologi manufaktur dan digitalisasi membuka peluang bagi industri batik untuk bertransformasi, terutama melalui penerapan konsep *Digital Twin* dan sistem produksi fleksibel. Kedua pendekatan ini memungkinkan perajin untuk meningkatkan efisiensi produksi, mempertahankan kualitas, dan menjawab dinamika pasar tanpa menghilangkan ciri khas budaya lokal.

PEMBAHASAN

Kampung Batik Giriloyo merupakan salah satu sentra batik tulis tertua di Yogyakarta. Berdasarkan data dari Dinas Koperasi dan UKM Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2023, lebih dari 400 perajin masih aktif membatik di kawasan tersebut, sebagian besar adalah perempuan berusia di atas 40 tahun. Proses produksi dilakukan secara manual, mulai dari menggambar pola dengan canting, pewarnaan alam, hingga pengeringan. Sebagian besar kelompok usaha belum menggunakan pencatatan digital, dan sistem produksi berlangsung secara bertahap tanpa koordinasi terpusat.

Penerapan *Digital Twin* dapat menjadi solusi awal untuk mengatasi keterbatasan ini. *Digital Twin* adalah representasi digital dari suatu objek atau proses nyata. Dalam konteks batik, teknologi ini dapat digunakan untuk memetakan dan mendokumentasikan motif khas Yogyakarta secara digital, seperti motif parang, kawung, dan truntum. Selain itu, data seperti

durasi pengerjaan, jenis malam, jenis kain, suhu pewarnaan, serta hasil akhir juga dapat direkam dan disimulasikan. Hal ini memungkinkan proses produksi menjadi lebih terstruktur, konsisten, dan mudah diawasi meskipun melibatkan banyak perajin di tempat yang berbeda.

Di sisi lain, sistem produksi fleksibel sangat relevan dengan kebutuhan pelaku batik skala kecil dan menengah. Sistem ini memungkinkan pengelolaan alur kerja yang dapat disesuaikan dengan variasi pesanan, baik dari segi jumlah, desain, maupun tenggat waktu. Misalnya, ketika ada pesanan motif khusus dari instansi pemerintah atau acara kebudayaan, kelompok perajin dapat membagi pekerjaan ke beberapa unit secara paralel, berdasarkan tahapan seperti pencantingan, pewarnaan, atau pelorodan. Jika sebelumnya alur kerja dilakukan secara linier dan manual, pendekatan baru ini mendorong pengaturan produksi yang lebih adaptif dan efisien.

Digitalisasi juga berperan penting dalam pelestarian budaya. Selain mencatat pola dan teknik produksi, dokumentasi digital memungkinkan pelatihan kepada generasi muda menjadi lebih sistematis. Mereka dapat belajar membatik tidak hanya dari praktik langsung, tetapi juga melalui simulasi dan modul daring. Hal ini penting untuk memastikan keberlanjutan usaha batik sekaligus menarik minat anak muda yang lebih akrab dengan teknologi.

Menurut data dari Kementerian Perindustrian RI tahun 2022, industri batik menyumbang lebih dari 1,5 triliun rupiah terhadap devisa ekspor, dengan pasar utama mencakup Jepang, Amerika Serikat, dan Eropa. Meski demikian, sebagian besar pelaku batik tradisional belum mampu memenuhi permintaan ekspor karena keterbatasan kapasitas produksi dan keterlambatan dalam pengiriman. Dengan sistem produksi yang lebih fleksibel dan terintegrasi secara digital, para perajin di Yogyakarta dapat lebih siap dalam menjawab peluang pasar global, tanpa kehilangan jati diri produk mereka.

KESIMPULAN

Penerapan *Digital Twin* dan sistem produksi fleksibel pada sentra batik di Kota Yogyakarta merupakan langkah strategis untuk menjembatani tradisi dan inovasi. Meskipun proses membatik memiliki nilai filosofis yang mendalam dan tidak dapat digantikan sepenuhnya oleh mesin, teknologi dapat digunakan sebagai alat bantu untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keberlanjutan usaha. Melalui pendekatan ini, batik tidak hanya akan bertahan sebagai warisan budaya, tetapi juga tumbuh sebagai produk unggulan yang adaptif terhadap tantangan zaman. Diperlukan dukungan dari pemerintah, akademisi, dan

masyarakat agar transformasi ini dapat berjalan secara inklusif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kelompok UMKM Batik Giriloyo. (2023). *Data jumlah perajin aktif dan distribusi aktivitas produksi*. Dinas Koperasi dan UKM Daerah Istimewa Yogyakarta.
https://bapperida.jogjaprovo.go.id/dataku/data_dasar/chart/15974
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2024, April 15). *Kemenperin luncurkan aplikasi pelestarian industri batik nasional: Ekosistem Batik & Kerajinan, Motif Batik Digital*. Antara News.
<https://www.antaranews.com/berita/4427761/kemenperin-luncurkan-aplikasi-pelestarian-industri-batik-nasional>
- Elmecon-MK. (2024). *6 aplikasi umum digital twin pada operasional industri*.
Elmecon-MK. <https://elmecon-mk.com/aplikasi-digital-twin/>
- Telkom University–BeIS. (2025, Mei). *Digital Twin & simulasi berbasis AI untuk penguatan proses produksi lokal*. BIE Surabaya.
<https://bie-sby.telkomuniversity.ac.id/digital-twin-simulasi-berbasis-ai-untuk-teknik-industri/>
- JP News. (2023, Maret). *Teknologi digital twin diklaim mampu dongkrak performa perusahaan*. JPNN.com.
<https://www.jpnn.com/news/teknologi-digital-twin-diklaim-mampu-dongkrak-performa-perusahaan>

D-Cycle: Sistem Daur Ulang Inovatif Mengintegrasikan Teknologi untuk Mengolah Limbah Popok *Non-Biodegradable* Menjadi *Paving Block* Ramah Lingkungan Menuju Ekonomi Sirkular

Dinda Khoirunnisa

Universitas Ahmad Dahlan

2415019135@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Masalah sampah menjadi tantangan besar dalam pengelolaan lingkungan di Indonesia. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN, 2024), Indonesia menghasilkan 18,35 juta ton sampah per tahun, dengan 41,32% (lebih dari 7,5 juta ton) tidak terkelola dengan baik. Sampah rumah tangga menyumbang 54,29% dari total timbulan, terdiri dari sampah organik, plastik, dan produk sekali pakai seperti popok bayi (SIPSN, 2024; *Good Stats*, 2023).

Popok sekali pakai menjadi perhatian serius karena sifatnya yang *non biodegradable* dan memerlukan waktu hingga 500 tahun untuk terurai (Putri, 2020). Peningkatan volume limbah seiring pertumbuhan populasi dan konsumsi produk sekali pakai menjadikan popok sebagai kontributor utama pencemaran lingkungan, terutama di sungai, tanah, dan TPA, yang berdampak pada kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem (Putri, 2020; Mongabay, 2018).

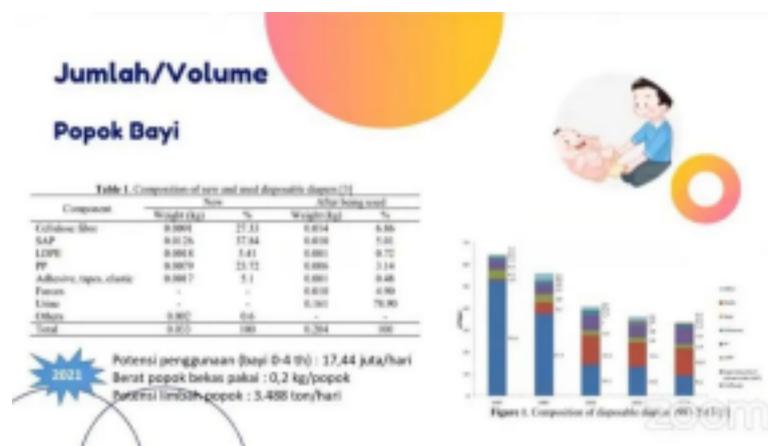
Minimnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah dari sumber memperburuk kondisi ini, menyulitkan proses pengelolaan dan meningkatkan risiko lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi teknologi yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan sebagai solusi komprehensif. Salah satu solusi inovatif adalah *Diaper Cycle* (D-Cycle), alat daur ulang limbah popok sekali pakai yang dirancang untuk memisahkan dan mengolah komponennya menjadi produk bernilai guna. Bahan organik dari popok diolah menjadi pupuk cair atau biogas, sementara plastik dan hidrogel dapat didaur ulang menjadi paving block atau media tanam. Inovasi ini mendukung prinsip ekonomi sirkular, mengurangi pencemaran, mendorong partisipasi masyarakat, dan mempercepat transisi menuju sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan (Putri, 2020; *Good Stats*, 2023).

Pengembangan D-Cycle sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya: SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur) yang mendukung inovasi teknologi yang inklusif dan ramah lingkungan, SDG 11 (Kota dan Permukiman

Berkelanjutan) yang mengurangi volume limbah dan mendukung kota yang bersih dan sehat, SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim) yang menurunkan potensi emisi gas rumah kaca dari limbah organik di TPA (UNDP, 2023). Dengan demikian, *D-Cycle* bukan sekadar solusi teknis, tetapi merupakan langkah strategis menuju masa depan lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan berkelanjutan.

Identifikasi Perumusan Masalah dan Kebutuhan Lingkungan

Berdasarkan data dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan Data Badan Pusat Statistik (BPS) di tahun 2023, angka kelahiran bayi di Indonesia mencapai 4,6 juta. Setidaknya ada potensi penggunaan popok hingga 17,44 juta/hari dengan potensi limbah popok sebanyak 3488 ton/hari.



Gambar 1. Data Jumlah/Volume Popok Bayi

(<https://www.brin.go.id/news/118713/popok-sekali-pakai-ancaman-lingkungan-dan-solusi-alternatif>)

Berdasarkan Gambar 1. seperti yang dikatakan oleh Lies Indriati yaitu periset Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih (PRLTB), bahwa produk sekali pakai seperti popok dan pembalut memberikan kenyamanan karena dapat langsung dibuang setelah digunakan, namun menimbulkan masalah lingkungan yang signifikan. Dilansir dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), mengungkap bahwa risiko pencemaran lingkungan muncul dari bahan-bahan baku penyusunnya, jumlah atau volume produk yang digunakan, perilaku penggunaan dan pengelola. Hal tersebut didasari dari karakteristik yang terkandung pada popok.

