

OPTIMALISASI PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA DI PT. PROGRESS DIECAST

Lily Amelia¹, Aprianto¹

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Esa Unggul, Jakarta
Jalan Arjuna Utara 9, Tol Tomang Kebun Jeruk, Jakarta 11510
lily.amelia@esaunggul.ac.id

Abstrak

PT. Progress Diecast merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *diecasting* komponen otomotif. Perusahaan ini menerapkan sistem *make to order* dengan sistem produksi *general flow shop*. Untuk mengoptimalkan jalannya produksi sehingga dapat memenuhi pesanan pelanggan tepat pada waktunya, diperlukan suatu sistem penjadwalan produksi yang *robust*. Permasalahan yang dihadapi PT. Progress Diecast saat ini adalah adanya keterlambatan penyelesaian pesanan melebihi batas waktu yang telah disepakati bersama, sehingga mengakibatkan meningkatnya biaya produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari metode penjadwalan produksi yang tepat, dengan membandingkan antara metode Campbell, Dudekand Smith dan metode Algoritma Genetika. Penjadwalan ini akan membantu perusahaan dalam menentukan urutan pekerjaan yang tepat berdasarkan tujuan untuk meminimasi *makespan* dan *mean flow time*. Luaran dari penelitian berupa suatu rancangan program aplikasi penjadwalan dengan metode Algoritma Genetika menggunakan *software* MATLAB. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa proses perhitungan dengan metode Algoritma Genetika jauh lebih cepat dan akurat daripada metode yang digunakan pada saat ini di PT. Progrss Diecast, yaitu metode Firs In First Out (FIFO) dan metode Campbell, Dudek and Smith. Penjadwalan dengan metode Campbell, Dudek and Smith menghasilkan nilai *makespan* 84.472 hari dan *mean flow time* 45.076 hari, sedangkan perhitungan metode Algoritma Genetika menghasilkan nilai *makespan* sebesar 78.136 hari dan *mean flow time* sebesar 43.7897 hari.

Kata kunci: penjadwalan, algoritma genetika, *makespan*

Pendahuluan

Industri manufaktur di Indonesia berkembang sangat pesat. Salah satunya terlihat pada industri manufaktur dalam bidang otomotif. Membludaknya jumlah kendaraan bermotor maupun mobil di propinsi DKI Jakarta merupakan salah satu indikasi bahwa permintaan akan produk otomotif sangatlah tinggi.

Dengan ketatnya persaingan antara industri-industri otomotif, PT. Progress Diecast sebagai *supplier* komponen otomotif harus benar-benar menawarkan *cost*, *quality* dan *delivery* yang paling terbaik kepada konsumen. Meningkatnya permintaan konsumen menyebabkan perusahaan harus melakukan perencanaan produksi yang optimal. Kendala yang dihadapi berupa spesifikasi pesanan, diferensiasi proses produksi, keterbatasan jumlah mesin dan hal-hal lain perlu dioptimalisasi dengan mengoptimalkan penjadwalan produksi.

Penjadwalan sederhananya adalah proses pengurutan pembuatan produk secara menyeluruh pada sejumlah mesin tertentu. Kompleksnya keterbatasan sumber daya berpotensi besar terhadap salahnya penyusunan urutan pembuatan produk (*order*). Salah satu contoh akibat kesalahan penyusunan *order* adalah rendahnya utilisasi mesin

dengan indikasi mesin menganggur. Akibat yang sistemik dengan adanya kondisi seperti itu akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian pesanan. Tentu saja hal ini akan menurunkan kepercayaan konsumen dalam perspektif *delivery*.

