

Abstrak

PT. Z adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi suku cadang otomotif (kendaraan bermotor). Sistem produksi yang diterapkan oleh PT. Z ini dalam memproduksi produknya adalah *make to order*. Rantai produksi yang diterapkan oleh PT. Z menggunakan metode *grouping technology*. Seiring dengan perkembangan pasar, PT. Z membuat produk baru yang memiliki proses operasi yang berbeda dengan produk-produk sebelumnya. Hal ini menyebabkan susunan fasilitas PT. Z belum sesuai dengan alur proses produk yang baru, sehingga menyebabkan jalur perpindahan material maupun *work in process* tidak teratur. Selain itu pada PT. Z ini terdapat fluktuasi dari *product mixed*, hal ini menyebabkan kurang optimalnya *clustering* mesin yang terjadi di pabrik.

Acuan penelitian kali ini adalah jurnal Nima Safaei et al (2009) "*Integrated multi-period cell formation and subcontracting production planning in dynamic cellular manufacturing systems*". Dalam penelitian ini penulis ingin memberikan usulan berupa *clustering* mesin yang dinamis atau dapat disebut *Dynamic Cellular Manufacturing Systems (DCMS)*, dengan harapan PT. Z mampu beradaptasi dengan fluktuasi *product mixed* dan meminimalkan biaya-biaya produksi (biaya tetap mesin, biaya variabel mesin, biaya relokasi mesin, biaya perpindahan sel, dan biaya rencana produksi). Penulis juga ingin memberikan usulan berupa kombinasi jumlah mesin, kombinasi alokasi sel, dan kombinasi alokasi *alternate routing* setiap periode untuk menghadapi *product mixed*. Penelitian ini diawali dengan perhitungan kondisi aktual dengan menggunakan formulasi matematika (formulasi mirip dengan jurnal acuan). Setelah itu perhitungan kondisi usulan menggunakan *Genetic Algorithm (GA)*. Secara garis besar proses GA adalah membangkitkan 5 kromosom inisial, menghitung fungsi tujuan setiap kromosom (sesuai dengan formulasi matematika), proses *crossover*, proses mutasi, pemilihan 5 kromosom baru sesuai dengan formulasi matematika (mencari 5 terbaik), dan melakukan hal serupa untuk generasi selanjutnya. Setelah mendapatkan kondisi usulan terbaik, hitung total biaya kondisi usulan sesuai dengan formulasi matematika. Pencarian lokal optimal dengan menggunakan GA akan mendapatkan hasil yang terbaik dari setiap generasi yang dilakukan setiap generasinya. Pengolahan GA ini memakai pengulangan yang pengolahan ini dibantu dengan program yaitu *visual basic application* dan *microsoft excel 2016*.

Pada usulan ini *clustering* mesin, *production planning*, & alokasi sel mesin dirancang berubah-ubah setiap periode disesuaikan fluktuasi *product mixed*. Dari usulan yang dibuat penelitian, kondisi usulan menghasilkan total biaya lebih murah dibandingkan dengan kondisi aktual sebesar Rp 303,409,708 (9.2%). Hal ini didapat dari total biaya aktual yaitu Rp 3,289,627,664 sedangkan total biaya usulan sebesar Rp 2,986,217,956. Hasil kondisi usulan menggunakan jumlah mesin berbeda dengan kondisi aktual salah satunya M2, jumlah mesin tipe M2 pada kondisi saat ini 2 mesin, dengan kondisi usulan mesin M2 pada periode 1 = 1 mesin, periode 2 = 2 mesin, periode 3 = 1 mesin (dan lain lain). Begitu juga dengan *production planning* setiap periode berubah-ubah menyesuaikan dengan jumlah mesin tiap periode. Alokasi sel mesin juga ikut berubah sesuai dengan periodenya. *Alternate routing* hanya terjadi 1 perubahan yaitu pada P3 O2 yaitu M4.