Tabel 1. Karakteristik Popok Bayi

No	Komponen	Presentase (%)	Keterangan
1	<i>Polymer Super Absorbent (SAP) (Sodium Polyacrylate)</i>	15-30%	Polimer hidrogel penyerap utama
2	Serat <i>Selulosa</i> (pulp kayu)	30-40%	Penyerap tambahan, serat organik
3	Lapisan Plastik (<i>Polipropilena/Polietilena</i>)	20-30%	Lapisan luar dan dalam popok
4	Lapisan <i>Nonwoven</i> (<i>Polyester/Polypropylene</i>)	10-15%	Lapisan atas untuk sentuhan lembut

Fungsi utama dari popok bayi adalah menjaga kulit bayi tetap kering dengan menyerap cairan tubuh secara efisien dan mencegah kebocoran. Popok modern dirancang menggunakan teknologi penyerap seperti *super absorbent polymer* (SAP), yaitu polimer hidrogel yang mampu menahan cairan dalam jumlah besar. Teknologi ini menjaga kelembaban kulit tetap stabil dan membantu mencegah iritasi atau ruam. Selain memberikan kenyamanan bagi bayi, popok juga mempermudah orang tua dalam menjaga kebersihan dan kesehatan anak, khususnya dalam aktivitas harian yang padat. Menurut Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), struktur dan material pada popok modern memungkinkan fungsi optimal dalam mengontrol kelembaban dan menjaga kulit bayi tetap kering dalam jangka waktu lama, sehingga menjadikannya salah satu kebutuhan esensial dalam perawatan anak usia dini.

Selain itu, popok bayi juga berperan dalam menjaga kebersihan dan kesehatan secara keseluruhan dengan menyerap urine dan feses. Dengan demikian, popok dapat membantu mengurangi risiko infeksi saluran kemih, diare, serta berbagai penyakit kulit lainnya. Penggunaan popok yang tepat dan higienis terbukti dapat menurunkan prevalensi gangguan kesehatan tersebut (Asmiana Saputri Ilyas et al., 2022)

Limbah popok bayi yang dibuang sembarangan, terutama yang mengandung urine dan feses, dapat menjadi sumber penyebaran patogen berbahaya (Amalia & Halomoan, 2023). Kandungan bakteri seperti *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan virus dalam kotoran

bayi dapat mencemari air dan tanah, meningkatkan risiko penyakit seperti diare, infeksi saluran pencernaan, dan penyakit kulit pada masyarakat sekitar. Hal ini diperparah oleh rendahnya kesadaran masyarakat dalam pengelolaan limbah popok, yang dapat mempercepat penyebaran penyakit infeksi.

Dari sisi lingkungan, limbah popok bayi yang dibuang sembarangan dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air. Popok sekali pakai mengandung bahan-bahan seperti plastik dan *super absorbent polymer* (SAP) yang sulit terurai, membutuhkan waktu hingga 250–500 tahun untuk terdegradasi secara alami

(Prasetyo *et al.*, 2021). Ketika limbah ini menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA) atau mencemari sungai, mereka dapat merusak ekosistem, mengganggu kehidupan biota air, dan mencemari sumber air bersih (Purwati *et al.*, 2023). Selain itu, pembakaran limbah popok yang tidak sesuai standar dapat menghasilkan emisi gas beracun yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

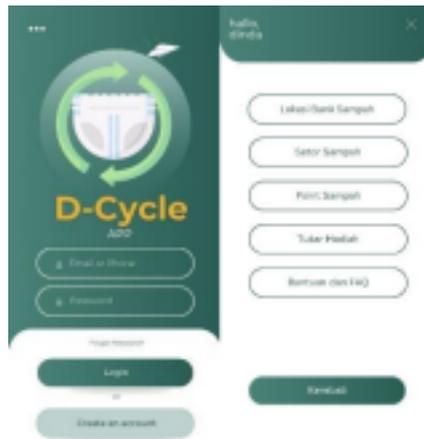
ISI

Deskripsi Konsep Gagasan D-Cycle



Gambar 2. Konsep Kerja Sistem D-Cycle

D-Cycle merupakan inovasi smart system pengelolaan limbah popok sekali pakai yang mengintegrasikan teknologi pemisahan material otomatis berbasis *sensoric material identification* dengan proses *biokonversi* untuk menciptakan solusi berkelanjutan dan ramah lingkungan. Sistem ini dirancang untuk secara cerdas memisahkan komponen plastik, hidrogel, dan bahan organik dari limbah popok melalui sensor optik berpresisi tinggi yang dikendalikan oleh mekanisme robotik. Limbah organik yang telah dipisahkan kemudian diolah menggunakan proses *anaerobic digestion*, menghasilkan biogas sebagai energi terbarukan dan pupuk cair yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian.

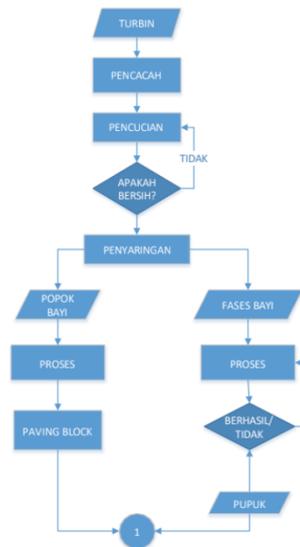


Gambar 3. Perangkat Lunak *Application*

Teknologi ini diperkuat oleh integrasi *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan pemantauan *real-time* terhadap jumlah popok, kelembaban, suhu, dan tekanan dalam sistem, serta pengiriman data langsung ke *dashboard* digital yang dapat diakses dari jarak jauh. Selain memberikan efisiensi dalam penggunaan energi dan sumber daya, *D-Cycle* juga dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis saat terjadi gangguan atau ketika kapasitas sistem mencapai batas maksimal. Dengan kolaborasi teknologi sensorik, otomasi, dan konektivitas digital, *D-Cycle* hadir sebagai solusi inovatif yang tidak hanya menyelesaikan permasalahan limbah popok, tetapi juga mengubahnya menjadi energi bersih dan nutrisi yang bermanfaat bagi lingkungan dan masa depan yang lebih hijau.

Analisis Cara Kerja D-Cycle

Secara garis besar, *D-Cycle* terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu *Pre Separation*, *Centrifugal Separation*, *Sensoric Identification*, *Material Processing*, dan *Internet of Things* (IoT) *Monitoring System*. Pada bagian *Pre-Separation*, limbah popok masuk ke tahap awal dengan mekanisme pemotongan otomatis yang membelah popok menjadi dua bagian utama. Proses ini dilengkapi dengan penyemprotan air bertekanan rendah yang berfungsi untuk melunakkan dan melepaskan kotoran seperti urin dan feses dari struktur popok agar lebih mudah dipisahkan.



Gambar 4. Proses Kerja D-Cycle

Setelah tercacah, popok akan menjalani proses pencucian. Jika popok belum bersih setelah pencucian pertama, maka akan dilakukan proses pencucian ulang hingga kotoran benar-benar hilang. Popok yang telah bersih kemudian dipisahkan melalui sistem pemisah sentrifugal (*Centrifugal Separation*), yang memisahkan komponen popok berdasarkan perbedaan massa jenis dan tekstur, seperti plastik, hidrogel, dan material organik. Dari hasil pemisahan ini, material non-organik seperti plastik dan hidrogel akan masuk ke tahap *Material Processing*, yaitu proses pengeringan dan pengolahan lanjutan untuk dijadikan bahan campuran pembuatan *paving block*. Sementara itu, material organik seperti feses akan melewati proses *Sensoric Identification*, di mana sensor optik dan sensor material digunakan untuk mengenali kandungan dan kelayakan feses.

Apabila hasil identifikasi menyatakan feses layak diolah, maka material ini akan diarahkan ke reaktor anaerobic digestion untuk diproses menjadi pupuk cair dan biogas. Jika belum memenuhi kriteria, maka material akan dikembalikan untuk menjalani proses ulang. Seluruh proses dalam sistem D-Cycle ini didukung oleh teknologi *IoT Monitoring System*, yang memungkinkan pemantauan secara *real-time* menggunakan sensor suhu, tekanan, kelembaban, serta jumlah popok yang diproses. Data dari sensor ini dikirim secara otomatis ke *dashboard* digital sebagai dasar analisis performa sistem dan pengambilan keputusan berbasis notifikasi. Inovasi Gagasan D-Cycle

Dalam pengembangannya, dilakukan studi pustaka dan observasi kebutuhan lapangan. Adapun inovasi yang ditawarkan pada D-Cycle, yaitu:

1. Pemotongan otomatis untuk membelah limbah popok menjadi dua bagian guna

memudahkan pemisahan komponen.

2. Penyemprotan air bertekanan rendah untuk melunakkan dan memisahkan kotoran seperti urin dan feses dari popok.
3. Gaya sentrifugal untuk memisahkan komponen plastik, hidrogel, dan bahan organik berdasarkan massa jenis dan karakteristik material.
4. Sensor optik dan material identification untuk mengenali dan mengklasifikasikan material plastik dan hidrogel secara otomatis.
5. Proses *anaerobic digestion* menggunakan biodigester untuk mengubah bahan organik menjadi biogas sebagai energi terbarukan dan pupuk cair berkualitas.
6. Pemanfaatan sisa material non-organik (plastik dan hidrogel) sebagai bahan baku pembuatan *paving block* ramah lingkungan.
7. Sensor kelembaban, suhu, tekanan, dan jumlah popok untuk memantau kondisi sistem secara *real-time*.
8. Integrasi *Internet of Things* (IoT) yang mengirimkan data pemantauan ke *dashboard* digital untuk pengawasan jarak jauh dan notifikasi otomatis.
9. Sistem notifikasi otomatis untuk memberi peringatan saat terjadi gangguan atau kapasitas penuh dalam proses pengolahan.
10. Dashboard aplikasi yang memudahkan pengguna dalam mengendalikan dan memonitor sistem *D-Cycle* melalui perangkat pintar seperti smartphone dan komputer.

Analisis Perancangan D-Cycle

Perancangan sistem *D-Cycle* dilakukan dengan pendekatan berbasis *Research and Development* (R&D) yang terstruktur, memadukan prinsip teknik mesin, teknologi lingkungan, dan sistem digital berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode pengembangan merujuk pada model MANTAP (Modifikasi Analisis Tahap Pengembangan), yang terdiri dari 5 tahap utama: 1.) Penelitian Pendahuluan, 2.) Pengembangan Model, 3.) Validasi Model, 4.) Uji Efektivitas, dan 5.) Diseminasi. Tujuan dari rancangan ini tentunya untuk menghasilkan alat pengolah limbah popok sekali pakai yang mampu memisahkan material popok secara otomatis, mengolah limbah organik menjadi energi dan pupuk, serta memanfaatkan plastik dan hidrogel menjadi *paving block* ramah lingkungan.