Banyak penelitian sebelumnya telah memodelkan metode penjadwalan pada sistem produksi yang berbeda-beda. Beberapa metode penjadwalan adalah penjadwalan dengan metode Campbell, Dudek, and Smith dan Algoritma Genetika. Kelebihan metode Algoritma Genetika adalah dapat menyelesaikan masalah penjadwalan yang kompleks dengan jumlah *job* yang banyak dan sumber daya yang kompleks. Beberapa penelitian yang menggunakan metode Algoritma Genetika dalam menyelesaikan penjadwalan produksi antara lain Penjadwalan Produksi dengan Metode Algoritma Genetika di PT. Mulia Knitting Factory (Marleen, 2010) dan Penjadwalan Produksi Flow Shop Menggunakan Algoritma Genetika dan NEH (Satriawan, 2010).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sistem penjadwalan produksi yang optimal di PT. Progress Diecast. Dengan adanya metode penjadwalan yang optimal diharapkan dapat mem-

bantu PT. Progress Diecast dalam meningkatkan kepuasan konsumen.

Penjadwalan

Penjadwalan merupakan proses pengurutan pembuatan produk secara menyeluruh pada sejumlah mesin tertentu. Penjadwalan juga dapat dipandang sebagai proses pengalokasian sumber daya atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Baker, 1974). Tujuan penjadwalan secara umum yaitu :

1. Meningkatkan produktivitas mesin, yaitu dengan mengurangi waktu mesin menganggur.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan cara mengurangi jumlah rata-rata pekerjaan yang menunggu dalam antrian suatu mesin karena mesin tersebut sibuk.
3. Meminimasi ongkos produksi.

Input Sistem Penjadwalan

Pekerjaan-pekerjaan yang berupa alokasi kapasitas untuk pemesanan, penugasan prioritas pekerjaan dan pengendalian jadwal produksi membutuhkan informasi terperinci yang disebut sebagai input sistem penjadwalan. Terdapat beberapa hal yang perlu diketahui sebelum pekerjaan dapat dijadwalkan (Bedworth, 1987), yaitu:

- a. Jumlah dan jenis pekerjaan yang harus diselesaikan selama periode tertentu.
- b. Perkiraan waktu penyelesaian suatu pekerjaan (*processing time*)
- c. Batas waktu (*due date*) penyelesaian pekerjaan untuk memperkirakan keterlambatan (*lateness*) yang mungkin terjadi.
- d. Tujuan dari penjadwalan yang ada.
- e. Situasi pekerjaan yang dihadapi

Output Sistem Penjadwalan

Untuk memastikan bahwa suatu aliran kerja yang lancar akan melalui tahapan produksi, maka sistem penjadwalan harus membentuk aktivitas-aktivitas output (Nasution, 2003) sebagai berikut:

- a. *Pembebanan (Loading)*
Pembebanan melibatkan penyesuaian kebutuhan kapasitas untuk pesanan yang diterima dengan kapasitas yang tersedia.
- b. *Pengurutan (Sequencing)*
Pengurutan ini merupakan penugasan tentang pekerjaan mana yang diprioritaskan untuk diproses dahulu bilasatu fasilitas mempunyai banyak pekerjaan yang harus diselesaikan.
- c. *Prioritas Job (Dispatching)*

Dispatching merupakan prioritas kerja mana yang diseleksi dan diprioritaskan untuk diproses.

