



**Forum Komunikasi  
Teknik Industri Yogyakarta**

| Universitas Islam Indonesia |

| Universitas Ahmad Dahlan |

| Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" |

| Universitas Atma Jaya |

| Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa |

| Universitas Widya Mataram |

| Universitas Teknologi Yogyakarta |

| Institut Sains dan Teknologi Akprind |

| Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto |

ISBN 979-96964-2-9

**P  
R  
O  
S  
I  
D  
I  
N  
G**



**SEMINAR NASIONAL II**

# Peningkatan Kualitas Sistem Manufaktur dan Jasa

**Yogyakarta, 30 April 2005**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Dalam era globalisasi, industri-industri di Indonesia harus mampu bersaing dengan industri-industri luar negeri. Inovasi dan pengembangan teknologi/ produk sangat diperlukan untuk mendapatkan persaingan tersebut. Inovasi dan pengembangan tersebut tidak lepas dari kualitas sistem yang digunakan untuk menghasilkan teknologi atau produk yang unggul. Dengan demikian kalangan akademisi dan juga praktisi dituntut untuk selalu meningkatkan kualitas sistem baik sistem manufaktur maupun sistem jasa.

Seminar Nasional II Forkom TI jogjakarta dengan tema "Peningkatan Kualitas Sistem Manufaktur dan Jasa" merupakan ajang pertemuan antara para akademisi, peneliti, dan praktisi industri untuk berdiskusi dalam rangka menemukan dan mengembangkan manufaktur dan jasa yang berkualitas. Sehingga dapat memberikan sumbangan kepada bangsa untuk berkompetisi dalam era persaingan global.

Panitia menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para pemakalah dan para peserta yang hadir dalam acara seminar tersebut sehingga memberikan kontribusi yang tidak ternilai. Selanjutnya atas nama Panitia, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam hal penyambutan dan penerimaan masih ada hal-hal yang kurang berkenan. Semoga lain waktu kita masih dapat bertemu di seminar yang lain. Trimakasih.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Jogjakarta, 30 April 2005

Ketua Panitia

(Miftahol Arifin, ST,MT).

## DAFTAR ISI

### Kata Pengantar

### Total Quality Management dan Aplikasinya

1. Sistem Manufaktur Terpadu Sebagai System Instrument Dalam TQM 1  
*Delvis Agusman*
2. Aplikasi AHP Dalam Menentukan Proses Transisi dari Six Sigma Method Ke DFSS 9  
*Hari AY*
3. Technology Atlas Project Method Darr Manajemen Peningkatan Mutu Berbasis Sekolah sebagai Alat Penjamin Mutu Jasa Pendidikan 19  
*Moh.Adam J*
4. Penelitian Kualitas Pelayanan Jasa Penerbangan Niaga Berjadwal 29  
*Darwin, Eny*
5. Integrasi Konsep SERVQUAL Dan Model Kano Kedalam QFD 41  
*Abdi, Hadisantono, Baju Bawono*
6. Penerapan Metode Peningkatan Kualitas Six Sigma Guna Meningkatkan Kapabilitas Proses Dan Meminimasi Cacat Produk Kain Denim Sort 53  
*Heru P, Nuzulia K, Djoko S*
7. Analyzing Customers Profile And Their Perception As Base On Improving Performance 63  
*Dwi N*
8. Pengembangan Konsep Quality Assurance STTA Dengan Menggunakan QFD 77  
*Eko P, Yasrin Z*
9. Aplikasi Metode Six Sigma Untuk Peningkatan Kualitas Produk Home Theatre Combi (HTC) Model LH D Series 87  
*Naniek UH, Bambang P, Herdin S*
10. Penerapan Penjaminan Mutu (Quality Assurance) Tepung Terigu Pada PT.ISM Bogasari Flour Mills Surabaya 95  
*Ichda C*
11. Peranan Ergonomi Dalam Meningkatkan Produktivitas Tenaga Kerja dan Perusahaan 106  
*Muhammad, M Sayuti*
12. Usulan Penerapan Konsep Six Sigma Dan FMEA (Failure Mode And Effect Analisis) Sebagai Alat Pengendalian Kualitas 115  
*Endang WA, Imam S, Adhi P*

### Optimasi, Modeling dan Simulasi

13. Optimasi Siklus Produksi Multi Item Dengan Memanfaatkan Model Production Quantity 129  
*Yosephine S*
14. Pengembangan Model Dinamis Sector Industri Dalam Keterkaitan Dengan Pembangunan Ekonomi Dan Lingkungan 137  
*Huda W, Chandra AI*