D-Cycle terhubung dengan sebuah aplikasi, sehingga pemantauan bisa dilakukan dari jarak jauh dan tidak menimbulkan risiko bagi pengelola dan masyarakat sekitar. Komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan alat *D-Cycle* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen pada D-Cycle

No	Komponen	Fungsi Utama
1	<i>Pre-Separation Unit</i>	Pemotongan otomatis popok dan penyemprotan air bertekanan rendah untuk pelunakan
2	<i>Centrifugal Separator</i>	Pemisahan plastik, hidrogel, dan bahan organik berdasarkan massa jenis
3	<i>Sensoric Identification System</i>	Pendeteksian material menggunakan sensor optik dan pemisahan jalur proses
4	<i>Anaerobic Digestion Reactor</i>	Mengubah limbah organik menjadi biogas dan pupuk cair
5	<i>Drying & Shaping System</i>	Pengeringan dan pencetakan material non organik menjadi <i>paving block</i>
6	<i>IoT Monitoring Dashboard</i>	Pemantauan <i>real-time</i> kelembaban, suhu, tekanan, dan jumlah limbah

Pada desain awal menggunakan *software solidwork*, D-Cycle dibuat dengan dimensi sekitar 120 cm x 80 cm x 100 cm (panjang x lebar x tinggi). Peletakan komponennya tentu dilakukan dengan berbagai pertimbangan. Popok merupakan salah satu sampah yang sulit terurai. Oleh karena itu, pengembangan sistem yang efektif untuk mengolah limbah ini menjadi suatu produk yang berguna seperti *paving block* dan pupuk sangatlah penting. D-Cycle merupakan solusi inovatif untuk mengelola sampah tersebut menjadi suatu produk yang bernilai. Meskipun memiliki tantangan dan risiko tertentu, manfaat lingkungan dan ekonomi yang diharapkan dari proyek ini sangatlah besar.

Tahap Implementasi Gagasan D-Cycle

Tahap implementasi gagasan kreatif D-Cycle mengikuti metode *Research and Development* (RnD) berbasis lima tahap MANTAP yang dikembangkan oleh Sumarni, Istiningsih, dan Nugraheni. Proses dimulai dari perencanaan dan pengumpulan data awal melalui penelitian pendahuluan yang mencakup analisis masalah, observasi kebutuhan

lingkungan, serta analisis SWOT untuk mengidentifikasi potensi produk dan pesaing. Tahap berikutnya adalah pengembangan bentuk awal produk, yang dilakukan berdasarkan kajian teori-teori terbaru dan relevan, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *prototype D-Cycle*. Setelah itu, dilakukan proses validasi produk untuk menguji kelayakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Validasi kualitatif dilakukan melalui penilaian para ahli dengan metode *focus group discussion* (FGD) atau teknik Delphi, di mana masukan dari para pakar digunakan untuk merevisi produk agar lebih sempurna.

Tahap keempat adalah uji efektivitas *D-Cycle* melalui dua tahap, yaitu uji coba kelompok terbatas dan uji coba kelompok lebih luas. Subjek uji dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Bila ditemukan kendala atau kekurangan, maka dilakukan revisi terhadap produk. Tahap terakhir adalah diseminasi, yaitu saat produk dinyatakan berhasil, *D-Cycle* disosialisasikan kepada para stakeholder untuk menjalin kerja sama, komersialisasi, dan implementasi di lapangan, terutama pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau mitra pengelolaan limbah lainnya.

Rumusan Target Pembangunan Berciri SMART

Rumusan target pembangunan dijabarkan dengan menggunakan prinsip SMART (*Specific, Measurable, Acceptable, Realistic, Time-bound*). Target pembangunan SMART dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3. Rumusan Target Prinsip SMART

<i>Spesific</i>	<i>Measurable</i>	<i>Acceptable</i>	<i>Realistic</i>	<i>Time-Bound</i>
Mengembangkan sistem pemisahan dan pengolahan limbah popok sekali pakai menjadi biogas, pupuk cair, dan bahan <i>paving block</i> ramah lingkungan dengan teknologi sensorik otomatis dan proses <i>anaerobic</i>	Mampu memproses minimal 50 kg limbah popok per hari dengan tingkat pemisahan material plastik, hidrogel, dan bahan organik mencapai $\geq 90\%$, serta menghasilkan minimal 10 m ³ biogas	Menggunakan teknologi yang sudah tersedia dan terjangkau, seperti sensor optik, motor sentrifugal, dan biodigester dengan kapasitas menengah, serta dukungan IoT untuk pemantauan yang mudah dan efisien.	Menjawab kebutuhan pengelolaan limbah popok yang selama ini menjadi masalah lingkungan, sekaligus menghasilkan produk bernilai guna yang dapat mendukung keberlanjutan sektor pertanian dan energi	Memulai implementasi sistem pada kuartal kedua tahun ini dan mencapai operasional penuh pada kuartal pertama tahun berikutnya, dengan evaluasi dan pembaruan teknologi setiap enam bulan

<i>digestion.</i>	dan 20 liter pupuk cair setiap minggu.		terbarukan.	
-------------------	--	--	-------------	--

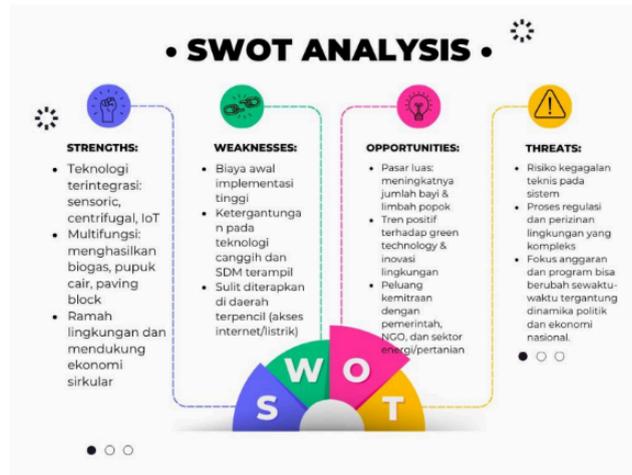
Dampak Lanjutan Gagasan D-Cycle

Dampak lanjutan yang diharapkan dari implementasi *D-Cycle* adalah berkurangnya limbah popok yang mencemari lingkungan serta meningkatnya pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai guna yang ramah lingkungan. Adapun dampak lanjut dijelaskan sebagai berikut:

1. Mendorong masyarakat dan pemerintah untuk lebih peduli terhadap pengelolaan limbah popok secara bertanggung jawab, sejalan dengan tujuan SDGs.
2. Penggunaan sensor dan IoT meningkatkan efektivitas pengolahan limbah, mengurangi tenaga kerja manual dan biaya operasional.
3. Limbah organik popok diolah menjadi biogas dan pupuk cair, menghasilkan produk ramah lingkungan yang bermanfaat bagi masyarakat dan sektor pertanian lokal.
4. Mendorong pengembangan teknologi pengelolaan limbah cerdas yang dapat diterapkan pada jenis limbah lain, baik di dalam maupun luar negeri.
5. Mengurangi resiko pencemaran tanah dan air akibat plastik dan bahan kimia dari popok melalui pemrosesan yang tepat.
6. Menurunkan risiko penyakit akibat polusi dari limbah popok dengan pengelolaan yang lebih efektif dan higienis.

Kemungkinan Cara Mencapai Target

Untuk mempertimbangkan kemungkinan cara mencapai target, dilakukan analisis SWOT untuk mengetahui faktor pendukung dan penghambat secara *internal* dan *external*, analisis SWOT dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Analisis SWOT D-Cycle

Rencana Operasional Program

Rencana operasional program telah disusun secara komprehensif untuk menggambarkan langkah-langkah pelaksanaan yang mencakup analisis pertimbangan untung rugi dan waktu, jadwal rencana kerja, proyeksi mitra dan biaya, serta identifikasi mitra dan stakeholder penting yang berperan dalam mendukung keberhasilan program. Pertimbangan ini bertujuan memastikan program berjalan secara efektif, efisien, dan terukur sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Seluruh komponen tersebut telah dirangkum secara sistematis dalam bentuk tabel (terlampir) guna mempermudah pemahaman dan evaluasi.

KESIMPULAN

Permasalahan limbah popok sekali pakai di Indonesia menjadi isu serius yang berdampak pada kesehatan, lingkungan, dan keberlanjutan sistem pengelolaan sampah. D-Cycle hadir sebagai solusi inovatif berbasis teknologi sensorik otomatis dan *Internet of Things* (IoT) yang mampu memisahkan dan mengolah limbah popok menjadi produk bernilai guna seperti biogas, pupuk cair, dan paving block ramah lingkungan. Dengan pendekatan *Research and Development* (RnD) lima tahap (MANTAP), D-Cycle dikembangkan melalui proses terstruktur mulai dari analisis kebutuhan, prototyping, validasi, hingga uji efektivitas dan diseminasi. Inovasi ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular dan mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya dalam bidang lingkungan, industri berkelanjutan, dan mitigasi perubahan iklim. Selain memberikan manfaat ekologis, D-Cycle juga membuka peluang ekonomi lokal

melalui pemanfaatan hasil daur ulang dan kolaborasi multipihak.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Kolaborasi multipihak dan peningkatan kolaborasi dengan *stakeholder*.
2. Edukasi serta sosialisasi terhadap masyarakat.
3. Peningkatan, pengujian, dan penyempurnaan teknologi serta produk secara berkala.
4. Pemanfaatan CSR dan pendanaan inovasi.
5. Pengembangan kebijakan pendukung
6. Penerapan skala produksi, komersialisasi, dan komunitas hingga nasional.
7. Pemanfaatan teknologi lokal dan ramah biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, C. I., & Halomoan, N. (2023). Kajian Pemahaman Masyarakat Terhadap Sampah Popok Bayi Sekali Pakai Di Kota Bandung. *Prosiding FTSP Series, 2018*, 2102–2108.
<https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/ftsp/article/view/2789%0Ahttps://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/ftsp/article/download/2789/2196>
- Asmiana Saputri Ilyas, Adi Hermawan, & Muhammad Syafri. (2022). Hubungan Penggunaan Popok Bayi dan Perilaku Ibu terhadap Kelainan Kulit pada Bayi 0-12 Bulan di Desa Tobadak II Mamuju Tengah Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Mitrasehat, 12*(1), 16–21. <https://doi.org/10.51171/jms.v12i1.326>
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2024). *Popok sekali pakai: Ancaman lingkungan dan solusi alternatif*. <https://www.brin.go.id/news/118713/popok-sekali-pakai-ancaman-lingkungan-dan-solusi-alternatif>
- Prasetyo, F. D., Triasti, R. D., & Ayuningtyas, E. (2021). Pemanfaatan Limbah Popok Bayi (Diapers) Sebagai Media Tanam. *Jurnal Rekayasa Lingkungan, 21*(1), 41–49.
<https://doi.org/10.37412/jrl.v21i1.91>
- Purwati, S., Oktyajati, N., & Bila, I. S. (2023). Potensi Implementasi Ekonomi Sirkular dalam Pengolahan Limbah Popok Bayi. *Unistek, 10*(2), 144–152.
<https://doi.org/10.33592/unistek.v10i2.3923>
- Putri, A. (2020). Pengelolaan Sampah Popok Sekali Pakai: Tantangan dan Solusi. *Jurnal Lingkungan dan Teknologi, 12*(3), 45-53

Penerapan *Lean Manufacturing* dan *Activity-Based Costing* Digital untuk Efisiensi

Biaya UMKM Jagung Dompu

Iring Patrialis Ananda

Universitas Ahmad Dahlan

2415019136@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) berperan penting dalam menopang struktur ekonomi nasional. Di Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat, sektor pertanian menjadi salah satu potensi utama, khususnya pada komoditas jagung. Namun demikian, efisiensi biaya pada UMKM jagung masih menjadi persoalan. Lahan pertanian jagung di Kecamatan Kempo sebagian besar berada pada kelas kesesuaian lahan yang marjinal dan cukup sesuai, yang menyebabkan produktivitas tidak optimal serta biaya operasional tinggi (Maskumambang *et al.*, 2021). Selain itu, petani jagung di Desa Soriutu menghadapi tantangan berupa rendahnya pemanfaatan teknologi dan belum adanya strategi pemasaran yang terarah, sehingga terjadi ketimpangan antara biaya produksi dan pendapatan usaha (Ningsih *et al.*, 2024).