DAFTAR ISI

COVER

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN HASIL KARYA PRIBADI

PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN

ABSTRAKv

KATA PENGANTAR..... vi

DAFTAR ISI..... ix

DAFTAR TABEL xiv

DAFTAR GAMBAR xviii

DAFTAR LAMPIRAN xxi

DAFTAR INDEKS xxii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah..... 1-1

1.2 Identifikasi Masalah 1-2

1.3 Batasan Masalah dan Asumsi 1-2

1.3.1 Batasan..... 1-2

1.3.2 Asumsi..... 1-2

1.4 Perumusan Masalah..... 1-3

1.5 Tujuan Penelitian..... 1-3

1.6 Sistematika Penulisan..... 1-3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Tata Letak..... 2-1

2.2 Tujuan Tata Letak dan Fasilitas..... 2-1

2.3 Tipe-Tipe Tata Letak 2-3

2.3.1 *Layout by Product*..... 2-4

2.3.2 *Layout by Proses*..... 2-5

2.3.3 *Layout by Group Technology*..... 2-5

2.3.4 *Layout by Fixed Position*..... 2-6

2.4 *Cellular Manufacturing System (CMS)* 2-6

2.5 <i>Dynamic Cellular Manufacturing System (DCMS)</i>	2-7
2.6 Prinsip-Prinsip Dasar didalam Perencanaan Tata Letak Pabrik	2-7
2.7 Metode Perhitungan Jarak.....	2-10
2.8 Peta Proses Operasi (<i>Operation Proses Chart</i>)	2-13
2.9 <i>Linear Programming</i>	2-18
2.9.1 Pengertian Program Linear	2-18
2.9.2 Model Matematika Program Linear	2-19
2.10 Formulasi Masalah	2-20
2.10.1 Indeks yang Digunakan.....	2-20
2.10.2 Parameter <i>Input</i>	2-20
2.10.3 Variabel Keputusan	2-21
2.10.4 Variabel Keputusan	2-21
2.10.5 Kendala	2-22
2.11 Program Visual Basic	2-23
2.11.1 Mengenal Visual Basic.....	2-23
2.11.2 Lingkungan Visual Basic	2-23
2.11.3 Beberapa <i>Syntax</i> Visual Basic.....	2-26
2.12 Metaheuristik.....	2-27
2.12.1 Pengertian Metaheuristik	2-27
2.13 Karakteristik Metaheuristik.....	2-27
2.14 Pemilihan Metaheuristik.....	2-29
2.15 <i>Genetic Algorithm</i> (Algoritma Genetika).....	2-29

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 <i>Flowchart</i>	3-1
3.2 Keterangan <i>Flowchart</i> Penelitian.....	3-3
3.2.1 Identifikasi Masalah	3-3
3.2.2 Pembatasan Masalah dan Asumsi.....	3-3
3.2.3 Perumusan Masalah.....	3-3
3.2.4 Tujuan Penelitian.....	3-3
3.2.5 Studi Literatur.....	3-4
3.2.6 Penentuan Metode Pemecahan Masalah.....	3-4

3.2.7 Pengumpulan Data.....	3-6
3.2.8 Pengolahan Data.....	3-7
3.2.9 Analisis	3-21
3.2.10 Kesimpulan dan Saran	3-21

BAB 4 PENGUMPULAN DATA

4.1 Data Umum Perusahaan.....	4-1
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan	4-1
4.1.2 Struktur Organisasi	4-2
4.1.3 Jam Kerja Efektif.....	4-2
4.2 Data Produksi	4-2
4.2.1 Data Produk dan Part	4-3
4.2.2 Dimensi dan Berat Part	4-3
4.2.3 Data Mesin.....	4-4
4.2.4 Peta Proses Operasi	4-5
4.2.5 Data Urutan Proses Operasi.....	4-6
4.2.6 Alat <i>Material Handling</i>	4-7
4.2.7 Data <i>Demand</i>	4-7
4.2.8 Layout Aktual.....	4-8
4.3 Biaya Simpan (η_p) & Biaya Subkontrak (λ_p) & Biaya Produksi	4-9

BAB 5 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

5.1 Pengolahan Data.....	5-1
5.1.1 Pengumpulan Data Perhitungan.....	5-1
5.1.1.1 Data Jumlah <i>Part</i> (P), Operasi (J), Mesin (M), Sel (C), Periode (H)	5-1
5.1.1.2 Data <i>Demand</i> pada Periode 1, Periode 2 & Periode 3 (D_{ph}).....	5-1
5.1.1.3 Data Waktu Proses (t_{jpm})	5-2
5.1.1.4 Perhitungan data Mengenai Mesin ($T_m, \alpha_m, \beta_m, \delta_m$)	5-3
5.1.1.5 Perhitungan Tarif <i>Material Handling</i> per Meter.....	5-7
5.1.1.6 Perhitungan Biaya Pergerakan <i>Intercell</i> (γ^{inter}) dan <i>Intracell</i> (γ^{intra})	5-9
5.1.1.7 Perhitungan Jumlah <i>Batch Intercell</i> (B_p^{inter}) dan <i>Intracell</i> (B_p^{intra})	5-11