15.	Penentuan Waktu Pemesanan Ekonomis Pada Kondisi Demand Dan Lead Time Yang Probabilistik Untuk Perishable Items Dengan Memperhatikan Kualitas Produk <i>Hari A, Chandra Ai</i>	145
16.	Optimasi Persediaan Produk Dengan Permintaan Yang Fluktuatif Menggunakan Program Dinamis <i>Moh.Hartono</i>	155
17.	Model Penentuan Ukuran Lot Untuk Proses Yang Mengalami Penurunan Kinerja Dengan Kebijakan Inspeksi Tak Sempurna <i>Hari Prasetyo</i>	163
18.	Perbandingan Kinerja Algoritma Genetik Dan Particle Swarm Optimization Untuk Penjadwalan Pekerjaan Pada Flowshop <i>The Jin Ai</i>	173
19.	Penerapan Algoritma Genetik Pada Penjadwalan Flowshop Dengan Sequence Dependent Setup Time <i>Irene FS, The Jin Ai, Slamet SW</i>	179
20.	Model Panjang Siklus Produksi Dan Frekuensi Pengiriman Optimal Untuk Proses Produksi Yang Mengalami Penurunan Kinerja Berdistribusi Umum <i>Hari Prasetyo, Gusti F</i>	187
21.	Desain Model Klaster Industri Melalui Pendekatan Rantai Nilai Untuk Meningkatkan Daya Saing Komoditas Karet Di Sumatera Selatan <i>Sutrisno, Imron Z, Kiki Y</i>	197
22.	Perancangan Dan Pembuatan Sistem Optimasi Untuk Perusahaan Pemotongan Kaca <i>Liliana</i>	207
23.	Penerapan Metode Sequential Dynamic Programming Untuk Optimasi Pemakaian Bahan Baku Pada Industri Manufaktur <i>Leo WS</i>	215
24.	Penentuan Jumlah Persediaan Komponen Yang Optimal Untuk Mesin Cone Winder Berdasarkan Pada Tingkat Keandalan Komponen Tersebut <i>Bambang P, Nurwidiana, Purwanto</i>	225
25.	Analisis Performansi Unit Rawat Jalan RS Telogorejo Semarang Dengan Menggunakan Simulasi Komputer <i>Ary A, Dian PS</i>	237
26.	Model Penjadwalan <i>Flow Shop</i> Kelompok Mesin Heterogen Menggunakan Algoritma <i>Ant Colony System</i> Dengan Kriteria Minimasi Makespan <i>Hendro P, Emsosfi Z, Ari S</i>	247
27.	Model Penjadwalan <i>Flow Shop</i> Dinamis Menggunakan Algoritma <i>Ant Colony System</i> Dengan Kriteria Minimasi Total <i>Tardiness</i> <i>Hendro P, Emsosfi Z, Tommie H</i>	257
28.	Model Penjadwalan Job Shop Alternatif Routing Menggunakan Algoritma <i>Ant Colony System</i> Untuk Minimasi Makespan <i>Hendro P, Emsosfi Z, Martino L, Devi I</i>	267
29.	Model Uniform Theory Diffraction/Geometric Theory Diffraction <i>Taufiq</i>	277

## **Ergonomi dan Produktivitas**

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| 30. | Analisis Beban Dan Postur Kerja Pada Aktifitas Penanganan Material Secara Manual Berdasarkan Prinsip-Prinsip Ergonomi Dengan Bantuan ErgoEaser<br><i>Agus Mansur, Asih Aswandari</i>        | 289 |
| 31. | Akustik Ruang Auditorium<br><i>Husnus S, Bakhtiar</i>   | 299 |
| 32. | Analisa Ergonomi Kursi Kemudi Dan Peralatan Kontrol Utama Pada Mobil Sedan Eropa Dan Jepang Ditinjau Dari Aspek Antropometri Dan Biomekanika<br><i>Haryo S, Diana PS, Ary A, Praditya Y</i> | 307 |
| 33. | Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Di Sentra Industri Kecil Dengan Pendekatan Fungsi Produksi Cobb-Douglas Dan Multiple Regression Analysis<br><i>Taufik H</i>                             | 311 |
| 34. | Dampak Perubahan Shift 8 Jam Ke 12 Jam Perhari Terhadap Tingkat Kecelakaan,Produktivitas Kerja,Kegagalan Produksi Dan Kepuasan Kerja<br><i>Suprajono</i>                                    | 321 |
| 35. | Pengendalian Kebisingan Dalam Upaya Meningkatkan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)<br><i>Lientje Setyawati Maurits</i>   | 329 |
| 36. | Efek Pencahayaan Terhadap Prestasi Kerja Dan Kelelahan<br><i>Suprajono</i>  | 333 |
| 37. | Ergonomi, Tata Letak Dan Pemindahan Bahan<br><i>Widodo H</i>  | 341 |
| 38. | Pengukuran Dan Analisis Produktivitas Lini Produksi Pt.Sinar Semesta Dengan Menggunakan Metode OMAX<br><i>Riani N, Yasrin Z</i>   | 349 |
| 39. | Pengukuran Konsumsi Energi Operator Pengguna Kereta Dorong<br><i>Hotniar S, Rini C</i>  | 359 |
| 40. | Perancangan Alat Pembuat Kopi Dengan Pertimbangan Ergonomi<br><i>Yohanes AHP, Thomas LP, Y Kristiannugraha R, B Laksito P</i>   | 365 |
| 41. | Perancangan Posisi Sumber Pencahayaan Dan Kebisingan Yang Lebih Baik Pada Posisi Kerja Duduk Atau Berdiri<br><i>Hartomo, Candra Dewi, Krisna W</i>  | 371 |
| 42. | Total Ergonomics Enhancing Productivity,Product Quality And Customer Satisfaction<br><i>Adnyana Manuaba</i>   | 381 |

## **Manajemen Distribusi, Logistic dan SDM**

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| 43. | Analisis Perencanaan Distribusi Pada Lingkungan Manufaktur Dengan Pendekatan Ditrribution Resource Planning<br><i>Aviasti, Reni A, Mirza A,</i> | 393 |
| 44. | Evaluasi Performansi Supplier Dengan Menggunakan Metode SUR<br><i>Lisye F, Abu Bakar, Adhyta A</i>  | 403 |

45.	Inter-Enterprise Integration To Achieve Enterprise Agility <i>Erry YT Adesta</i>	413
46.	Menciptakan Keunggulan Bersaing Melalui Fleksibilitas SCM <i>Budhi C</i>	419
47.	Peningkatan Daya Saing Produk Melalui Fungsi-Fungsi Manajemen Sumber Daya Manusia <i>Noor Fitrihana</i>	427
48.	Peran Supply Chain Management Dalam Sistem Proses-Operasi <i>Agustine Eva Maria S</i>	435
49.	Peranan Proses Bisnis Dengan Menggunakan Software ARIS <i>Rakhmat C, Chaznin RM, Zainal M</i>	443