PEMBAHASAN

Lean Manufacturing merupakan pendekatan manajemen produksi yang mengutamakan efisiensi melalui pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Pendekatan ini relevan diterapkan pada UMKM, terutama yang masih mengandalkan proses produksi manual. Penerapan metode *Value Stream Mapping* pada unit produksi tahu terbukti mampu mengurangi pemborosan seperti *waiting time* dan *motion waste*, serta menurunkan waktu siklus produksi secara signifikan (Sumasto *et al.*, 2024). Penyederhanaan alur produksi dan penataan ruang kerja berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan penurunan beban biaya. Temuan tersebut membuktikan bahwa prinsip *Lean* dapat diterapkan secara aplikatif dalam skala UMKM.

Di sisi lain, efisiensi biaya juga ditentukan oleh keakuratan dalam pencatatan dan alokasi biaya. *Activity-Based Costing* (ABC) merupakan metode yang dapat memberikan gambaran biaya lebih detail berdasarkan aktivitas nyata yang dilakukan. Jika diterapkan dalam bentuk digital, metode ini menjadi lebih

mudah diakses oleh pelaku UMKM. Penggunaan aplikasi digital dalam manajemen usaha, seperti *Google Business* dan media sosial, mendukung peningkatan efisiensi

pemasaran dan transparansi keuangan pada UMKM (Jannatin *et al.*, 2020). Hal ini memberikan dasar bagi pelaku usaha untuk mengambil keputusan berbasis data, termasuk dalam hal penetapan harga dan pengendalian biaya.

Penerapan *Lean Manufacturing* dan *Activity-Based Costing* secara terintegrasi akan lebih optimal bila disertai penguatan kapasitas pelaku usaha, terutama dalam penguasaan teknologi. Pendampingan yang dilakukan di Desa Sindangkasih menunjukkan bahwa digitalisasi dan integrasi akses permodalan telah meningkatkan kemampuan pelaku UMKM dalam menyusun laporan keuangan dan mengelola distribusi produk (Astuti *et al.*, 2020). Pelaku UMKM juga menjadi lebih siap dalam mengakses pembiayaan dari lembaga keuangan. Program tersebut menunjukkan bahwa pengembangan UMKM berbasis digital tidak hanya mendukung efisiensi produksi, tetapi juga memperkuat manajemen dan keberlanjutan usaha.

KESIMPULAN

Pengembangan strategi efisiensi biaya tidak dapat dilepaskan dari upaya adaptasi terhadap perubahan pasar dan teknologi. Dalam konteks ini, digital marketing menjadi salah satu komponen penting. Pelatihan pemasaran digital di Kelurahan Plamongsari terbukti meningkatkan pemahaman pelaku UMKM terhadap pemanfaatan platform seperti Shopee, WhatsApp, dan media sosial lain (Arumsari *et al.*, 2022). Pelaku usaha yang sebelumnya hanya mengandalkan metode konvensional mulai memahami strategi promosi digital, pengemasan produk, dan pencatatan transaksi daring. Penerapan sistem digital secara menyeluruh ini menjadi bagian penting dalam mendorong UMKM untuk lebih adaptif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Arumsari, N. R., Lailiyah, N., & Rahayu, T. (2022). Peran Digital Marketing dalam Upaya Pengembangan UMKM Berbasis Teknologi di Kelurahan Plamongsari Semarang. *Jurnal SEMAR: Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat*, 11(1), 92–101. <https://doi.org/10.20961/semar.v11i1.57610>
- Astuti, R. P., Kartono, & Rahmadi. (2020). Pengembangan UMKM melalui Digitalisasi Teknologi dan Integrasi Akses Permodalan. *Ethos: Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 8(2), 248–256. <https://doi.org/10.29313/ethos.v8i2.5764>
- Jannatin, R., Wardhana, M. W., Haryanto, R., & Pebriyanto, A. (2020). Penerapan Digital Marketing sebagai Strategi Pemasaran UMKM. *Jurnal Impact: Implementation and*

Action, 2(2), 39–50.

Ningsih, S. Y., Wahono, B., & Ramadhan, T. S. (2024). Pengaruh Strategi Pemasaran dalam Upaya Meningkatkan Pendapatan Petani dalam Perspektif Ekonomi Islam. *e-Jurnal Riset Manajemen*, 13(1), 4262–4272.

Sumasto, F., Putra, A. N. D., Ibrahim, M. R., Wahab, A. J., Sahnun, M. R. A., Solih, E. S., & Agustin, D. (2024). Strategi Keberlanjutan dalam Proses Produksi Tahu: Pendekatan Lean Manufacturing untuk UMKM. *Jurnal Serambi Teknik dan Manufaktur*, 9(1), 7721–7729.

IT-Milk: Inovasi Teknologi Susu Sapi Berbasis *Internet of Things (IoT)* dan Sensor *Moisture* untuk Generasi Sehat Menuju Indonesia Emas 2045

Muhamad Andika

Universitas Ahmad Dahlan

2415019137@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Latar Belakang Topik

Susu sapi segar merupakan sumber nutrisi penting yang kaya akan protein, lemak, vitamin, dan mineral. Namun, susu segar sangat rentan terhadap kontaminasi mikroba dan degradasi kualitas akibat faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Kondisi ini dapat menyebabkan perubahan pH dan warna susu, yang menandakan penurunan kualitas dan potensi bahaya bagi kesehatan konsumen. Penelitian oleh (Bhramantya dkk.2024) mengembangkan sistem deteksi durasi penyimpanan susu sapi segar berdasarkan tingkat keasaman dan perubahan warna menggunakan metode *K-Nearest Neighbors (K-NN)* berbasis *Arduino*. Sistem ini memanfaatkan sensor *pH* dan sensor warna untuk mengklasifikasikan kelayakan konsumsi susu secara real-time, sehingga hal ini menunjukkan pentingnya pemantauan kualitas susu secara otomatis dan akurat agar layak dikonsumsi.

Selain itu, (Faulana & Budiarmo. 2024) merancang alat pengendali suhu pada proses *pasteurisasi* susu murni menggunakan *Arduino* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Alat ini memungkinkan pengendalian suhu secara otomatis selama proses *pasteurisasi*, yang penting untuk memastikan kualitas dan keamanan susu. Dalam konteks pengembangan teknologi untuk meningkatkan kualitas susu, penggunaan sensor kelembaban (*moisture sensor*) menjadi



Gambar 1. Persebaran Perah Susu di Indonesia

relevan. Sensor ini dapat membantu dalam memantau kondisi lingkungan penyimpanan susu, sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroba dan menjaga kualitas susu.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik, hingga 2022 populasi sapi perah di Indonesia mencapai 507.075 ekor, dengan wilayah Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat menjadi sentra utama produksi susu sapi segar. Jawa Timur, sebagai daerah dengan kontribusi terbesar, mencakup sebagian dari total populasi sapi perah nasional. Meski begitu, produksi susu segar dalam negeri (SSDN) masih jauh dari cukup untuk memenuhi kebutuhan nasional. Rendahnya produktivitas susu perah di Indonesia menjadi salah satu faktor utama yang menghambat perkembangan sektor ini. Rata-rata produksi susu per ekor sapi per hari di Indonesia hanya sekitar 8-10 liter (Karuniawati, 2024).

Produksi tersebut jauh lebih rendah dibandingkan negara-negara maju seperti Selandia Baru dan Australia yang mampu mencapai 30 sampai 40 liter per hari per ekor. Salah satu penyebabnya adalah rendahnya kualitas genetik sapi perah lokal. Selain itu, pengelolaan peternakan masih menghadapi berbagai kendala, termasuk terbatasnya akses terhadap teknologi modern, kurangnya pemahaman tentang pengelolaan pakan dan kesehatan sapi, serta skala usaha peternakan yang umumnya kecil. Peternak sapi perah di Indonesia merupakan peternak rakyat yang hanya memiliki 2 sampai 3 ekor sapi, sehingga efisiensi produksi menjadi sulit dicapai.

Masalah lainnya adalah keterbatasan infrastruktur dan rantai pasok. Minimnya fasilitas penyimpanan seperti *cold storage* dan transportasi yang memadai membuat kualitas susu cepat menurun sebelum sampai ke konsumen. Industri pengolahan susu juga menetapkan standar kualitas tertentu yang seringkali sulit dipenuhi oleh peternak kecil, sehingga susu yang dihasilkan tidak dapat diserap sepenuhnya oleh pasar. Di beberapa daerah, hal ini bahkan memicu fenomena pembuangan susu segar secara massal, salah satunya terjadi di sentra produksi susu seperti Boyolali, ribuan liter susu segar terpaksa dibuang oleh peternak karena tidak terserap oleh industri atau pasar lokal. Fenomena ini terjadi karena ketidakseimbangan antara produksi dan daya serap pasar. Pembuangan susu segar tidak hanya merugikan secara ekonomi, tetapi juga menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Kendala lain yang menghadap industri susu perah adalah kurangnya dukungan kebijakan yang berpihak pada peternak kecil juga memperparah kondisi ini. Jika masalah masalah ini tidak segera teratasi, pengembangan industri susu perah yang berkelanjutan akan sulit tercapai. Dengan mempertimbangkan pentingnya kualitas susu bagi kesehatan masyarakat dan upaya menuju Indonesia Emas 2045, pengembangan teknologi seperti *IT-Milk* yang mengintegrasikan sensor kelembaban dalam sistem pemantauan kualitas susu menjadi sangat penting. Inovasi ini diharapkan dapat mendukung peningkatan kualitas produk susu nasional dan kesehatan generasi mendatang.