- d. *Pengendalian kinerja penjadwalan*

Ukuran Penjadwalan

Dalam membahas masalah penjadwalan maka akan dijumpai beberapa istilah dasar (Bedworth, 1987), diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. *Processing Time (t_j)* :
Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proses operasi dari pekerjaan j pada suatu mesin.
- b. *Due Date (d_j)* :
Batas waktu maksimal yang dapat diterima untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Kelebihan waktu dari waktu yang ditetapkan merupakan suatu keterlambatan.
- c. *Lateness (L_j)* :
Selisih antara waktu penyelesaian suatu pekerjaan terhadap batas waktu (*due date*) pekerjaan tersebut. Suatu pekerjaan akan mempunyai keterlambatan positif jika penyelesaian pekerjaan melewati batas waktu yang ditentukan dan dikatakan mempunyai keterlambatan negatif, jika penyelesaian pekerjaan memenuhi batas waktu yang ditentukan.
 $L_j = C_j - d_j \leq 0$, jika penyelesaian memenuhi batas waktu (2-1)
 $L_j = C_j - d_j > 0$, jika penyelesaian melewati batas waktu (2-2)
- d. *Tardiness (T_j)* :
Jika suatu pekerjaan diselesaikan sebelum batas waktu yang ditentukan maka dikatakan pekerjaan tersebut memiliki negatif *lateness* tetapi keterlambatan nol. Suatu pekerjaan memiliki positif *lateness* maka sama dengan memiliki positif *tardiness*.
 $T_j = \max\{L_j, 0\}$ (2-3)
 $T_j = 0$ jika $L_j > 0$
 $T_j = 0$ jika $L_j < 0$
- e. *Slack (SL_j)* :
Waktu sisa yang tersedia untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.
 $SL_j = d_j - t_j$ (2-4)
- f. *Completion Time (C_j)* :
Rentang waktu antara saat pekerjaan dimulai (t=0) dengan waktu ketika pekerjaan tersebut selesai. Atau waktu penyelesaian operasi paling akhir suatu *order j*.
 $C_j = t_1 + t_2 + \dots + t_j$ (2-5)
- g. *Flow Time (F_j)* :
Rentang waktu antara saat pekerjaan tersedia untuk diproses dengan waktu saat pekerjaan

tersebut selesai. *Flow time* dapat dinyatakan dengan:

$$F_j = C_j - r_j \dots\dots\dots (2-6)$$

Suatu penjadwalan yang ukuran performansi terutamanya adalah memperoleh nilai maksimum dianggap sebagai suatu penjadwalan yang optimal. Dasar ukuran performansi yang digunakan untuk mengevaluasi penjadwalan (Kusiak, 1990) adalah sebagai berikut:

a. *Makespan*

$$C_{max} = \max \{C_j\} \dots\dots\dots (2-7)$$

b. *Mean flow time*

$$F = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j \dots\dots\dots (2-8)$$

Metode Campbel, Dudek and Smith (CDS)

Metode Campbell, Dudek, Smith (CDS) ini diperkenalkan pertama kali pada tahun 1970 yang merupakan perluasan dari aturan Johnson untuk menyelesaikan problema m mesin. Apabila ada job j, dimana j = 1,2,...,n, maka akan dilakukan sejumlah K iterasi (i = 1,2,3,...,m) untuk menentukan dimana :

t'j1 = jumlah waktu pemrosesan untuk job j pada i mesin pertama.

t'j2 = jumlah waktu pemrosesan untuk job j pada i mesin terakhir.

Setelah tahap m-1, dipilihlah jadwal yang menghasilkan *makespan* terbaik dari m-1 jadwal yang dihasilkan. Adapun algoritma CDS dapat dituliskan sebagai berikut :

1. Tetapkan K = i = 1
2. Hitung untuk job j, dimana j = 1,2,3,...,n.

$$t_{j1} = \sum_{k=1}^i t_{jk}$$

dan

$$t_{j2} = \sum_{k=1}^i t_{j,m-k+1}$$

3. Terapkan langkah algoritma Johnson untuk problema 2 mesin dan hitung nilai *makespan* dari hasil yang diperoleh.
4. Jika k = m-1, maka dapatkan jadwal dengan *makespan* terbaik dan stop ; bila tidak, tetapkan K = i+1 dan kembali ke langkah 2.

Metode Algoritma Genetika (AG)