#### **Perencanaan dan Pengendalian Kualitas Produk, Proses dan Value Engineering**

50.	Analisis Kemampuan Proses Dengan Memperhatikan Lingkungan Dan Ketelitian Kerja Operator <i>Kim Budi Winarto, Frida Budilasita</i>	457
51.	Implementasi Fault Tree Analysis Pada Sistem Pengendalian Kualitas <i>L Triani Dewi, Parama KD</i>	467
52.	Implementasi Of Acceptance Sampling Plan At Pre Delivery Control Ice Can Department <i>DM Ratna TD, Agustino W, Martha, Villiana</i>	473
53.	Penerapan Metode (DPMO) Defect Per Million Opportunities Untuk Mengendalikan Kualitas Produk Melalui Biaya Produksi <i>Wisnubroto, Endang WA, Watini</i>	481
54.	Pengendalian Kualitas Produk Kunci Pintu Silinder Di PT.Superex Raya Tangerang <i>Megayekti WW, DM Ratna TD</i>	491
55.	Perencanaan Perbaikan Kualitas Dengan Analisis Statistical Process Control <i>DM Ratna TD, Roberto GH, Antonius H</i>	499
56.	Value Engineering Terhadap Usulan Produk Troli <i>Caecilia, Abu Bakar, Devi RL</i>	509
57.	Aspek Kualitas Menurut Konsumen Terhadap Produk Celana Dalam Wanita Terhadap 8 Dimensi Menurut Garvin <i>Aimee HW, Devi A, Jenny M, DM Ratna TD</i>	523
58.	Analisis Pengendalian Kualitas Meja Guna Memperkecil Biaya Rework Dengan Menggunakan Beberapa Alat Bantuan Peningkatan Kualitas <i>Dwi N, Ambar H, Budi W</i>	533
59.	Penentuan Interval Waktu Penggantian Untuk Pencegahan Dan Frekuensi Kegiatan Pemeliharaan Dengan Criteria Minimasi Downtime <i>Endang WA, Joko S, Yedi MA</i>	547
60.	Pengendalian Kualitas Dengan Analisis Statistical Process Control <i>Yeti I, B Laksito P, Louisa EPR</i>	561
61.	Analisis Penggunaan Servqual Dalam Peningkatan Kualitas Pada Instalasi Rawat Jalan Rumah Sakit X <i>Uyuunul M, Okto D</i>	569

62. Analisis Kualitas Pelayanan Untuk Mengukur Kepuasan Pelanggan Dengan Menggunakan Metode Servqual  
*Endang WA, Erfin L* 577

### **Sistem Produksi**

63. Algoritma Heuristik Untuk Penyusunan Tata Letak Komponen  
*Ivana C, Joseph HN* 591
64. Evaluasi Keseimbangan Lintasan Lini Perakitan Remote Control Tipe RCU 703 Dan Implementasi Alat Bantu Di PT X  
*Christine Natalia* 601
65. Perancangan Sistem Kanban Pada Lingkungan Job Shop Dengan Pendekatan Group Technology  
*Chaznin RM, Asep NR, Murni AB* 613
66. Analisis Simulasi Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Pada Tata Letak Seluler  
*Setia Diarta, Aviasti, AH Nu'man* 623
67. Alternatif Pengambilan Keputusan Investasi Mesin Cetak  
*Isana AP* 631
68. Penyeimbangan Lini Perakitan Sepeda Motor Tossa Prima Supra Dengan Menggunakan Pendekatan Hybrid Simulasi Analitis  
*Singgih S, Heru P, Arif S* 643
69. Sistem Inventori Dan Pengaturan Tata Letak Barang Serta Visualisasinya  
*Liliana, Gregorius SB, Arief A* 653
70. Algoritma Pembentukan Sel Manufaktur Berdasarkan Row Dan Column Masking Algorithm  
*Lenny Y, B Laksito P, Hadisantono* 663
71. Peranan Faktor Perencanaan Dan Faktor Operasional Dalam Pencapaian Spesifikasi Mutu Hasil Olah  
*Mutiara N* 671
72. Aplikasi Fuzzy Logic Dalam Perancangan Sistem Pemesanan Jumlah Komponen Shuttle Agar Tidak Terjadi Delay Mesin  
*Annie P, Nuryono SW, Ari R* 679
73. Perancangan System Manufaktur Seluler Perbantuan Pengambilan Keputusan Multi Objektif  
*Bakhtiar S, Rika AH* 687
74. Modifikasi Lot Sizing Technique Dengan Incremental Quantity Discount Untuk Menentukan Dynamic Order Quantity Pada Discrete Demand System  
*Elisa Kusrini* 695
75. Perencanaan System Kanban Penyediaan Material Untuk Proses Produksi  
*Amri* 705