Identifikasi Rumusan Masalah

Industri susu perah di Indonesia menghadapi tantangan multidimensi yang tidak hanya berdampak pada aspek ekonomi dan kesehatan, tetapi juga memiliki implikasi terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals (SDGs)*. Salah satu permasalahan mendasar adalah kerentanan susu sapi segar terhadap kontaminasi mikroba dan degradasi kualitas akibat kondisi lingkungan yang tidak terkontrol, seperti suhu tinggi dan kelembaban yang fluktuatif. Perubahan ini menyebabkan penurunan mutu susu yang ditandai dengan perubahan pH dan warna, serta berisiko membahayakan kesehatan konsumen. Sayangnya, sistem pemantauan kualitas susu secara otomatis dan *real-time* masih jarang diterapkan, terutama di tingkat peternakan rakyat. Hal ini menghambat pencapaian SDGs 3 (*Good Health and Well-being*), yang menekankan pentingnya akses terhadap pangan yang aman dan bergizi bagi seluruh masyarakat.

Lebih jauh, produktivitas sapi perah lokal yang rendah hanya sekitar 8 hingga 10 liter per hari per ekor menjadi hambatan besar dalam memenuhi kebutuhan susu nasional, apalagi jika dibandingkan dengan negara-negara seperti Selandia

Baru atau Australia yang mampu menghasilkan 30 hingga 40 liter per hari per ekor. Faktor penyebabnya meliputi masalah infrastruktur penyimpanan dan distribusi yang tidak memadai, seperti *cold storage* dan transportasi berpendingin, menyebabkan susu cepat rusak sebelum sampai ke tangan konsumen atau industri pengolahan. Hal ini diperparah dengan standar mutu yang ditetapkan oleh industri pengolahan susu, yang sulit dipenuhi oleh peternak kecil. Akibatnya, terjadi fenomena pembuangan susu dalam jumlah besar, seperti yang dilaporkan di Boyolali, yang bukan hanya menimbulkan kerugian ekonomi, tetapi juga menjadi ancaman terhadap SDGs 12 (*Responsible Consumption and Production*), karena terjadi pemborosan sumber daya pangan. Belum lagi, susu yang dibuang tanpa pengelolaan dapat mencemari lingkungan, berkontribusi terhadap pencemaran air dan tanah, serta bertentangan dengan SDGs 13 (*Climate Action*) dan SDGs 6 (*Clean Water and Sanitation*).

Kurangnya kebijakan yang berpihak pada peternak kecil juga memperparah kondisi ini. Dukungan terhadap transfer teknologi, pelatihan, serta jaminan pasar dan harga masih minim, sehingga inovasi belum dapat diterapkan secara merata. Dalam konteks inilah, pengembangan teknologi seperti *IT-Milk* yang mengintegrasikan sensor kelembaban, sensor pH, dan sistem pemantauan kualitas susu berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan menggunakan sensor *Moisture* memiliki peran strategis. Teknologi ini tidak hanya dapat menjaga mutu susu secara *real time* dan efisien, tetapi juga mendorong produktivitas dan keberlanjutan industri

peternakan rakyat. Dengan demikian, penerapan teknologi tepat guna ini berkontribusi langsung pada SDGs 9 (*Industry, Innovation and Infrastructure*) dan menjadi bagian dari strategi nasional untuk mendukung SDGs 2 (*Zero Hunger*), yakni menjamin ketahanan pangan dan gizi bagi seluruh masyarakat.

Maka dari itu, identifikasi permasalahan dalam industri susu perah di Indonesia tidak dapat dipisahkan dari upaya pencapaian SDGs. Inovasi teknologi seperti *IT-Milk* perlu didorong dan didistribusikan secara merata agar

dapat memperkuat ekosistem peternakan, menjamin kualitas dan keamanan pangan, serta memperbaiki kondisi sosial ekonomi peternak dalam mewujudkan Indonesia Emas 2045 yang berkelanjutan.

ISI

Deskripsi Gagasan Inovasi *IT-MILK*



Gambar 2. Tampilan Inovasi Alat *IT-MILK*

Konsep gagasan ini adalah inovasi terintegrasi dengan teknologi kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence (AI)* lalu dengan menggunakan sensor *Moisture* melalui pendekatan *Research and Development (R&D)* untuk menciptakan inovasi pengolahan susu sapi yang terjamin kualitas, keamanan pangan dan gizi guna mencerdaskan Masyarakat menuju Indonesia Emas 2045. Inovasi ini diwujudkan dalam bentuk *IT-MILK* (Inovasi Teknologi Susu), sebuah sistem otomatisasi yang mampu mendeteksi, memilah, dan mengolah susu dengan akurat. Sistem ini memanfaatkan sensor *Moisture* dan *AI* untuk mengidentifikasi pengolahan susu secara otomatis dan *real-time*, yang selanjutnya didistribusikan untuk

diproses menjadi produk susu sehat dan bergizi. IT-MILK juga dilengkapi dengan jaringan sensor suhu digital pada berbagai komponen utama alat seperti reaktor pirolisis, tabung reaktor, penampung *char*, kondensor, serta filter *absorber*. Seluruh data suhu, berat, dan klasifikasi susu dikirim secara otomatis ke *platform* aplikasi berbasis IoT untuk pengawasan jarak jauh, memungkinkan pemantauan kondisi sistem, pencatatan data, notifikasi dini terhadap potensi kerusakan, dan analisis performa alat secara berkelanjutan. Selain itu, gagasan ini juga mencakup konsep biopori *system* sebagai proses pembuatan ampas susu atau susu yang tidak terpakai atau terbuang. Dengan *smart system*, konsep ini tidak hanya mengurangi dampak negatif limbah susu, tetapi juga menghasilkan produk susu yang higienis, bernutrisi tinggi dan layak dikonsumsi sehingga mewujudkan generasi Indonesia Emas 2045.

Deskripsi Analisis Kerja IT-MILK

Alat *IT-MILK* (Inovasi Teknologi Susu) merupakan sebuah inovasi terintegrasi yang dirancang untuk mendeteksi, memilah, dan mengolah susu sapi segar secara otomatis dan real-time dengan dukungan teknologi *Artificial Intelligence (AI)*, sensor kelembaban (*moisture*), serta sistem *Internet of Things (IoT)*. Alur kerja alat ini dimulai dari tahap awal, yaitu pemasukan susu segar ke dalam wadah penampung melalui saluran input. Begitu susu masuk, sejumlah sensor bekerja secara bersamaan untuk mengukur parameter penting seperti kelembaban, suhu, berat, serta kualitas kimia-fisik susu, termasuk tingkat keasaman (pH) dan warna. Data dari sensor ini kemudian dikirim ke sistem pemrosesan pusat yang menggunakan kecerdasan buatan untuk menganalisis dan mengklasifikasikan kondisi susu ke dalam tiga kategori, yaitu susu layak konsumsi, susu yang memerlukan penanganan khusus, dan susu yang tidak layak konsumsi.

Susu yang diklasifikasikan sebagai layak konsumsi akan secara otomatis diarahkan ke jalur pengolahan utama, di mana ia akan melalui proses pasteurisasi menggunakan pemanas otomatis yang dikendalikan oleh jaringan sensor suhu digital yang tersebar di berbagai titik, termasuk tabung reaktor dan kondensor. Susu yang telah diproses akan disimpan sebagai susu sehat siap distribusi. Sementara itu, susu yang tidak layak konsumsi atau limbah susu diarahkan ke bagian pengolahan limbah yang mengadopsi sistem biopori. Limbah tersebut diproses menjadi pupuk organik melalui metode biofermentasi, dengan dukungan reaktor mini yang dilengkapi sensor suhu dan filter absorber untuk mengontrol suhu dan mencegah polusi udara. Proses ini memungkinkan limbah susu yang biasanya menjadi pencemar lingkungan justru diolah menjadi produk yang bermanfaat bagi pertanian.

Seluruh proses kerja IT-*MILK* dipantau dan dikendalikan melalui aplikasi digital berbasis IoT. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat melihat data kondisi sistem, riwayat produksi, klasifikasi susu, hingga menerima notifikasi dini bila terjadi kegagalan sistem atau indikasi kerusakan. Kemampuan pemantauan jarak jauh ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan keamanan, tetapi juga memberikan kontrol penuh terhadap proses pengolahan susu, meskipun dilakukan dari lokasi yang berbeda. Lebih jauh lagi, alat ini menggunakan sumber energi terbarukan berupa panel surya yang terpasang di bagian atas alat, menjadikannya ramah lingkungan dan dapat dioperasikan di daerah yang minim akses listrik. Dengan sistem kerja yang cerdas, efisien, dan berkelanjutan ini, IT-*MILK* diharapkan mampu menjadi solusi strategis dalam peningkatan kualitas produk susu nasional, pengelolaan limbah yang bertanggung jawab, serta pembangunan sistem pangan sehat menuju Indonesia Emas 2045.

Analisis Perancangan IT-*MILK*

IT-*MILK* dirancang dengan pendekatan *Research and Development* (R&D) menggunakan model pengembangan MANTAP yang terdiri atas lima tahap utama, yaitu (1) Penelitian Pendahuluan, (2) Pengembangan Model, (3) Validasi Model, (4) Uji Efektivitas, dan (5) Diseminasi. Tahap pertama, yaitu Penelitian Pendahuluan, dilakukan dengan mengidentifikasi berbagai persoalan mendasar dalam industri susu perah, terutama di kalangan peternak kecil. Melalui studi literatur, observasi lapangan, dan wawancara dengan peternak serta pengurus koperasi susu, ditemukan bahwa mutu susu yang rendah, tingginya tingkat pembuangan susu, serta belum adanya sistem pemantauan kualitas yang terjangkau merupakan hambatan utama yang membutuhkan solusi inovatif. Temuan ini menjadi dasar untuk merancang sebuah alat yang mampu menjawab persoalan tersebut secara komprehensif.

Selanjutnya, pada Tahap Pengembangan Model, dilakukan perancangan prototipe IT-*MILK*, yaitu sebuah sistem berbasis sensor *moisture*, AI, dan IoT yang mampu mendeteksi, memilah, dan mengolah susu secara otomatis dan *real-time*. Alat ini dilengkapi dengan sensor suhu, sensor kelembaban, dan sensor kualitas susu lainnya seperti pH dan warna, serta fitur biopori untuk pengolahan limbah susu menjadi pupuk organik. Alur kerja dan desain alat disusun berdasarkan hasil temuan awal dan kebutuhan peternak, dengan mempertimbangkan aspek efisiensi, keberlanjutan, dan kemudahan operasional. Sistem ini juga terhubung dengan aplikasi berbasis IoT yang memudahkan pemantauan dari jarak jauh menggunakan perangkat digital.