5.1.2 Model Matematika untun <i>Dynamic Cellular Manufacturing System</i> (DCMS)	5-12
5.1.2.1 Indeks.....	5-13
5.1.2.2 Input Parameter.....	5-13
5.1.2.3 Variabel Keputusan	5-14
5.1.2.4 Fungsi Tujuan	5-14
5.1.2.5 Kendala	5-17
5.1.3 Pengolahan Visual Basic.....	5-19
5.1.3.1 Pengumpulan & Input Data Perhitungan.....	5-19
5.1.3.2 Penentuan Kromosom Awal.....	5-20
5.1.3.3 Menghitung Fungsi Tujuan Kromosom Awal.....	5-23
5.1.3.4 Menentukan Parameter <i>Genetic Algorithm</i>	5-46
5.1.3.5 Membangkitkan 5 Kromosom	5-46
5.1.3.6 Menghitung Fungsi Tujuan Setiap Kromosom.....	5-51
5.1.3.7 Penentuan <i>Parent Crossover</i>	5-53
5.1.3.8 <i>Crossover 2 Parents</i>	5-53
5.1.3.9 Proses Mutasi.....	5-58
5.1.3.10 Proses Seleksi	5-59
5.1.4 Penggunaan VBA dalam Excel.....	5-60
5.1.5 Hasil Pengolahan Visual Basic	5-62
5.2 Analisis	5-65
5.2.1 Penentuan Prioritas Produksi.....	5-65
5.2.2 Pembangkitan 5 Populasi Awal	5-66
5.2.3 Analisis Parameter <i>Genetic Algorithm</i>	5-69
5.2.4 Analisis <i>Crossover</i> Banyak Titik Pada Proses Penyilangan	5-71
5.2.5 Analisis Mutasi Gen Pada Proses Mutasi	5-71
5.2.6 Analisis Perbandingan Kromosom Aktual dengan Kromosom Akhir	5-72
5.2.7 Analisis Hasil Kromosom Aktual dengan Hasil Kromosol Akhir	5-75

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	6-1
6.2 Saran	6-2
6.2.1 Saran untuk Perusahaan.....	6-2
6.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya	6-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
4.1	Data Produk PT. Z	4-3
4.2	Dimensi dan Berat Produk	4-3
4.3	Data Mesin dan Jumlahnya	4-4
4.4	Informasi Mesin (Stasiun Kerja) dan Spesifikasinya	4-4
4.5	Data Waktu Proses	4-5
4.6	Data Alat Material <i>Handling</i>	4-7
4.7	Data Permintaan Januari 2019 – Desember 2019	4-7
4.8	Data Biaya Simpan (η_p) & Biaya Subkontrak (λ_p)	4-9
4.9	Perhitungan Biaya Simpan per Produk	4-10
4.10	Biaya Produksi per Part	4-10
5.1	Data Waktu Proses (t_{ipm})	5-1
5.2	Informasi Kapasitas Waktu Mesin Sesuai Periode	5-3
5.3	Perbedaan Jumlah Hari Kerja Setiap Periode (Tahun 2019)	5-3
5.4	Rangkuman Biaya Mesin	5-4
5.5	Perhitungan Total Luas Stasiun Kerja (Tanpa Gang)	5-4
5.6	Perhitungan Depresiasi setiap Mesin	5-5
5.7	Perhitungan Biaya Tetap setiap Mesin	5-5
5.8	Perhitungan Biaya Variabel setiap Mesin	5-6
5.9	Perhitungan Biaya Relokasi setiap Mesin	5-7
5.10	Perhitungan Biaya Relokasi setiap Mesin	5-8
5.11	Perhitungan seluruh jarak <i>intercell</i> (γ^{inter}) dan jarak <i>intracell</i> (γ^{intra})	5-10
5.12	Perhitungan Biaya <i>intercell</i> (γ^{inter}) dan <i>intracell</i> (γ^{intra})	5-10
5.12	Perhitungan <i>Batch intercell</i> (B_p^{inter})	5-11
5.13	Perhitungan <i>Batch intracell</i> (B_p^{intra})	5-11
5.14	Jumlah mesin dalam 3 periode pada kromosom awal (inisial)	5-21
5.15	Alternate Routing dalam 3 periode pada kromosom awal (inisial)	5-22
5.16	Alternate Routing dalam 3 periode pada kromosom awal (inisial)	5-22
5.17	Data Menghitung Biaya Konstan Mesin	5-23