### **Sistem Informasi Manajemen**

76. Perancangan Sistem Informasi Administrasi Kepegawaian Perguruan Tinggi  
*Chandra AI* 715

77.	Implementasi Pengamanan Data Pada Sistem Informasi <b>M Sholeh</b>	723
78.	Pendekatan <i>Information System Strategic Planning</i> (ISSP) Untuk Peningkatan Kualitas Layanan Kepada Konsumen ( <i>Outlet</i> ) <b>Ririn DA, Brilianta BN</b>	731
79.	Sistem Pencarian Rute Bis Kota Berbasis Komputer Dengan Variabel Jarak Sebagai Variabel Penentu Hasil Pencarian <b>Arief H, Mulyono</b>	741
80.	Pembuatan Sistem Informasi Produksi Untuk Meningkatkan Kualitas Sistem Manufaktur Dan Jasa <b>Leo WS</b>	749
81.	Perancangan Dan Penggunaan Aplikasi Sistem Informasi Biaya Produksi Dengan Menggunakan Metode Job Order Costing <b>Alexander S</b>	757
82.	Perancangan Sistem Informasi Akutansi Dan Penggunaan Cash Flow Pada Suatu Perusahaan Manufaktur <b>Alexander S</b>	765
83.	Sistem Pengolahan Data Untuk Seleksi Mahasiswa Baru Berdasarkan Data Hasil Opscan (Scanner Lembar Jawab Komputer) <b>Erik I, Teguh BP</b>	775
84.	Teknologi Dataglove Didunia Industri <b>Christ R</b>	783
85.	Membangun Aplikasi Sistem Informasi Berbasis Java <b>M Sholeh</b>	789
86.	Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Siswa Baru Menggunakan Fuzzy Logic <b>Anton SH, Titien S</b>	795
87.	Sistem Informasi Inventory Part Mesin Unit Pabrikasi Drum Plant Menggunakan Data Base Management System <b>Agus Mansur, Budi RA</b>	803
88.	Interval Inspeksi Yang Optimal Untuk Meminimasi Quality Loss Berdasarkan Metode Taguchi <b>M Yusuf</b>	823
89.	Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Dengan Menggunakan Metode Sampling Kereja Untuk Meningkatkan Kualitas Layanan Akademik Mahasiswa Dibiuro Administrasi Akademi Kemahasiswaan Universitas X Di Yogyakarta <b>Retno Widiastuti, Engkos Kosnadi</b>	831
90.	Analisis Penyeimbang Lintas Berdasarkan Beban Kerja Sebagai Upaya Memaksimalkan Efesiensi Lintas Produk <b>Tri Budiyanto, Masrul Indrayana</b>	849
91.	Analisis Kualitas Dan Faktor- Faktor Yang Menyebabkan Kerusakan Produk Di PT Katwara Rotan Gresik <b>Mochammad Hatta, Siti Lestariningsih</b>	865
92.	Peningkatatan Proses Produksi Dengan Angka Indek Cpm Metodologi Six Sigma <b>Masrul Indrayana, Dutho SU</b>	873

93.	Desain Pengembangan Industri Dengan Pendekatan Participatory Ergonomic <i>Hari Purnomo</i>	879
94.	Komparasi Tataletak Fasilitas Untuk Departemen Pada Lokasi Dengan Menggunakan Metode Heuristic <i>Hari Purnomo</i>	887
95.	Implementasi Mixed Model Assembly Line Dengan Mixed Integer Programming Pada Lingkungan Manufaktur Make To Order <i>Imam DW, Ahmad F</i>	895
96.	Minimasi Total Earliness Dan Tardiness Pada Proses Manufaktur Single Stage Multi Mesin Menggunakan Integer Linear Programming <i>Ali P, Suhartana</i>	905
97.	Peningkatan Kualitas Proses Produksi Dengan Evaluasi Pengalokasian Faktor Produksi Dan Biaya <i>Mutiara Nugraheni</i>	915
98.	Peningkatan Efisiensi Waktu Pendistribusian Data Dengan Pemampatan Sandi Citra JPEG <i>Agus B, Okto D</i>	923
99.	Penentuan Interval Waktu Penggantian Untuk Pencegahan Dan Frekuensi Kegiatan Pemeliharaan Dan Criteria Minimasi Down Time <i>Endang WA, Joko S, Yedi MA</i>	929
100.	Usulan Peningkatan Kualitas Pelayanan Bank Rakyat Indonesia Dengan Metode <i>Quality Function Deployment</i> <i>Indri Parwati</i>	941
101.	Perencanaan Penjadwalan Dan Pengendalian Kerja Pada Proyek Perbaikan Jalan Semarang – Godong, Purwodadi <i>Sukarno BU, Wiwiek F, Anang P</i>	947
102.	<i>Assessment</i> Kandungan Teknologi Sebagai Usaha Pemetaan Posisi Teknologi Pada Industri Kecil Dan Menengah <i>Siti MB, Tri JW</i>	955
103.	Model Penjadwalan Pemesanan Dinamis Dengan Adanya Diskon Dan Keterbatasan Kapasitas Gudang <i>Siti MB</i>	963
104.	Perancangan Dan Pengembangan Produk Meja Komputer Menggunakan Metode <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) Dengan Menerapkan Data <i>Antropometri</i> <i>Hani R, Basnar SL</i>	971
105.	Rencana Konstruksi Alat Pengupas Kacang Tanah Hemat Waktu Dan Tenaga <i>Sutarno</i>	991
106.	Pembentukan Sel Manufaktur Multi Part Dan Mesin Pada <i>Group Technology</i> Dengan Menggunakan Matlab 6.5 <i>Yuli AR, Dwi ARW</i>	997

# MODEL PENJADWALAN PEMESANAN DINAMIS DENGAN ADANYA DISKON DAN KETERBATASAN KAPASITAS GUDANG

Siti Mahsanah Budijati, e-mail : mahsanah@uad.ac.id  
Program Studi Teknik Industri, Fak. Teknologi Industri  
Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta. (0274)379418

## Abstrak

*Makalah ini berhubungan dengan pengintegrasian penjadwalan pemesanan dan penentuan kuantitas pemesanan pada lingkungan dinamis, dimana diskon diberlakukan untuk sejumlah pemesanan tertentu, sementara terdapat kendala keterbatasan kapasitas gudang. Model yang mengakomodasi adanya diskon, selama ini diberlakukan pada lingkungan statis, tanpa adanya kendala kapasitas gudang. Pada paper ini model dikembangkan dengan pendekatan program dinamis, dengan tujuan minimasi total biaya persediaan, dengan mempertimbangkan biaya pembelian per unit, disamping biaya simpan dan biaya pesan. Kebijakan penentuan kuantitas pemesanan dan penjadwalan pemesanannya diperoleh dengan kriteria minimasi biaya. Contoh numerik diberikan untuk mengilustrasikan jalannya model dan tahap pencarian solusi.*

**Keyword** : *programa dinamis, diskon kuantitas, kapasitas gudang*

## I. Pendahuluan

Penentuan ukuran lot (*lot-sizing*) merupakan salah satu tahap dan hal terpenting dalam perencanaan kebutuhan material (*Material Requirement Planning / MRP*). Berbagai teknik dan model *lot-sizing* telah dikembangkan, baik teknik heuristik maupun model optimasi. Teknik-teknik tersebut dikembangkan untuk lingkungan dinamis deterministik, dengan tujuan untuk meminimalkan total biaya persediaan, yang terdiri dari biaya set up dan biaya simpan.