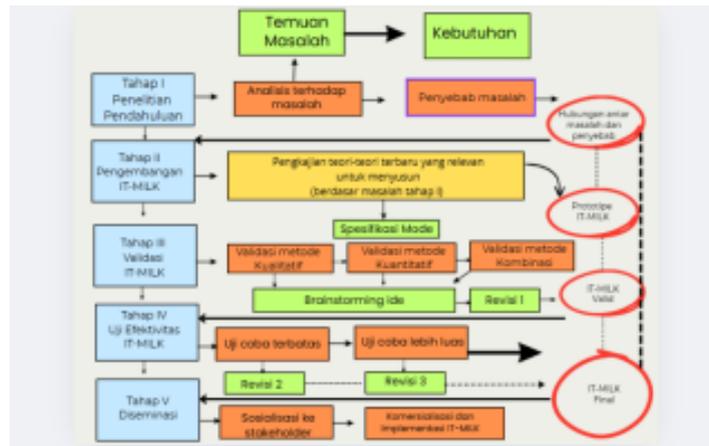
Kemudian, masuk ke Tahap Validasi Model, prototype IT-*MILK* diuji dan divalidasi oleh para ahli di bidang teknologi pangan, peternakan, serta sistem instrumentasi. Validasi ini meliputi aspek akurasi sensor, kemampuan klasifikasi susu oleh sistem AI, serta efektivitas pengolahan limbah. Masukan dari para pakar digunakan untuk menyempurnakan desain, meningkatkan keandalan alat, dan menyederhanakan antarmuka aplikasi agar lebih mudah digunakan oleh peternak. Validasi ini juga mencakup pengujian alat dalam berbagai kondisi lingkungan untuk memastikan ketahanan dan stabilitas fungsinya.

Tahap berikutnya adalah Uji Efektivitas, yaitu pengujian langsung alat IT *MILK* di lingkungan peternakan rakyat. Alat diuji coba di salah satu koperasi susu di Boyolali untuk melihat sejauh mana alat ini dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi kerugian akibat susu yang rusak. Hasil uji menunjukkan bahwa alat mampu mengidentifikasi kualitas susu secara *real-time* dan membantu peternak dalam menentukan tindakan cepat, seperti memisahkan susu yang layak dan tidak layak konsumsi. Limbah susu yang sebelumnya dibuang begitu saja kini dapat dimanfaatkan menjadi pupuk cair melalui sistem biopori, menunjukkan manfaat tambahan dari segi lingkungan dan ekonomi.

Terakhir, pada Tahap Diseminasi, dilakukan penyebarluasan hasil inovasi kepada pemangku kepentingan seperti Dinas Peternakan, koperasi susu, institusi pendidikan, dan pelaku industri agritech. Diseminasi dilakukan melalui penyusunan panduan teknis, pelatihan penggunaan alat, serta kolaborasi dengan mitra untuk mendukung pengembangan dan produksi alat secara lebih luas. Harapannya, IT-*MILK* dapat digunakan secara masif di berbagai wilayah sentra peternakan untuk mendukung peningkatan kualitas susu nasional, kesejahteraan peternak, dan keberlanjutan lingkungan sebagai kontribusi nyata menuju Indonesia Emas 2045.

Implementasi IT-*MILK*

Tahap implementasi gagasan kreatif dimulai dengan awal perencanaan hingga Gagasan Kreatif berhasil diimplementasikan dengan pendekatan *Research and Development (RnD)* pengembangan Lima Tahap (MANTAP) yang dikembangkan oleh tiga orang, yaitu: Sumarni, Istiningsih, dan Nugraheni. Adapun tahap tersebut dijelaskan dalam diagram alur pada Gambar 3. dalam implementasinya saat ini, Gagasan Kreatif sudah dirancang hingga fase prototipe awal dan uji efektivitas.



Gambar 3. Tahap Implementasi Gagasan

Tahap pengumpulan data dilakukan melalui proses penelitian pendahuluan dengan analisa masalah dan observasi kebutuhan lingkungan berkaitan dengan persoalan yang dikaji, termasuk didalamnya analisis SWOT untuk merumuskan kecakapan dan pesaing produk yang dijelaskan pada Gambar 3. Proses pengembangan bentuk permulaan dari produk dilakukan pada proses pengkajian teori-teori terbaru dan relevan untuk memecahkan masalah dengan membuat produk baru, dilanjutkan dengan proses pembuatan prototipe IT-MILK, kemudian proses validasi produk. Dalam validasi produk artinya uji kelayakan terhadap produk baik secara kualitatif, kuantitatif, maupun keduanya. Uji validasi produk secara kualitatif dapat dilakukan melalui *expert judgment* bisa dengan mengadakan *focus group discussion (FGD)/brainstorming* ide para ahli yang relevan dengan masalah/objek yang diteliti atau teknik Delphi kepada pakar yang sama dengan pakar FGD. Bedanya, kalau FGD para pakar bertemu untuk membahas konsep model yang dibuat peneliti dalam satu forum, tetapi kalau Delphi dengan cara mengirimkan konsep model kepada satu per satu pakar/ahli untuk diberi masukan, dilanjutkan dengan proses revisi produk. Pada tahap ke-IV dilakukannya Uji efektifitas IT-MILK dengan (1) Uji coba kelompok terbatas, dan (2) Uji coba kelompok lebih luas. Penentuan subjek uji coba yang biasa dipilih dengan *purposive sampling* yaitu pemilihan subjek coba yang dikendalikan oleh tujuan penelitian, jika ada masalah, maka akan dilakukan proses revisi/perbaikan dari produk. Tahap terakhir adalah tahap diseminasi, di tahap ini ketika produk dikatakan berhasil, maka produk IT-MILK akan dilakukan sosialisasi kepada stakeholder untuk kerja sama, komersialisasi dan implementasi kepada mitra atau Tempat Peternakan Susu Sapi Perah.

PENUTUP

Pengembangan inovasi IT-*MILK* merupakan langkah strategis dalam menjawab tantangan multidimensi yang dihadapi industri susu perah di Indonesia. Dengan mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence* (AI), *Internet of Things* (IoT), serta sensor kelembaban dan suhu, alat ini tidak hanya mampu memantau dan mengolah kualitas susu secara *real-time*, tetapi juga mengelola limbah secara ramah lingkungan melalui sistem biopori. Inovasi ini telah melalui berbagai tahapan pengembangan, mulai dari penelitian pendahuluan, perancangan model, validasi, hingga uji efektivitas di lapangan yang menunjukkan hasil signifikan dalam meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas susu.

Lebih dari sekadar alat pemantau, IT-*MILK* berfungsi sebagai sistem terintegrasi yang mendukung pemberdayaan peternak lokal, peningkatan daya saing produk susu nasional, serta pelestarian lingkungan. Hal ini sejalan dengan pencapaian berbagai target dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), seperti SDGs 2 (*Zero Hunger*), SDGs 3 (*Good Health and Well-being*), SDGs 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*), hingga SDGs 12 dan 13 yang berkaitan dengan konsumsi bertanggung jawab dan aksi terhadap perubahan iklim. Dengan demikian, IT-*MILK* bukan hanya solusi teknologi, tetapi juga representasi dari visi besar menuju Indonesia Emas 2045 sebuah masa depan yang mandiri, sehat, dan berkelanjutan. Diharapkan, dengan dukungan berbagai pihak, inovasi ini dapat didistribusikan secara luas dan menjadi standar baru dalam industri pengolahan susu nasional. Kolaborasi antara akademisi, pemerintah, pelaku industri, dan masyarakat menjadi kunci dalam merealisasikan gagasan ini secara nyata demi kesejahteraan bangsa di masa.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhramantya, R., Santoso, H., & Widodo, D. (2024). Sistem deteksi durasi penyimpanan susu sapi segar menggunakan sensor pH dan warna berbasis K-NN dan Arduino. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 16(1), 45–52.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2022*. Jakarta: BPS RI. Retrieved from <https://www.bps.go.id>
- Faulana, M. A., & Budiarmo, A. (2024). Rancang bangun alat pengendali suhu pada proses pasteurisasi susu murni berbasis IoT dan Arduino. *Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknologi*, 12(2), 87–95.
- Karuniawati, S. (2024). Analisis produktivitas sapi perah lokal dan tantangannya dalam pembangunan industri susu nasional. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 8(1), 1–10.
- Sumarni, S., Istiningsih, I., & Nugraheni, E. (2020). Model pengembangan MANTAP:

Strategi efektif dalam riset dan pengembangan pendidikan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Inovasi Teknik Industri dalam Meningkatkan Efisiensi Pertambangan Batu Bara di Era Modern

Hendy Paramesgusta

Universitas Ahmad Dahlan

2438019043@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Di era modern ini Industri pertambangan batu bara merupakan salah satu tulang punggung ekonomi dunia, khususnya bagi negara-negara yang memiliki cadangan besar seperti Indonesia, Australia, China, dan Amerika Serikat. Namun, di tengah meningkatnya tantangan global seperti perubahan iklim, persaingan energi terbarukan, dan tuntutan keberlanjutan industri ini dituntut untuk melakukan transformasi besar-besaran.

PEMBAHASAN

Teknik industri hadir sebagai solusi kunci dalam mengoptimalkan proses pertambangan batu bara, baik dari segi efisiensi operasional, pengurangan limbah, keselamatan kerja, hingga minimalisasi dampak lingkungan. Inovasi dalam bidang ini tidak hanya mencakup implementasi teknologi terkini seperti AI, IoT, robotika, dan big data, tetapi juga melibatkan pendekatan ekonomi sirkular, manajemen risiko berbasis data, dan penggunaan energi bersih. Inovasi dalam teknik industri pertambangan batu bara mencakup penerapan teknologi otomatisasi dan digitalisasi. Penggunaan drone untuk survei lahan dan pemantauan kondisi tambang dapat mengurangi waktu dan biaya operasional. Selain itu, teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengumpulan data *real-time* yang membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat.

Sistem manajemen berbasis data juga dapat meningkatkan efisiensi dengan memprediksi kebutuhan pemeliharaan alat berat, sehingga mengurangi downtime. Penggunaan energi terbarukan dalam proses pertambangan, seperti panel surya untuk memenuhi kebutuhan listrik, juga menjadi inovasi yang tidak hanya efisien tetapi juga ramah lingkungan. Selain itu, penerapan ekonomi sirkular dalam pengelolaan limbah tambang dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Misalnya, limbah batu bara dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produk lain, sehingga menciptakan nilai tambah dan mengurangi limbah.

Inovasi teknik industri telah membawa revolusi besar dalam pertambangan batu bara, mengubahnya dari sektor yang dianggap kotor dan boros menjadi industri yang efisien,

berkelanjutan, dan berorientasi masa depan. Meskipun tantangan seperti pasar energi yang berfluktuasi, regulasi ketat, dan resistensi terhadap perubahan masih ada, industri ini harus terus beradaptasi dengan memanfaatkan teknologi digital, energi bersih, dan ekonomi sirkular.