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
5.18	Menghitung Biaya Konstan Mesin Kromosom Awal	5-23
5.19	Menghitung Rencana Q_{ph} Periode 1	5-25
5.20	T_m /periode 1 Setiap Mesin	5-26
5.21	Penentuan Prioritas Produksi P1 – P9	5-26
5.22	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P3	5-27
5.23	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P5	5-27
5.24	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P8	5-28
5.25	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P2	5-28
5.26	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P9	5-28
5.27	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P7	5-29
5.28	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P6	5-30
5.29	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P4	5-30
5.30	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia dengan Waktu Diperlukan P1	5-30
5.31	Rangkuman <i>Production Plan</i> Periode 1	5-31
5.32	Penentuan Prioritas Produksi P1 – P9	5-31
5.33	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P3	5-32
5.34	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P5	5-32
5.35	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P8	5-33
5.36	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P2	5-33
5.37	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P9	5-34
5.38	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P7	5-34
5.39	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P6	5-34
5.40	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P4	5-35
5.41	Pengecekan Kapasitas Waktu Tersedia Untuk Dijadikan <i>Inventory</i> P1	5-35
5.42	Rangkuman <i>inventory</i> Periode 1	5-35
5.43	Rangkuman T_m Sisa Periode 1	5-36
5.44	Menghitung Rencana Q_{ph} Periode 2	5-36
5.45	Menghitung Q_{ph} , S_{ph} , dan I_{ph} Periode 2	5-37
5.46	Rangkuman T_m Sisa Periode 2	5-37

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
5.47	Menghitung Rencana Q_{ph} Periode 3	5-38
5.48	Menghitung Q_{ph} , S_{ph} , dan I_{ph} Periode 3	5-38
5.49	Rangkuman T_m Sisa Periode 3	5-39
5.50	Rangkuman T_m Sisa Kromosom Awal	5-39
5.51	Menghitung Biaya Variabel Mesin Kromosom Awal	5-40
5.52	Rangkuman S_{ph} , dan I_{ph} dari 3 periode	5-40
5.53	Biaya S_{ph} , dan I_{ph} dari 3 periode	5-41
5.54	Biaya Relokasi Mesin 3 Periode	5-41
5.55	Data Alokasi Sel Setiap Operasi Pada Part Periode 1	5-42
5.56	Menghitung Biaya <i>intracell</i> dan <i>intercell</i> Kromosom Awal	5-43
5.57	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom Awal	5-45
5.58	Menghitung Waktu Mesin Dibutuhkan per Part	5-46
5.59	Kebutuhan Waktu Mesin Periode 1	5-47
5.60	Kebutuhan Waktu Mesin Periode 2	5-47
5.61	Kebutuhan Waktu Mesin Periode 3	5-47
5.62	Kebutuhan Jumlah Mesin 3 Periode	5-48
5.63	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom 1	5-51
5.64	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom 2	5-52
5.65	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom 3	5-52
5.66	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom 4	5-52
5.67	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom 5	5-52
5.68	Pembangkitan Bilangan Random	5-53
5.69	Pembangkitan Bilangan Random	5-53
5.70	Penggalan <i>crossover</i> parent pertama	5-54
5.71	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom <i>Offspring</i> 1	5-57
5.72	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom <i>Offspring</i> 2	5-57
5.73	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom <i>Offspring</i> 3	5-57
5.74	Hasil Fungsi Tujuan dengan Kromosom <i>Offspring</i> 4	5-57
5.75	Penggalan proses mutasi pertama	5-58