Algoritma Genetika pertama kali ditemukan pada tahun 1960. Algoritma Genetika merupakan

salah satu algoritma pemodelan evolusi (*evolutionary modeling*) yang dikembangkan oleh John Holland pada dekade 1960 – 1970-an dengan tujuan memodelkan perkembangan kemampuan adaptasi sebuah sistem, salah satunya sistem penjadwalan produksi. Prosedur penjadwalan dengan metode Algoritma Genetika adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi adalah tahapan membentuk *fitness*, *constraint* dan jumlah populasi awal. Pembentukan populasi awal dilakukan dengan cara membentuk kromosom-kromosom, dimana setiap kromosom berisi gen-gen yang diacak
2. Perhitungan nilai *fitness* tiap kromosom sebanyak populasi awal.
3. Seleksi adalah tahapan memilih 10 kromosom terbaik (kromosom elit) dari perhitungan nilai *fitness* tiap kromosom. Tujuan pemilihan 10 kromosom terbaik adalah sebagai alternatif pemilihan individu terbaik pada iterasi ke -T.
4. *Crossover* adalah pertukaran gen dalam kedua kromosom orang tua (*parent*) yang kemudian menghasilkan kromosom anak (*child*). Kromosom yang mengalami *crossover* adalah kromosom yang mempunyai peluang *crossover* (pc) lebih kecil dari pada bilangan acak yang akan dibangkitkan. Proses *crossover* akan menggunakan metode *order crossover*.
5. Mutasi adalah proses membentuk keturunan (*offspring*) dengan cara mengubah gen dari *parent*. Proses ini akan merekonstruksi bentuk dari gen-gen tiap kromosom. Individu yang akan mengalami proses mutasi adalah individu pada gen tertentu yang mempunyai peluang mutasi (pm) lebih kecil dari bilangan acak yang akan dibangkitkan.
6. Keputusan kapan proses iterasi berhenti tergantung pada penentuan N iterasi. Bilamana iterasi ke-T sama dengan N iterasi maka proses perhitungan akan berhenti.
7. Pemilihan individu terbaik adalah kromosom dengan *fitness* terbaik setelah proses iterasi berhenti.

Metode Penelitian

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Progress Diecast yang berlokasi di East Jakarta Industrial Park, Plot 7F-2. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus – September 2011.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian. Ada dua jenis data yang diambil antara lain :

1. Data Primer

Data yang diperoleh berdasarkan hasil observasi (pengamatan langsung) di lapangan, wawancara dengan pihak yang berkaitan di perusahaan.

2. Data Sekunder

Data yang diperoleh berdasarkan keadaan perusahaan seperti data historis perusahaan, data *working time machine*, *purchase order*, *flow process* produk dan lain-lain.

PT. Progress Diecast menerapkan sistem *make to order*, dimana setiap produk yang dipesan oleh konsumen bersifat *general flow shop*. Untuk menyelesaikan masalah penjadwalan dengan kriteria sistem produksi pada PT. Progress Diecast, maka data yang diperlukan antara lain :

1. Data permintaan produk selama 1 bulan.
2. Data aliran proses atau *flow chart* setiap produk.
3. Data waktu baku / waktu siklus dan waktu *set up* dari setiap proses atau mesin pada setiap produk.

Analisis dan Pengolahan Data

Penjadwalan dengan membandingkan *mean flow time* dan *makespan* yang didapat dari penjadwalan menggunakan metode FIFO, Campbell, Dudek, dan Smith dan metode Algoritma Genetika. Bagan alir metode Algoritma Genetik dapat dilihat pada Gambar 1.