Model *lot-sizing* dinamis menghasilkan solusi yang berupa waktu penempatan order dan besarnya ukuran lot. Kuantitas order digunakan untuk memenuhi order pada periode bersangkutan dan beberapa periode ke depan, sehingga total biaya persediaan minimal.

Model yang mengakomodasi adanya diskon, selama ini diberlakukan pada lingkungan statis. Model ini dikembangkan untuk kondisi order independent dan deterministik. Solusi yang dihasilkan berupa kuantitas order ekonomis, untuk masing-masing kelas diskon dan saat dilakukannya pemesanan, sehingga total biaya persediaan minimal.

Di dunia praktis, diskon ini merupakan hal yang umum bagi para penjual untuk menawarkan barang kepada pembeli. Para pembeli akan memperoleh harga per unit barang lebih rendah, apabila pembelian dilakukan dalam jumlah tertentu. Baik penjual maupun pembeli akan memperoleh keuntungan dengan ketentuan diskon tersebut. Keuntungan bagi penjual berupa penurunan biaya produksi per unit dan biaya set up, apabila penjualan barang dalam jumlah besar, sedang keuntungan bagi pembeli berupa penurunan biaya pemesanan dan biaya pembelian per unit. Tetapi dengan ketentuan diskon tersebut, pembeli harus mengeluarkan biaya simpan yang lebih besar, apabila pembelian barang dilakukan dalam jumlah besar untuk sekali pembelian melebihi kebutuhan. Permasalahan yang dihadapi pembeli adalah bagaimana menentukan jumlah unit pembelian yang meminimalkan total biaya persediaan.

Pada kondisi riil perusahaan, seringkali dijumpai permintaan order berbentuk dinamis deterministik. Order tersebut dapat berupa bahan baku yang harus dipesan dari pemasok. Untuk memenuhi order dari perusahaan sebagai pihak pembeli, pemasok memberikan diskon apabila pembelian dilakukan dalam jumlah tertentu. Permasalahan muncul bagi perusahaan untuk menentukan kuantitas pemesanan yang ekonomis, sehingga biaya pembelian dan pemesanan per unit rendah, tetapi biaya simpan juga rendah, dengan demikian total biaya yang dikeluarkan untuk pemenuhan order tersebut minimal.

Permasalahan menjadi lebih kompleks, apabila kapasitas gudang penyimpanan terbatas. Perusahaan harus mengatur penentuan kuantitas pemesanan ekonomisnya dengan memperhatikan diskon yang diberikan pemasok, kapan penjadwalan pemesanan tersebut harus dilakukan, sekaligus memperhatikan kapasitas gudang penyimpanannya.

Model dasar *inventory* produksi dinamis (Taha,1997) dikembangkan untuk penempatan order dinamis, namun dalam model ini tidak diakomodasi adanya diskon maupun keterbatasan kapasitas gudang.

Penelitian yang dikembangkan berkaitan dengan masalah diskon pada lingkungan dinamis antara lain dilakukan oleh Abadi,D (2001). Tetapi penelitian ini menggunakan pendekatan yang terpisah-pisah antara keputusan penempatan order dan pemilihan diskon. Pada penelitian ini dilakukan penyederhanaan, dimana order yang dinamis, dicari nilai rata-ratanya sehingga pendekatan dilakukan terhadap nilai rata-rata tersebut yang bersifat statis. Dengan demikian solusi yang dihasilkan tidak sesuai dengan kondisi riil sistem.

Penelitian dari I Gede Agus W (2001) tentang penentuan tingkat pemesanan ekonomis dengan mempertimbangkan perubahan harga menggunakan *evolutionary algorithm*. Penelitian ini diterapkan pada permintaan order statis, belum diterapkan pada permintaan yang dinamis.

Model lain yang telah dikembangkan untuk kondisi *lot-sizing* dinamis adalah model yang dikembangkan oleh Xu, Jiefeng, et al (2000). Model ini mempertimbangkan adanya *joint business volume discount*, untuk beberapa item produk ketika nilai pembelian mencapai harga tertentu. Namun model ini tidak mempertimbangkan adanya keterbatasan kapasitas gudang.

Cechon, GP., dan Lariviere, MA., (2005) mengembangkan model koordinasi rantai pasok dengan perjanjian pembagian pendapatan antara retail dan pemasok. Pendapatan ditentukan oleh harga dan jumlah yang dibeli oleh retail. Pada Model ini juga dicobakan beberapa jenis perjanjian, termasuk adanya diskon. Model ini dikembangkan dengan pendekatan *game theory*.

Pada paper ini dibahas pengembangan model untuk pengintegrasian penjadwalan pemesanan dan penentuan kuantitas pemesanan pada lingkungan dinamis, dimana diskon diberlakukan untuk sejumlah pemesanan tertentu, sementara terdapat kendala keterbatasan kapasitas gudang. Model ini dikembangkan dengan pendekatan program dinamis.