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
5.76	Rangkuman Seluruh Fungsi Tujuan pada Generasi 1	5-59
5.77	Pemilihan 5 Kromosom untuk Populasi Generasi Berikutnya	5-59
5.78	Hasil Fungsi Tujuan Terbaik	5-62
5.79	Jumlah Mesin setiap Periode pada Kromosom 3 Generasi 99	5-63
5.80	Alokasi mesin ke sel setiap Periode pada Kromosom 3 Generasi 99	5-64
5.81	<i>Production Plan</i> setiap Periode pada Kromosom 3 Generasi 99	5-64
5.82	Pemilihan <i>Alternate Routing</i> Periode pada Kromosom 3 Generasi 99	5-64
5.82	Data Biaya Produksi Kasus Suatu Pabrik	5-65
5.83	Kasus Kecil Analisis Prioritas Produksi	5-65
5.84	Penghematan Setiap Part	5-66
5.85	Kebutuhan Jumlah Mesin 3 Periode	5-67
5.86	Pemilihan <i>Range</i> Kebutuhan Jumlah Mesin 3 Periode	5-67
5.87	Potongan <i>Alternate Routing</i>	5-68
5.88	Potongan <i>Alternate Routing</i>	5-68
5.89	Perbandingan Jumlah Mesin Kromosom Awal & Kromosom Hitung	5-72
5.90	<i>Production Plan</i> Kromosom Awal	5-73
5.91	<i>Production Plan</i> Kromosom Hitung	5-73
5.92	Perbandingan Alokasi Sel Kromosom Awal & Kromosom Hitung	5-74
5-93	Perbandingan Jumlah Mesin Kromosom Awal & Kromosom Hitung	5-74
5.94	Perbandingan Fungsi Tujuan Kromosom Awal & Kromosom Hitung	5-75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Tipe Tipe Tata Letak (Tompkins,1996)	2-4
2.2	<i>Layout by Product</i> (Tompkins,1996)	2-4
2.3	<i>Layout by Proses</i> (Tompkins,1996)	2-5
2.4	<i>Layout by Group Technology</i> (Tompkins,1996)	2-5
2.5	<i>Layout by Fixed Position</i> (Tompkins,1996)	2-6
2.6	<i>Euclidean</i>	2-10
2.7	<i>Rectilinear</i>	2-11
2.8	<i>Aisle Distance</i>	2-12
2.9	<i>Adjacency</i>	2-13
2.10	Peta Proses Operasi Pembuatan Dongkrak Mekanis (<i>Mechanical Jack</i>)	2-14
2.11	Sistematika umum penggambaran peta proses operasi	2-16
2.12	Tampilan <i>Visual Basic</i> Dengan Form Sebagai Area Kerja	2-25
2.13	Tampilan Jendela Code	2-26
2.14	Metode Optimasi	2-29
2.15	<i>Crossover</i> satu titik	2-32
2.16	<i>Crossover</i> dua titik	2-33
2.17	<i>Crossover</i> banyak titik	2-33
2.18	Langkah 1 PMX	2-34
2.19	Langkah 2 PMX	2-34
2.20	Langkah 3 PMX	2-34
2.21	Langkah 4 PMX	2-34
2.22	Kromosom awal <i>displacement mutation</i>	2-35
2.23	Hasil pengambilan <i>sub</i> bagian	2-35
2.24	Hasil mutasi <i>displacement mutation</i>	2-35
2.25	Langkah pertukaran kromosom <i>Echange mutation</i>	2-36
2.26	Langkah pertukaran kromosom <i>Order based mutation</i>	2-36
2.27	Langkah pertukaran kromosom <i>simple inversion mutation</i>	2-36
3.1	<i>Flowchart</i> umum	3-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
3.2	<i>Flowchart</i> pengolahan data secara keseluruhan	3-7
3.3	<i>Flowchart</i> menghitung total biaya (fungsi tujuan)	3-10
3.4	<i>Flowchart genetic algorithm</i>	3-14
3.5	<i>Flowchart</i> populasi inisiasi (5 kromosom)	3-15
3.6	<i>Flowchart</i> menentukan <i>parents crossover</i>	3-16
3.7	<i>Flowchart crossover</i> 2 pasang <i>parents</i>	3-17
3.8	<i>Flowchart</i> proses mutasi untuk 9 kromosom	3-19
4.1	Struktur Organisasi PT. Z	4-2
4.2	Peta Proses Operasi Produk <i>BUMP STOPPER CUP HSWA</i>	4-5
4.3	Layout Aktual Bagian Produksi PT. Z	4-8
4.4	Layout <i>Cellular Manufacturing</i> Pada Lantai Produksi PT. Z	4-8
5.1	Asumsi Pembagian 2 Sel	5-9
5.2	Gambar Kromosom Awal (Inisial)	5-20
5.3	Gambar Kromosom Awal (Inisial)	5-20
5.4	Gambar Kromosom Awal Diperbesar (Inisial)	5-21
5.5	Gambar Seluruh Gen Kromosom 1	5-49
5.6	Gambar Seluruh Gen Kromosom 2	5-49
5.7	Gambar Seluruh Gen Kromosom 3	5-50
5.8	Gambar Seluruh Gen Kromosom 4	5-50
5.9	Gambar Seluruh Gen Kromosom 5	5-51
5.10	Gambar Seluruh Gen Kromosom <i>Offspring</i> 1	5-55
5.11	Gambar Seluruh Gen Kromosom <i>Offspring</i> 2	5-55
5.12	Gambar Seluruh Gen Kromosom <i>Offspring</i> 3	5-56
5.13	Gambar Seluruh Gen Kromosom <i>Offspring</i> 4	5-56
5.14	Penampilan Program dan <i>Coding</i>	5-60
5.15	Input parameter GA	5-60
5.16	Input kelima kromosom	5-61
5.17	Tombol Run pada VBA	5-61
5.18	Setelah menjalankan 99 generasi	5-62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
5.19	Kromosom ke 3 pada Generasi 99	5-63
5.20	Perbandingan Total Biaya	5-75
5.21	Perbandingan Biaya Konstan Mesin	5-76
5.22	Perbandingan Biaya Variabel Mesin	5-76
5.23	Perbandingan Biaya <i>Intercell</i> dan <i>Intracell</i>	5-77
5.24	Perbandingan Biaya Relokasi	5-77
5.25	Perbandingan Biaya Strategi Produksi	5-78