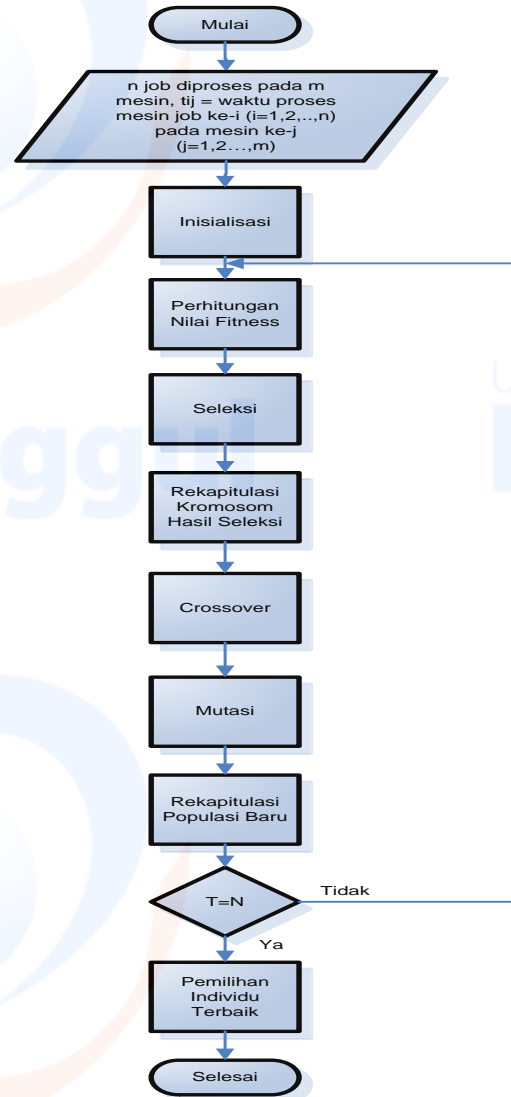
Hasil akhir pengolahan data selanjutnya akan dianalisis yang meliputi penjadwalan pada PT. Progress Diecast, penjadwalan menggunakan metode Campbell, Dudek, and Smith dan metode Algoritma Genetika.

Analisis dan Pembahasan Waktu siklus pekerjaan

Pengolahan data awal yaitu menghitung durasi pengerjaan produk pada setiap proses-prosesnya seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.1. Terdapat 26 pekerjaan yang harus diselesaikan dengan waktu siklus pengerjaan pada masing-masing proses seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Hasil Penjadwalan Produksi Aktual

Penjadwalan produksi aktual pada PT. Progress Diecast adalah menggunakan aturan FIFO (*First In First Out*) atau FCFS (*First Come First Serve*). Prinsip penjadwalan produksi dengan FIFO adalah mengerjakan pesanan berdasarkan pemesanan yang pertama dan selanjutnya. Berdasarkan metode FIFO, didapatkan nilai *makespan* 100.387 hari dan *mean flow time* 61.103 hari seperti yang terlihat pada Tabel 2.



Gambar 1
Metode Algoritma Genetika

Hasil Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell, Dudek and Smith (CDS)

Penjadwalan dengan metode CDS dipilih sebagai pembanding karena metode ini merupakan salah satu alternatif metode penjadwalan yang optimal berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya. Hasil iterasi terakhir dari perhitungan dengan metode CDS dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, terdapat 3 urutan pengerjaan pesanan yang mempunyai ukuran *makespan* terkecil yaitu pada iterasi ke-2, ke-5, dan ke-6. Nilai *Makespan* yang diperoleh adalah sebesar 84.472 hari yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan yang didapat dengan metode FIFO. Namun demikian, kelemahan dari metode CDS adalah metode ini dimodelkan hanya untuk mencari nilai *makespan*.

Tabel 1
Data Waktu Proses Tiap Produk pada Tiap Proses

Job Order	Jumlah Pemesanan	Cavity	Waktu Siklus (Hari / Pcs)						Visual inspection
			Casting I	Casting II	Deburring	Shotblas-ting	Reaming	Washing	
1	34512	2	6.033	0	3	1.081	0	0	4.674
2	34608	2	6.05	0	3	1.084	0	0	4.687
3	45504	2	7.942	0	3	1.424	0	0	6.162
4	45568	2	7.953	0	3	1.426	0	0	6.171
5	9600	2	1.708	0	3	0.302	1.433	0.07	1.3
6	9600	2	1.708	0	3	0.302	1.433	0.07	1.3
7	5664	2	1.025	0	3	0.179	0.846	0.067	0.767
8	5664	2	1.025	0	3	0.179	0.846	0.067	0.767
9	10080	2	0	0.392	3	0.317	1.505	0.07	1.365
10	10080	2	0	0.392	3	0.317	1.505	0.07	1.365
11	480	2	0	0.058	3	0.017	0	0	0.065
12	456	1	0	0.058	3	0.016	0	0	0.062
13	3120	2	0	0.15	3	0.1	0	0	0.423
14	3048	1	0	0.148	3	0.097	0	0	0.413
15	3072	1	0	0.148	3	0.098	0	0	0.416
16	1980	1	0	0.11	3	0.064	0	0	0.268
17	3072	2	0	0.148	3	0.098	0	0	0.416
18	1980	2	0	0.11	3	0.064	0	0	0.268
19	14232	1	0	0.536	3	0.447	2.125	0.073	1.927
20	14280	2	0	0.538	3	0.448	2.132	0.074	1.934
21	2568	1	0	0.131	3	0.082	0.383	0.064	0.348
22	2640	2	0	0.133	3	0.085	0.394	0.065	0.358
23	9648	1	0	0.377	3	0.304	1.441	0.07	1.307
24	9720	2	0	0.379	3	0.306	1.451	0.07	1.316
25	10512	1	0	0.407	3	0.331	1.57	0.071	1.424
26	10560	2	0	0.408	3	0.332	1.577	0.071	1.43