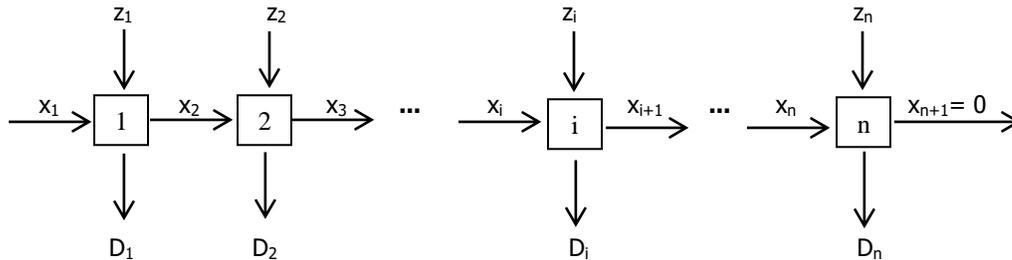
## II. Model Dasar

Model dasar yang digunakan disini adalah model program dinamis dengan pendekatan maju pada Taha (1997). Model dasar ini belum mengakomodasi adanya diskon dan keterbatasan kapasitas gudang. Beberapa asumsi pada model dasar adalah sebagai berikut :

- a. produk *single item*
- b. besar permintaan diketahui dengan pasti

- c. kecepatan produksi lebih besar dari tingkat permintaan
- d. tidak diperkenankan adanya *back order*
- e. persediaan / *inventory* di akhir periode sama dengan nol

Permasalahan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 1. Situasi *Inventory* Produksi pada Model Dasar**

Dimana  $z_i$  adalah jumlah produksi pada periode  $i$

$x_i$  persediaan / *inventory* awal pada periode  $i$

$D_i$  permintaan periode  $i$

$i = 1, 2, \dots, n$  adalah periode

Elemen biaya pada masalah ini adalah :

$K_i$  = biaya set-up pada periode  $i$

$h_i$  = biaya simpan per unit dari periode  $i$  ke periode  $i+1$

Dengan demikian fungsi biaya produksi pada periode  $i$  dapat didefinisikan sebagai berikut

$$C_i(z_i) = \begin{cases} 0, & z_i = 0 \\ K_i + c_i(z_i), & z_i \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

dimana  $c_i(z_i)$  adalah fungsi biaya produksi marginal yang diberikan oleh  $z_i$

Model ini bertujuan untuk meminimalkan jumlah biaya produksi dan biaya simpan untuk seluruh  $n$  periode. Biaya simpan untuk periode  $i$  didasarkan pada persediaan pada akhir periode tersebut, sehingga :

$$x_{i+1} = x_i + z_i - D_i \quad (2)$$

Karena pada model ini digunakan pendekatan maju, maka *state* pada *stage* (periode  $i$ ) adalah  $x_{i+1}$ , dan tingkat persediaan pada akhir periode, seperti pada Gambar 1. adalah :

$$0 \leq x_{i+1} \leq D_{i+1} + \dots + D_n \quad (3)$$

dari pertidaksamaan (3), dapat disimpulkan bahwa, sisa persediaan  $x_{i+1}$  dapat digunakan untuk memenuhi permintaan pada beberapa periode tersisa.

Dengan demikian formulasi model program dinamis menjadi :

- a. Fungsi tujuan :

$f_i(x_{i+1})$  adalah minimasi total biaya persediaan (*total inventory cost*) untuk periode  $1, 2, \dots, i$  dengan persediaan pada akhir periode adalah  $x_{i+1}$

- b. Kondisi batas

$$f_1(x_2) = \min_{0 \leq z_1 \leq D_1 + x_2} \{C_1(z_1) + h_1 \cdot x_2\} \quad (4)$$

- c. Fungsi hubungan rekursif

$$f_i(x_{i+1}) = \min_{0 \leq z_i \leq D_i + x_{i+1}} \{ C_i(z_i) + h_i \cdot x_{i+1} + f_{i-1}(x_{i+1} + D_i - z_i) \} \quad (5)$$

dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

### III. Pengembangan Model

Dalam pengembangan model ini, asumsi pada model dasar masih berlaku, tetapi terdapat tambahan asumsi lain, yaitu :

- Terdapat beberapa kelas diskon yang berlaku untuk pembelian sejumlah tertentu
- Ketentuan diskon yang berlaku adalah *all-unit quantity discount*
- Kapasitas gudang penyimpanan terbatas

Permasalahan pada model yang dikembangkan dapat dilihat seperti pada Gambar 2.

Adapun notasi-notasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

$x_i$  : kuantitas pemesanan pada periode ke  $i$

$I_0$  : persediaan awal pada periode 1

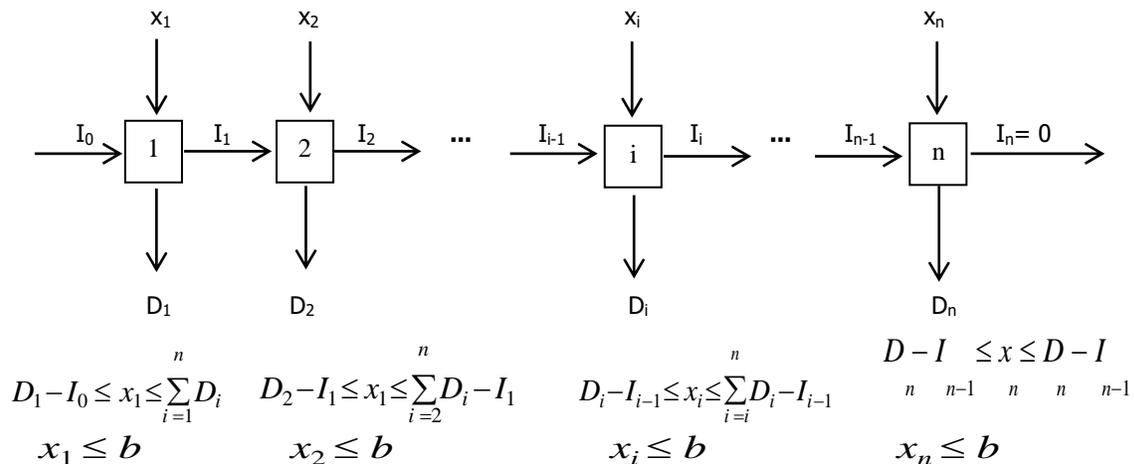
$I_{i-1}$  : persediaan awal periode ke  $i$