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
A	Peta Proses Operasi	LA-1
B	<i>Coding Visual Basic Application</i>	LB-1
C	Jurnal Nima Safeai	LC-1



DAFTAR INDEKS

Indeks	Arti
GA	<i>Genetic Algorithm</i>
DCMS	<i>Dynamic Cellular Manufacturing System</i>
h	indeks untuk periode waktu ($h = 1, 2, \dots, H$)
c	indeks untuk sel manufaktur ($c = 1, 2, \dots, C$)
p	indeks untuk tipe <i>part</i> ($p = 1, 2, \dots, P$)
j	indeks untuk operasi yang termasuk pada rangkaian operasi <i>part p</i> ($j = 1, 2, \dots, Op$)
m	indeks untuk tipe mesin ($m = 1, 2, \dots, M$)
P	nomor tipe <i>part</i>
Op	nomor operasi untuk <i>part p</i>
M	nomor tipe mesin
C	jumlah maksimum sel yang bisa terbentuk
D_{ph}	jumlah permintaan <i>part p</i> pada periode h
B_p^{inter}	ukuran <i>batch part p</i> setiap perpindahan antar sel
B_p^{intra}	ukuran <i>batch part p</i> setiap perpindahan didalam sel
γ^{inter}	biaya perpindahan antar sel
γ^{intra}	biaya perpindahan didalam sel (dengan asumsi $(\gamma^{intra} / B_p^{intra}) < (\gamma^{inter} / B_p^{inter}) \forall p$)
α_m	biaya konstan mesin tipe m
β_m	biaya variabel mesin tipe m untuk setiap unit waktu
δ_m	biaya relokasi mesin tipe m
T_{mh}	kapasitas waktu mesin tipe m setiap periode h
UB	jumlah tipe mesin maksimal dalam 1 sel
t_{jpm}	waktu proses yang diperlukan untuk melakukan operasi j dari <i>part p</i> pada mesin tipe m
a_{jpm}	bernilai 1, jika operasi j dari <i>part p</i> dapat dikerjakan dengan mesin tipe m , jika tidak bernilai 0
λ_p	biaya subkontrak/ <i>part p</i>

DAFTAR INDEKS

Indeks	Arti
η_p	biaya penyimpanan/ <i>part p</i> setiap periode
l	lead time dimana $l \leq H-1$
M^∞	nilai positif yang besar
N_{mch}	jumlah mesin tipe m yang dialokasikan ke sel c pada periode h
K_{mch}^+	jumlah mesin tipe m yang ditambahkan di sel c pada periode h
K_{mch}^-	jumlah mesin tipe m yang dikeluarkan dari sel c pada periode h
X_{jpmch}	bernilai 1, jika operasi j dari tipe <i>part p</i> dilakukan mesin tipe m di sel c pada periode h , jika tidak bernilai 0
Q_{ph}	jumlah permintaan <i>part p</i> pada operasi ke j oleh mesin tipe m dalam sel c selama periode h
Y_{ph}	bernilai 1, jika $Q_{ph} > 0$, jika tidak bernilai 0
S_{ph}	jumlah permintaan <i>part p</i> yang di subkontrak pada periode h
I_{ph}	tingkat persediaan <i>part p</i> pada akhir periode h .