Tabel 2
Penjadwalan Menggunakan Metode FIFO

FIFO Job	Mesin (hari)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	6.033	6.033	9.033	10.114	10.114	10.114	14.787
2	12.083	12.083	15.083	16.167	16.167	16.167	20.853
3	20.025	20.025	23.025	24.449	24.449	24.449	30.611
4	27.978	27.978	30.978	32.404	32.404	32.404	38.575
5	29.686	29.686	33.978	34.290	35.713	35.783	37.083
6	31.394	31.394	36.978	37.280	38.713	38.783	40.083
7	32.419	32.419	39.978	40.157	41.003	41.069	41.836
8	33.444	33.444	42.978	43.157	44.003	44.069	44.836
9	33.444	33.836	45.978	46.295	47.800	47.870	49.235
10	33.444	34.228	48.978	49.295	50.800	50.870	52.235
11	33.444	34.296	51.978	51.995	51.995	51.995	52.060
12	33.444	34.344	54.978	54.994	54.994	54.994	55.056
13	33.444	34.494	57.978	58.077	58.077	58.077	58.500
14	33.444	34.641	60.978	61.075	61.075	61.075	61.488
15	33.444	34.789	63.978	64.076	64.076	64.076	64.492
16	33.444	34.900	66.978	67.042	67.042	67.042	67.310
17	33.444	35.048	69.978	70.076	70.076	70.076	70.492
18	33.444	35.159	72.978	73.042	73.042	73.042	73.310
19	33.444	35.694	75.978	76.425	78.550	78.623	80.550
20	33.444	36.232	78.978	79.426	81.558	81.632	83.565
21	33.444	36.363	81.978	82.06	82.444	82.508	82.856
22	33.444	36.496	84.978	85.062	85.457	85.521	85.879
23	33.444	36.873	87.978	88.281	89.722	89.792	91.098
24	33.444	37.252	90.978	91.284	92.735	92.805	94.121
25	33.444	37.659	93.978	94.308	95.878	95.948	97.372
26	33.444	38.067	96.978	97.31	98.887	98.957	100.387

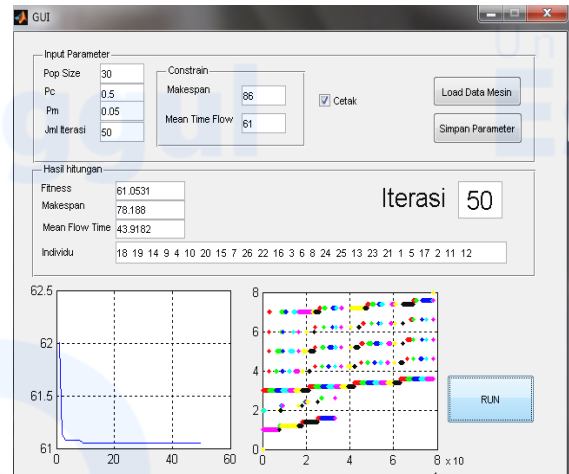
Tabel 3
Rangkuman Penjadwalan Dengan Metode CDS