$i$  : indeks periode

dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$b$  : kapasitas gudang

$D_i$  : permintaan pada periode  $i$



**Gambar 2. Situasi Pemesanan dan Persediaan pada Model yang Dikembangkan**

Elemen biaya pada model yang dikembangkan adalah :

- Biaya pesan pada periode  $i$  dinotasikan dengan  $K_i$

Biaya pesan dikenakan, jika produk bersangkutan dipesan pada periode  $i$ , sehingga biaya pesan untuk sekali pemesanan pada periode  $i$  dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$K_i = \begin{cases} 0, & \text{jika } x_i = 0 \\ K_i & \text{jika } x_i > 0 \end{cases} \quad (6)$$

- Biaya simpan per unit dari periode  $i$  ke periode  $i+1$  dinotasikan dengan  $h_i$
- Biaya pembelian pada periode  $i$

Biaya pembelian tergantung pada kuantitas pemesanan dan ketentuan diskon, dimana ketentuan diskon dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$C_j = \begin{cases} c_1 & \text{jika } 1 \leq x_i \leq a_1 \\ c_2 & \text{jika } a_1 < x_i \leq a_2 \\ \dots & \\ c_j & \text{jika } a_{j-1} < x_i \leq a_j \\ \dots & \\ c_m & \text{jika } a_{m-1} < x_i \leq a_m \end{cases} \quad (7)$$

dimana :

$C_j$  adalah harga per unit untuk kelas diskon  $j$ , dengan interval kuantitas pemesanan antara  $a_{j-1}$  sampai  $a_j$

$a_1 < a_2 < \dots < a_j < \dots < a_m$  adalah urutan kuantitas pemesanan integer terjadinya pemisahan harga

$a_j$  adalah kuantitas maksimal yang dapat dipesan untuk kelas diskon  $j$

$a_m$  adalah kuantitas maksimal pemesanan, biasanya tidak terbatas

$j$  : indeks kelas diskon

dimana  $j = 1, 2, 3, \dots, m$

Sehingga biaya pembelian pada periode  $i$ , dinotasikan dengan  $P_i(x_i)$  adalah :

$$P_i(x_i) = C_j \cdot x_i \quad (8)$$

Dengan demikian total *inventory cost* pada periode  $i$ , yang merupakan penjumlahan dari tiga elemen biaya tersebut adalah :

$$TIC_i = K_i + P_i(x_i) + h_i \cdot I_i \quad (9)$$

Model ini bertujuan untuk meminimalkan total *inventory cost* untuk seluruh  $n$  periode. Biaya simpan untuk periode  $i$  didasarkan pada persediaan pada akhir periode tersebut, sehingga :

$$I_i = I_{i-1} + x_i - D_i \quad (10)$$

Karena pada model ini digunakan pendekatan maju, maka *state* pada *stage* (periode  $i$ ) adalah  $I_i$ , dan tingkat persediaan pada akhir periode, seperti pada Gambar 2. adalah :

$$0 \leq I_i \leq D_{i+1} + \dots + D_n \quad (11)$$

dari pertidaksamaan (11), dapat disimpulkan bahwa, sisa persediaan  $I_i$  dapat digunakan untuk memenuhi permintaan pada beberapa periode tersisa. Dengan kata lain bahwa kuantitas pemesanan pada periode  $i$  dapat digunakan untuk memenuhi permintaan pada periode bersangkutan dan beberapa periode tersisa, yang dapat dituliskan :

$$D_i - I_{i-1} \leq x_i \leq \sum_{i=i}^n D_i - I_{i-1} \quad (12)$$

Adanya batasan kapasitas gudang pada setiap periode, maka variabel keputusan pada setiap periode  $i$ , yaitu kuantitas pemesanan ( $x_i$ ), harus memenuhi :

$$x_i \leq b \quad (13)$$

Dengan demikian formulasi model program dinamis yang dikembangkan menjadi :

a. Fungsi tujuan :

$f_i(I_i)$  adalah minimasi total biaya persediaan (total *inventory cost*) untuk periode 1,2,..., i jika kuantitas pemesanan pada periode i adalah  $x_i$ , dengan harga per unit  $x_i$  adalah  $c_j$ , kapasitas gudang sebesar b, dan persediaan pada akhir periode i adalah  $I_i$

b. Kondisi batas

$$f_1(I_1) = \min_{\substack{D_1 - I_0 \leq x_1 \leq \sum_{i=1}^n D_i - I_0 \\ x_1 \leq b}} \{K + P_1(x_1) + h_1 \cdot I_1\} \quad (14)$$

c. Fungsi hubungan rekursif

$$f_i(I_i) = \min_n \left\{ \begin{matrix} [K + P(x) + h \cdot I +] \\ f^i(I^i) \\ \left. \begin{matrix} D_i - I_{i-1} \leq x_i \leq \sum_{i=i}^n D_i - I_{i-1} \\ x_i \leq b \end{matrix} \right\} \end{matrix} \right\} \quad (15)$$

dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j = 1, 2, 3, \dots, m$

#### IV. Contoh Numerik

Diketahui permintaan sebuah produk pada masing-masing periode adalah sebagai berikut :

Periode	1	2	3
Permintaan ( $D_i$ )	4	3	2

Tidak ada persediaan awal bagi produk tersebut ( $I_0 = 0$ ), demikian juga dikehendaki tidak ada persediaan akhir ( $I_3 = 0$ ). Biaya pesan untuk sekali pemesanan produk tersebut ke pemasok adalah sebesar 100, biaya simpan/unit/periode sebesar 2, dan harga per unit produk ditentukan dengan :

$$C_j = \begin{cases} 5 & \text{jika } 1 \leq x_i \leq 3 \\ 3 & \text{jika } 5 \leq x_i \leq 8 \\ 2 & \text{jika } \leq x_i \end{cases}$$

Sementara kapasitas gudang penyimpanan adalah 6 produk.