KESIMPULAN

Dengan kolaborasi antara pemerintah, swasta, dan akademisi, pertambangan batu bara bukan hanya bisa bertahan di era modern, tetapi juga menjadi contoh nyata bagaimana industri ekstraktif dapat beroperasi secara bertanggung jawab dan efisien. Inovasi bukan pilihan melainkan keharusan untuk memastikan keberlangsungan bisnis dan lingkungan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Geologi. (2020). Laporan Tahunan Pertambangan Batu Bara di Indonesia. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Davis, G.A., & McGowan, J.(2019). Automation in Mining: The Future of the Industry. *Journal of Mining Science*, 55(3), 345-356. DOI: 10.1007/s10913-019-00512-3.
- Kumar,A., & Singh, R. (2021). Internet of Things (IoT) in Mining: A Review. *International Journal of Mining Science and Technology*, 31(4), 567-576.
- Meyer, J. (2022). Sustainable Mining Practices: The Role of Renewable Energy. *Environmental Science & Policy*, 128, 1-10. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.11.005.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara. (2021). Inovasi Teknologi Pertambangan Berkelanjutan. Bandung: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Pemanfaatan AI dan IoT dalam Teknik Industri Modern

Fachri Anddito Zaki Tamam

Universitas Ahmad Dahlan

2438019136@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa dampak besar terhadap cara manusia hidup dan bekerja. Salah satu bidang yang paling terasa transformasinya adalah industri. Di era Revolusi Industri 4.0, otomatisasi dan digitalisasi menjadi kunci utama dalam meningkatkan efisiensi dan daya saing. Dalam konteks ini, *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) muncul sebagai dua teknologi yang memiliki peran sentral dalam mendorong perubahan. AI berfungsi sebagai sistem kecerdasan buatan yang mampu memproses dan menganalisis data dalam jumlah besar secara cepat dan akurat, sementara IoT memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung dan bertukar informasi secara real-time. Keduanya menjadi kombinasi yang tak terpisahkan dalam membangun sistem industri yang cerdas, efisien, dan responsif terhadap dinamika pasar (Qothrumnada *et al.*, 2023).

PEMBAHASAN

Penggunaan AI dalam industri membawa manfaat besar dalam berbagai aspek. Salah satunya adalah kemampuan untuk memprediksi permintaan produksi berdasarkan data historis, tren pasar, dan pola konsumsi pelanggan. Dengan bantuan algoritma pembelajaran mesin, sistem dapat memberikan rekomendasi produksi secara otomatis dan menyesuaikan jadwal kerja secara fleksibel. AI juga berperan penting dalam pengendalian mutu produk. Melalui teknologi kamera dan sensor cerdas, sistem dapat mendeteksi cacat produk secara langsung di jalur produksi, sehingga kesalahan dapat dikoreksi sebelum produk sampai ke tangan konsumen. Hal ini sangat relevan karena dalam berbagai sektor, seperti industri makanan dan minuman, kualitas produk terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap kepuasan pelanggan (Dalilah & Prawoto, 2023). Selain itu, AI memungkinkan analisis performa mesin dan proses secara menyeluruh, sehingga keputusan yang diambil benar-benar berbasis data dan bukan hanya asumsi.

Sementara itu, IoT berperan sebagai alat pemantau sekaligus penghubung antar perangkat dalam sistem produksi. Sensor-sensor yang terpasang di berbagai titik jalur produksi akan mengirimkan data secara berkala ke server pusat. Informasi seperti suhu mesin,

tekanan, getaran, dan konsumsi energi dapat dipantau secara langsung oleh sistem maupun oleh operator manusia. Dari data ini, perusahaan dapat mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadi. Inilah yang disebut dengan pemeliharaan prediktif, yaitu pemeliharaan berbasis prediksi yang mampu mencegah kerugian besar akibat kerusakan mendadak. Sistem seperti ini sejalan dengan pendekatan kecerdasan buatan yang telah digunakan dalam prediksi produksi pertanian menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN), di mana akurasi prediksi mencapai lebih dari 88% (Putra & Walmi, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa pemrosesan data real-time berbasis IoT sangat potensial ketika dipadukan dengan kemampuan prediktif dari AI. Selain itu, IoT juga digunakan dalam pelacakan barang secara otomatis dalam rantai pasok. Perusahaan dapat melacak posisi barang secara akurat dan memastikan produk sampai ke pelanggan tepat waktu.

Kombinasi AI dan IoT melahirkan konsep manufaktur cerdas yang tidak hanya mengandalkan kecepatan dan efisiensi, tetapi juga kecerdasan sistem dalam merespons berbagai situasi. Sistem produksi yang menggunakan data permintaan secara langsung dapat menyesuaikan jumlah dan jenis produk sesuai dengan kebutuhan pasar. Energi yang digunakan juga dapat diatur secara otomatis agar tetap hemat dan efisien. Di sini, AI akan memproses data dari sensor IoT dan mengarahkan keputusan secara otomatis dalam mengatur produksi, distribusi, dan perawatan mesin. Model integrasi seperti ini sudah terbukti bermanfaat di sektor lain, misalnya dalam pelacakan dan pemantauan kasus Covid-19 berbasis IoT yang mampu menampilkan data zona risiko secara real-time dan membantu respons cepat terhadap kondisi darurat (Puryono & Handayani, 2021). Dengan proses yang terintegrasi seperti ini, perusahaan tidak hanya bisa memangkas biaya, tetapi juga meningkatkan kualitas layanan dan daya saing di tingkat global.

Meski menjanjikan banyak keuntungan, penerapan teknologi AI dan IoT juga menghadapi sejumlah tantangan serius. Salah satunya adalah masalah keamanan data. Ketika banyak perangkat saling terhubung dan mengirimkan data secara terus-menerus, potensi kebocoran informasi atau serangan siber pun meningkat. Oleh karena itu, sistem industri harus dilengkapi dengan perlindungan keamanan digital yang kuat. Selain itu, masih banyak perusahaan yang belum memiliki infrastruktur digital yang memadai, seperti jaringan internet stabil, cloud server, dan perangkat pendukung. Hal ini menjadi semakin kompleks ketika sistem AI yang digunakan bersifat adaptif seperti *Deep Reinforcement Learning* (DRL), yang membutuhkan integrasi data real-time dan kemampuan eksplorasi lingkungan produksi yang aman dan akurat (Li *et al.*, 2023). Tantangan seperti kesenjangan antara simulasi dan dunia nyata (*Sim2Real*), serta minimnya antarmuka standar dalam manufaktur cerdas, juga

memperkuat urgensi pengembangan sistem yang lebih siap pakai dan aman.

Masalah berikutnya terletak pada sumber daya manusia. Banyak tenaga kerja yang belum terbiasa dengan teknologi cerdas dan memerlukan pelatihan untuk bisa mengoperasikan sistem AI dan IoT. Perusahaan perlu menyediakan program pelatihan teknis yang berkelanjutan agar pekerja tidak tertinggal. Di samping itu, kolaborasi antara industri, perguruan tinggi, dan penyedia teknologi menjadi sangat penting untuk mempercepat proses adaptasi. Pemerintah juga memiliki peran penting dalam menyediakan regulasi yang mendukung inovasi serta kurikulum pendidikan yang relevan dengan kebutuhan pasar kerja masa depan. Aspek keamanan informasi pun perlu disertai edukasi menyeluruh, karena banyak ancaman siber bersumber dari kesalahan operasional atau kelalaian manusia. Seperti dijelaskan oleh Hoshmand dan Ratnawati (2023), pendekatan holistik yang mencakup pelatihan SDM, penggunaan prinsip keamanan digital seperti *Zero Trust*, dan pembentukan budaya keamanan berbasis psikologis sangat krusial untuk menjaga keberlangsungan sistem digital yang andal.

KESIMPULAN

Dengan memahami manfaat dan tantangan yang ada, pemanfaatan AI dan IoT dalam teknik industri harus dilakukan secara strategis dan bertahap. Langkah awal yang bisa diambil adalah uji coba berskala kecil atau *pilot project* untuk melihat efektivitas sistem sebelum implementasi secara menyeluruh. Setelah itu, perusahaan dapat mulai mengintegrasikan teknologi ini ke dalam berbagai lini produksi dan logistik. Strategi implementasi yang sukses sangat bergantung pada sinergi antara infrastruktur, kualitas SDM, dan komitmen manajerial. Dalam konteks pengelolaan aset publik, misalnya, penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kolaborasi lintas sektor, kompetensi sumber daya manusia, dan kepemimpinan yang kuat mampu meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem (Siregar & Nurbaiti, 2023). Prinsip ini juga dapat diterapkan dalam konteks industri, terutama dalam mengelola transformasi digital yang kompleks dan membutuhkan kerja sama banyak pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Dalilah, N., & Prawoto. (2023). Pengaruh Kualitas Produk, Promosi, dan Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Pelanggan di Kopi Kenangan. *MAMEN (Jurnal Manajemen)*, 2(2), 186–197.
- Hoshmand, M. O., & Ratnawati, S. (2023). Analisis Keamanan Infrastruktur Teknologi Informasi dalam Menghadapi Ancaman Cybersecurity. *Jurnal Sains dan Teknologi*,

5(2), 679–686. <https://doi.org/10.55338/saintek.v5i2.2347>

- Li, C., Zheng, P., Yin, Y., Wang, B., & Wang, L. (2023). Deep Reinforcement Learning in Smart Manufacturing: A Review and Prospects. *CRRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2022.11.003>
- Putra, H., & Walmi, N. U. (2020). Penerapan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Artificial Neural Network Algoritma Backpropagation. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 6(2), 100–107.
- Puryono, D. A., & Handayani, D. (2021). Sistem Informasi Pelacakan dan Pemantauan Covid-19 Berbasis Internet of Things . *Jurnal INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 6(2), 307–315.
- Qothrumnada, N. A., Iswanto, J., Fitrotus, D. S., Hendrarti, B. G., & Subekan, S. (2023). Transformasi Digital Lembaga Keuangan Syariah: Peluang dan Implementasinya di Era Industri 4.0. *Indonesian Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(3), 741–756.
- Siregar, M. M., & Nurbaiti. (2023). Analisis Pengaruh Kolaborasi SKPD, Kualitas SDM dan Komitmen Kepemimpinan Terhadap Optimalisasi Pengelolaan Barang Milik Daerah Pemerintah Kota Medan. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(4), 3939–3948. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Pemanfaatan Aplikasi Digital untuk Efisiensi Rantai Pasok Distribusi Ikan di Pesisir

Bengkulu

Ashabul Kahfi

Universitas Ahmad Dahlan

2444019031@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Bengkulu merupakan salah satu kawasan pesisir Indonesia yang menyimpan potensi besar dalam sektor perikanan. Letaknya yang strategis di sepanjang Samudera Hindia serta kekayaan sumber daya laut yang melimpah menjadikan wilayah ini sebagai tulang punggung ekonomi masyarakat setempat, terutama mereka yang bergantung pada hasil tangkapan laut.

Namun demikian, potensi ini belum sepenuhnya tergarap secara maksimal, khususnya dalam aspek distribusi hasil perikanan. Distribusi ikan dari nelayan hingga ke konsumen akhir masih dihadapkan pada berbagai tantangan mendasar, seperti keterlambatan pengiriman, pemborosan biaya operasional, penurunan kualitas produk selama proses pengiriman, dan ketimpangan informasi antara pelaku usaha dalam rantai pasok.

PEMBAHASAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi, transformasi digital mulai menjadi arus utama dalam berbagai sektor, tak terkecuali di sektor perikanan. Aplikasi digital berbasis rantai pasok berpotensi menghubungkan nelayan, pengepul, distributor, dan konsumen dalam sebuah ekosistem informasi terpadu yang cepat dan transparan. Esai ini mengulas bagaimana pemanfaatan aplikasi digital dapat meningkatkan efisiensi distribusi ikan di pesisir Bengkulu.

Sistem distribusi perikanan di Bengkulu selama ini dijalankan secara konvensional. Nelayan menjual hasil tangkapan ke pengepul dengan harga fluktuatif dan informasi pasar yang terbatas. Rute pengiriman sering kali tidak optimal dan fasilitas penyimpanan rantai dingin masih minim, menyebabkan penurunan mutu ikan sebelum tiba di pasar. Aplikasi digital seperti *FishLog* dan *eFishery Fresh* menawarkan platform untuk mencatat, melacak, dan memantau distribusi ikan secara *real-time*. Nelayan dapat menginput data tangkapan, sementara pengepul dan distributor dapat merencanakan pengangkutan secara lebih terstruktur.

Pemanfaatan GPS dan sensor suhu memungkinkan pengambilan keputusan cepat serta menjaga kualitas produk. Studi kasus di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pulau Baai

menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi digital mempercepat proses lelang, meningkatkan respons pengepul, dan memperluas akses pasar hingga luar provinsi. Meski demikian, tantangan seperti keterbatasan infrastruktur internet, rendahnya literasi digital nelayan, dan biaya implementasi teknologi masih perlu diatasi.

Peran pemerintah daerah, pelatihan teknologi, penyediaan infrastruktur jaringan, serta kolaborasi dengan startup teknologi dan perguruan tinggi menjadi kunci untuk mengatasi hambatan tersebut dan memastikan keberlanjutan transformasi digital. Transformasi digital melalui aplikasi rantai pasok merupakan peluang besar bagi perikanan Bengkulu untuk berkembang lebih efisien, transparan, dan kompetitif. Teknologi ini mempercepat distribusi, menjaga mutu produk, dan meningkatkan nilai jual tangkapan nelayan, sekaligus membentuk ekosistem usaha yang terintegrasi.

KESIMPULAN

Meskipun tantangan implementasi cukup besar, prospek jangka panjang digitalisasi distribusi ikan sangat menjanjikan. Dengan sinergi antara masyarakat, pemerintah, dan sektor swasta, industri perikanan modern dan tangguh di Bengkulu dapat terwujud. Pemanfaatan aplikasi digital bukan sekadar inovasi, melainkan langkah strategis menuju kemandirian ekonomi pesisir yang berkelanjutan di era industri 4.0.

DAFTAR PUSTAKA

- Yulianingsih, R., Sutrisno, H., & Haryanto, A. (2020). Analisis Efisiensi Distribusi Hasil Perikanan Tangkap di Wilayah Pesisir. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 15(1), 12–25.
- Ramadhan, M. A., & Hidayat, F. (2021). Digitalisasi Rantai Pasok Perikanan: Peluang dan Tantangan di Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 32(2), 44–53.
- Fitriani, T., & Prasetyo, E. (2023). Pengaruh Aplikasi Digital terhadap Rantai Pasok Produk Perikanan di Sentra Nelayan. *Jurnal Agribisnis Digital*, 6(1), 31–40.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). Laporan Tahunan Sektor Perikanan Provinsi Bengkulu. Jakarta: KKP.
- FishLog. (2023). Transformasi Digital Distribusi Ikan Segar. Diakses dari: www.fishlog.co.id

Teknologi Industri sebagai Penggerak Revolusi Pertanian Modern di Pedesaan

Purbalingga

Rifki Prasetyo

Universitas Ahmad Dahlan

2444019076@webmail.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor utama dalam struktur ekonomi Indonesia, khususnya di wilayah pedesaan. Sebagian besar masyarakat desa menggantungkan hidup dari kegiatan bertani. Namun, tantangan yang dihadapi sektor ini cukup kompleks, mulai dari produktivitas yang stagnan, ketergantungan pada tenaga kerja manual, hingga akses yang terbatas terhadap teknologi dan informasi pasar. Seiring berkembangnya teknologi industri, kini hadir peluang besar untuk merevolusi cara bertani di Indonesia melalui pendekatan modern yang lebih efisien dan berkelanjutan.

PEMBAHASAN

Peran Teknologi Industri dalam Modernisasi Pertanian

Teknologi industri dalam pertanian mencakup pemanfaatan alat dan sistem otomatis seperti traktor modern, drone pemantau lahan, sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT), dan pertanian presisi berbasis sensor. Teknologi ini tidak hanya meringankan beban kerja petani, tetapi juga mampu meningkatkan efisiensi

dan hasil produksi. Menurut Halawa (2022), penerapan *smart farming* berbasis teknologi telah terbukti meningkatkan akurasi dalam proses bercocok tanam dan memungkinkan penghematan sumber daya secara signifikan. Selain mekanisasi, digitalisasi informasi pertanian juga memegang peran penting. Aplikasi pertanian berbasis data, GPS, serta pemanfaatan citra satelit memungkinkan petani memahami kondisi lahan secara real time. Fitri (2023) menyoroti bahwa pemanfaatan teknologi terbuka (*open source*) dapat mempermudah petani dalam mengakses alat bantu digital dengan biaya rendah, sehingga cocok untuk diterapkan di pedesaan.

Manfaat dan Dampak Teknologi Pertanian

Implementasi teknologi industri membawa banyak dampak positif bagi sektor pertanian. Produktivitas meningkat, biaya operasional menurun, dan pendapatan petani cenderung lebih stabil. Sebuah penelitian oleh Febrianti *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penerapan metode pertanian presisi dapat meningkatkan hasil produksi padi hingga 20%

dibandingkan dengan metode konvensional. Selain itu, integrasi teknologi dalam pertanian turut membuka lapangan pekerjaan baru di sektor *agritech*. Generasi muda yang sebelumnya enggan terjun ke dunia pertanian kini mulai melirik peluang di bidang ini. Baladraf (2024) menjelaskan bahwa penerapan teknologi *digital twin* dalam pertanian mampu mensimulasikan berbagai skenario pertanian, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.

Strategi dan Tantangan Implementasi

Meski manfaatnya sangat besar, penerapan teknologi industri di pedesaan tidak luput dari tantangan. Beberapa di antaranya adalah rendahnya literasi digital di kalangan petani, keterbatasan infrastruktur, serta mahalnya harga alat pertanian modern. Untuk mengatasi hambatan ini, dibutuhkan strategi menyeluruh, seperti pelatihan dan pendampingan petani, subsidi alat dan teknologi, serta pembangunan infrastruktur digital. Buluaro *et al.* (2025) menekankan pentingnya kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, perguruan tinggi, dan komunitas petani dalam mendukung implementasi teknologi di sektor pertanian. Tanpa kerja sama lintas sektor, transformasi pertanian modern tidak akan berjalan optimal.

KESIMPULAN

Teknologi industri memiliki peran sentral dalam mendorong revolusi pertanian modern di pedesaan. Dengan pemanfaatan mesin, digitalisasi informasi, serta sistem pertanian presisi, petani dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja. Namun, keberhasilan transformasi ini sangat bergantung pada dukungan kebijakan, kolaborasi antar pihak, serta kesiapan sumber daya manusia. Modernisasi pertanian bukan hanya tentang alat dan teknologi, tetapi juga tentang membangun ekosistem yang mendukung kesejahteraan dan kemandirian petani Indonesia di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baladraf, T. T. (2024). *Potensi Penerapan Teknologi Digital Twin pada Industri Pertanian dan Pangan di Indonesia: Tinjauan Literatur*. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*.
- Buluaro, M. N. A., Sinulingga, P. J., Simanjuntak, R. R., et al. (2025). *Implementasi Strategi Pengembangan Industri Kelapa Sawit dalam Menghadapi Revolusi 4.0. Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian dan Teknologi Tanaman*, 2(2), 47-56.
- Febrianti, V. P., Permata, T. A., Humairoh, M., et al. (2024). *Analisis Pengaruh*

Perkembangan Teknologi Pertanian di Era Revolusi Industri 4.0 terhadap Hasil Produksi Padi. Jurnal Pengolahan Pangan, 6(2).

Fitri, R. M. (2023). *Inovasi Digital dalam Pertanian: Membandingkan Potensi Teknologi Open Source dan Komersial. Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika, 3(1), 45-61.*

Halawa, D. N. (2022). *Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia. Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi, 6(2).*

Secara umum, esai-esai dalam *e-book* Kumpulan Esai Mahasiswa Kelas C: Bahasa Indonesia untuk Teknik Industri ini menggambarkan beragam pandangan, pemikiran kritis, dan gagasan kreatif dari mahasiswa terhadap isu-isu yang relevan dengan kehidupan akademik, sosial, dan keprofesian mereka. Melalui tugas ini, mahasiswa diajak untuk menuangkan ide secara tertulis sebagai bentuk penguatan literasi dan keterampilan komunikasi ilmiah.

Untuk itu, kami berharap agar mahasiswa Teknik Industri, khususnya Angkatan 2024, terus mengembangkan kemampuan menulis dan berpikir kritis, serta mampu berkontribusi secara positif melalui karya-karya yang bermakna, baik di lingkungan kampus maupun masyarakat luas.

Akhirnya, terbitnya *e-book* Kumpulan Esai Mahasiswa Kelas C ini menjadi penanda bahwa mahasiswa tidak hanya aktif mengikuti perkuliahan, tetapi juga mampu menjadi pelaku literasi yang proaktif membaca, menulis, dan menyampaikan gagasan secara bertanggung jawab. Selamat membaca, tetap semangat berkarya, dan panjang umur perjuangan ilmu!

Kontributor: Andi Naufal Ahmad Assyauqi , Naesha Amarta Putri , Nafendah Anisa Fitri , Muhammad Zulfiqri Aulya Widodo , Aulia Putri Malinda, Deva Fecia Emalia, Pramedya Putra Andian Tafa, Rafi Ardian Syahputra, Odis Yuspermana Putra, Januar Khanafi, Muhammad Dio Alfarisy Rahman , Fian Ramadhan, Vinanda Luthvia Ramadhan, Izza Aulia Ni'mah, Afif Nurhidayat, Rimba Pratama Zainul, Danar Andria Wirawan , Hasbi Assyakira Abdillah , Lovely Imaculada da Costa Madeira, Rochman Rachmadhani, Dinda Khoirunnisa, Iring Patrialis Ananda , Muhamad Andika , Hendy Paramesgusta , Fachri Anddito Zaki Tamam, Ashabul Kahfi, Rifki Prasetyo.

Penerbit K-Media
Bantul, Yogyakarta
📧 kmediacorp
✉ kmedia.cv@gmail.com
🌐 www.kmedia.co.id