Iterasi	Makespan	Urutan Pengerjaan Pesanan
1	84.644	9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-4-3-2-1-5-6-7-8
2	84.472	12-11-16-18-21-22-14-15-17-13-23-24-9-10-25-26-19-20-4-3-2-1-5-6-7-8
3	91.040	19-20-4-3-2-1-26-25-9-10-24-23-5-6-7-8-22-21-13-15-17-14-16-18-11-12
4	91.040	19-20-4-3-2-1-26-25-9-10-24-23-5-6-7-8-22-21-13-15-17-14-16-18-11-12
5	84.472	12-11-16-18-14-15-17-13-21-22-23-24-9-10-25-26-19-20-4-3-2-1-5-6-7-8
6	84.472	12-11-16-18-14-15-17-13-21-22-23-24-9-10-25-26-19-20-4-3-2-1-5-6-7-8

na setiap parameter mempunyai 4 level. Berikut adalah parameter beserta levelnya :

1. Jumlah iterasi : 50, 100, 500, dan 750.
2. Jumlah populasi : 50, 100, 150 dan 200.
3. Peluang *crossover* : 0.2, 0.45, 0.65 dan 0.8.
4. Peluang mutasi : 0.01, 0.05, 0.07 dan 0.0.9.

Tampilan GUI dari program MATLAB dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2
Tampilan GUI dari MATLAB

Berdasarkan hasil wawancara dengan pengambil keputusan di PT. Progress Diecast, yang ingin diminimumkan dalam penjadwalan produksi adalah Makespan dan Flow time. Dengan memberikan bobot yang sama untuk kedua kriteria tersebut, dan makespan tidak boleh melewati 86 hari serta *flow time* kurang atau sama dengan 61 hari, maka persoalan penjadwalan di PT. Progress Diecast dapat dimodelkan sebagai persoalan multi objektif programming dan diselesaikan dengan metode pembobotan, sehingga didapatkan model penjadwalan sebagai berikut :

$$\text{Minimasi } fitness = 0.5 * (\max\{C_j\} + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j) \quad (4.1)$$

Terhadap:

$$\max\{C_j\} \leq 86 \text{ hari} \quad (4.2)$$

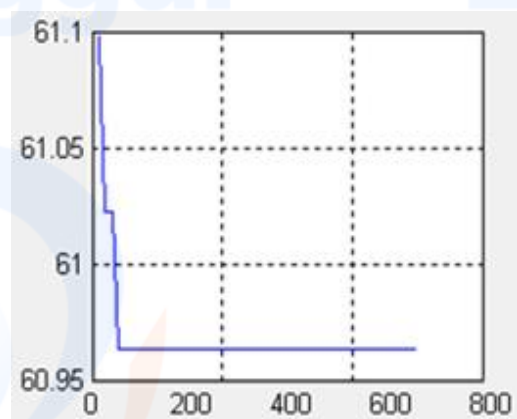
$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j \leq 61 \text{ hari} \quad (4.3)$$

$$1 \leq j \leq 26, j \in \text{integer} \quad (4.4)$$

Nilai optimal dengan metode Algoritma Genetika dipengaruhi oleh parameter-parameter antara lain: jumlah iterasi, jumlah populasi, peluang *crossover*, dan peluang mutasi. Oleh sebab itu, perlu dilakukan *trial and error* untuk mendapatkan nilai yang optimal. *Trial and error* yang dilakukan adalah mengkombinasi parameter-parameter, dima-

Trial and error yang dilakukan 3 kali untuk setiap kombinasi kemudian memilih *fitness* terbaik. Hasil *trial and error* menunjukkan bahwa *fitness* terkecil adalah 60.9628 hari.