#### Penyelesaian

a. Kondisi batas (stage 1)

$$f_1(I_1) = \min_{\substack{4 \leq x_1 \leq 9 \\ x_1 \leq 6}} \{K_1 + P_1(x_1) + 2 \cdot I_1\}$$

Kemungkinan nilai $x_1$	$f_1(I_1)$	output		
		$f_1$	$x_1$	$I_1$
4	$100 + (5 \cdot 4) + (2 \cdot 0) = 120$	120	4	0
5	$100 + (3 \cdot 5) + (2 \cdot 1) = 117$	117	5	1
6	$100 + (3 \cdot 6) + (2 \cdot 2) = 122$	122	6	2

**b. Stage 2**

$$f_2(I_2) = \min_{\substack{3-I_1 \leq x_2 \leq 5-I_1 \\ x_2 \leq 6}} \left\{ K_2 + P_2(x_2) + 2 \cdot I_2 \right\} + f_1(I_1)$$

input I <sub>1</sub>	Kemungkinan nilai x <sub>2</sub>	f <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	output		
			f <sub>2</sub>	x <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>
0	3	120 + {100 + (5.3) + (2.0)} = 120 + 115 = 235	235	3	0
	4	120 + {100 + (5.4) + (2.1)} = 120 + 122 = 242	242	4	1
	5	120 + {100 + (3.5) + (2.2)} = 120 + 119 = 239	<b>239*</b>	5	2
1	2	117 + {100 + (5.2) + (2.0)} = 117 + 112 = 229	<b>229*</b>	2	0
	3	117 + {100 + (5.3) + (2.1)} = 117 + 117 = 234	<b>234*</b>	3	1
	4	117 + {100 + (5.4) + (2.2)} = 117 + 124 = 241	241	4	2
2	1	122 + {100 + (5.1) + (2.0)} = 122 + 107 = 229	<b>229*</b>	1	0
	2	122 + {100 + (5.2) + (2.1)} = 122 + 112 = 234	<b>234*</b>	2	1
	3	122 + {100 + (5.3) + (2.2)} = 122 + 119 = 241	241	3	2

**c. Stage 3**

$$f_3(I) = \min_{\substack{2-I_2 \leq x_3 \leq 2-I_2 \\ x_3 \leq 6}} \left\{ K_3 + P_3(x_3) + h_3 \cdot I_3 \right\} + f_2(I_2)$$

input I <sub>2</sub>	Kemungkinan nilai x <sub>3</sub>	f <sub>3</sub> (x <sub>3</sub> )	output		
			f <sub>3</sub>	x <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>
0	2	229 + {100 + (5.2) + (2.0)} = 229 + 110 = 339	339	2	0
1	1	234 + {100 + (5.1) + (2.0)} = 234 + 105 = 339	339	1	0
2	0	239 + {0 + (5.0) + (2.0)} = 239 + 0 = 239	<b>239*</b>	0	0

Solusi dengan total biaya persediaan minimal adalah sebagai berikut :

Periode 1		Periode 2		Periode 3		Biaya
x <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>	
4	0	5	2	0	0	239

**V. Kesimpulan**

Model yang dikembangkan dengan pendekatan program dinamis ini, dapat digunakan untuk menentukan kuantitas pemesanan produk dan jadwal (waktu) pemesanannya, dengan mempertimbangkan diskon yang diberikan oleh pemasok, dan ketersediaan kapasitas gudang penyimpanan, sehingga total biaya persediaan minimal.

Model ini dapat diterapkan pada perusahaan retail, dengan permintaan order dinamis deterministik, sementara pemasok retail tersebut memberikan ketentuan diskon untuk pembelian sejumlah tertentu, sementara kapasitas gudang pada retail terbatas.

Selanjutnya model dapat dikembangkan lagi untuk produk *multi item*, dengan ketentuan diskon masing-masing produk berbeda untuk sistem *incremental discount*, dan gudang penyimpanan digunakan bersama untuk produk-produk tersebut.

## Daftar Pustaka

1. Abadi, D., 2001, *Prencanaan Presediaan untuk Mengotimalkan Jumlah Bahan Baku (Studi Kasus pada PT Kusumatex Yogyakarta)*. Tugas Akhir Teknik Industri UAD, Yogyakarta
2. Cechon, GP., dan Lariviere, MA., 2005, *Supply Chain Coordination with Revenue-SharingContract : Strength and Limitations*, Management Science, Vol.51, No.1, pp 30-44
3. I Gede Agus W, 2001, *Penentuan Tingkat Pemesanan Ekonomis dengan Mempertimbangkan Perubahan Harga Menggunakan Evolutionary Algoritm*, Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri dan Managemen Produksi, ITS, Surabaya
4. Taha, Hamdi A., 1997, *Operation Research an Introduction*, int 6<sup>th</sup> ed, Prentice-Hall Inc
5. Xu, Jiefeng, et al, 2000, *The Deterministic Multi-Item Dynamic Lot Size Problem with Joint Business Volume Discount*, Annals of Operations Research, Volume 96, Numbers 1-4, pages 317-337