Fitness tersebut mempunyai nilai *makespan* 78.136 hari, nilai *mean flow time* 43.7897 hari, dan urutan pengerjaan 11 - 21 - 17 - 24 - 7 - 15 - 23 - 3 - 14 - 8 - 13 - 9 - 1 - 22 - 10 - 26 - 2 - 20 - 6 - 18 - 25 - 4 - 5 - 19 - 16 - 12. Grafik pencapaian *fitness* yang optimal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3
Pencapaian *Fitness* Optimal

Hasil yang didapatkan dengan metode AG ini menghasilkan nilai *makespan* dan *flow time* yang paling minimum apabila dibandingkan dengan me-

tode FIFO dan Campbell, Dudek dan Smith (lihat Tabel 4). Selain itu, penjadwalan dengan metode AG juga menghasilkan keterlambatan penyelesaian pesanan terkecil yaitu 41 hari. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode Algoritma Genetika memberikan hasil yang terbaik untuk menyelesaikan masalah penjadwalan di PT. Progress Diecast .

Tabel 4
Rekapitulasi Hasil Akhir Penjadwalan

Metode	Makespan (Hari)	Mean flow time (Hari)	Keterlambatan (Hari)
FIFO	100.387	61.103	63
CDS	84.472	45.076	47
AG	78.136	43.7897	41

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa dapat disimpulkan sebagai berikut : (1) Penjadwalan aktual pada PT. Progress Diecast masih belum optimal. Hal ini terbukti dengan keterlambatan menyelesaikan pesanan selama 63 hari (2 bulan 3 hari). Ini mengakibatkan PT. Progress Diecast harus bekerja lembur atau menggunakan jasa subcontract untuk memenuhi pesanan; (2) Penjadwalan dengan metode Algoritma Genetika menghasilkan nilai *makespan* dan rata-rata *flow time* paling minimum yaitu 78.136 hari dan 43.7897 hari dengan urutan pengerjaan 11 - 21 - 17 - 24 - 7 - 15 - 23 - 3 - 14 - 8 - 13 - 9 - 1 - 22 - 10 - 26 - 2 - 20 - 6 - 18 - 25 - 4 - 5 - 19 - 16 - 12. Penjadwalan dengan metode Algoritma Genetika ini dapat mengurangi keterlambatan menjadi 1 bulan 11 hari, sehingga PT. Progress Diecast dapat menghemat biaya produksi yang lebih banyak dibandingkan metode FIFO maupun metode CDS; (3) Penggunaan *software* MATLAB dengan metode Algoritma Genetika dapat membantu PT. Progress Diecast dalam menemukan penjadwalan produksi yang optimal.

Daftar Pustaka

- Away, Gunaidi A. “*The Shortcut of MATLAB Progaming*”. INFORMATIKA. Bandung. 2006
- Baker, K.R. “*Introduction to Sequencing and Scheduling*”, New York: John Wiley & Sons Inc. New York. 1974
- Bedworth. David, D. & Bailey, J.E. “*Integrated Production Control Systems*”, John Wiley and Sons. Inc. New York. 1987

Cheng, R. & Gen, M. “*Genetic Algorithm and Engineering Design*”. New York, USA: John Wiley & Sons. New York. 1997

Marleen, Tatiana. “Penjadwalan Produksi Dengan Metode Algoritma Genetika (Studi Kasus : PT. Mulia Knitting Factory., Jakarta)”, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, UNIKA Atma Jaya, Jakarta. 2010

Njotowidjojo, Yoko. “Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika, Algoritma Heuristic Rajendran, dan Algoritma Heuristik Ho dan Chang di PT.Bintang Adyapastikaglass”. Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra. Surabaya. 2003

Permatasari, Meita. “Usulan Penjadwalan Produksi dengan Metode Ant Colony Optimization Untuk Minimasi Makespan dan Mean Flow Time (Studi Kasus : PT. Kabelindo Murni Tbk ., Jakarta)”, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, UNIKA Atma Jaya, Jakarta. 2009

Satriawan, Nedi. “Penjadwalan Produksi Flow Shop Menggunakan Algoritma Genetika dan NEH”. Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. 2010