

Usulan penjadwalan flowshop dengan pendekatan algoritma tabu search dan algoritma genetika di PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi

by Lina Gozali

Submission date: 12-Apr-2021 01:22PM (UTC+0700)

Submission ID: 1556866244

File name: viktor.pdf (666.13K)

Word count: 4065

Character count: 24857

Jurnal Ilmiah

TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan Teknik dan Manajemen Industri

Peningkatan kinerja mesin dengan pengukuran nilai Oee pada Departemen *Forging* di PT. AAP

Ahmad, Iwan A. Soenandi dan Christine Aprilia

Usulan Perencanaan kebutuhan bahan baku di PT. KMT

Iveline Anne Marie, Silvi Ariyanti dan Monika Tangel

Usulan perbaikan kualitas dengan penerapan metode six sigma dan FMEA pada proses produksi *roller conveyor* MBC di PT XYZ

Lithrone Laricha, Rosehan dan Cynthia

Perancangan ergonomis tempat tidur rumah sakit

Iwan A. Soenandi, Meriastuti Ginting dan Budi Marpaung

Manajemen sistem kerja untuk peningkatan kinerja karyawan PT. CP

Delvis Agusman, Lithrone Laricha dan Metasilani

Usulan penjadwalan *flowshop* dengan pendekatan algoritma tabu *search* dan algoritma genetika di PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi

Lina Gozali, Andres dan Viktor Aditya

Masyarakat dan teknologi (Sebuah kajian tentang sosiologi industri)

Suharsono

Application of all-unit discount factor for perishable product replenishment in food manufacturing industry

Johan Oscar Ong

Analisis *line balancing* produk sandal dengan metoda heuristik

Popy Yuliarty dan Arip Mustakim

JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan Teknik dan Manajemen Industri

Penanggung Jawab:

Ketua Program Studi Teknik Industri

Ketua Penyunting:

Dr. Adianto, M.Sc

Penyunting Ahli:

Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel (Universitas Indonesia)
Prof. Dr. Ir. Budi Santosa (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo (Universitas Islam Indonesia)
Dr. Ir. Iftikar Z. Sitalaksana (Institut Teknologi Bandung)
Dr. Budi Hartono, B.Eng., MPM (Universitas Gadjah Mada)
Dr. Ir. Eddy Herjanto, SE., M.Si (Departemen Pertahanan)
Dr. Lamto Widodo, ST., MT (Universitas Tarumanagara)
Dr. Agustinus Purna Irawan, ST., MT (Universitas Tarumanagara)

Penyunting Pelaksana:

I Wayan Sukania, ST., MT
Ir. Silvi Ariyanti, M.Sc
Wilson Kosasih, ST., MT

Redaktur Pelaksana:

Endro Wahyono
Guntur Arriadi

Alamat Redaksi:

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta 11440
Telp. (021) 5663124, 5672548, 5638335 Fax. (021) 5663277
e-mail: industri@tarumanagara.ac.id

Jurnal Ilmiah Teknik Industri adalah Jurnal Ilmiah sebagai wadah pengembangan bidang ilmu Teknik dan Manajemen Industri, berisi hasil kajian dan penelitian dari dosen, peneliti, serta praktisi industri. Jurnal Ilmiah Teknik Industri diterbitkan oleh Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara Jakarta, dalam waktu 1 (satu) tahun terbit 3 (tiga) kali pada bulan Februari, Juni dan Oktober. Redaksi menerima naskah jurnal dengan format penulisan sebagaimana tercantum pada halaman dalam sampul belakang.

EDITORIAL

Segala puji hanya milik Tuhan Yang Maha Esa, atas kasih karuniaNya pada kesempatan ini kami, Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara Jakarta dapat menerbitkan Jurnal Ilmiah Teknik Industri Volume 1 Nomor 2, Juni 2013. Penerbitan edisi kedua ini dapat tercapai dengan tepat waktu atas kerja keras segenap penyunting, penyunting ahli, penyunting pelaksana serta redaktur pelaksana. Atas dedikasi yang tinggi tersebut kami ucapkan penghargaan dan terima kasih. Kepada para penulis, atas sumbangan tulisan ilmiahnya, kami sampaikan juga ungkapan terima kasih, semoga dapat memberikan manfaat kepada penulis, institusi, pengembangan keilmuan, pemerhati, industri, serta masyarakat khususnya yang terkait dalam bidang teknik dan manajemen industri.

Jurnal Ilmiah Teknik Industri edisi kedua, Volume 1. Nomor 2, Juni 2013 memuat berbagai artikel ilmiah meliputi Manajemen Manufaktur, Sistem Pengendalian Bahan Baku, Manajemen Kualitas, Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi, Pengukuran Kinerja, Penjadwalan Mesin, Keseimbangan Lini, Manajemen Sumber Daya Manusia, serta Kajian Sosiologi Industri.

Harapan kami, semoga pada edisi berikutnya, jurnal ini dapat terbit dengan mempertahankan ketepatan waktu, perbaikan kualitas tulisan serta dapat sampai kepada seluruh sidang pembaca dengan tepat. Segala kritik membangun sangat diharapkan dan mohon dikirimkan melalui alamat email redaksi, insya Allah akan menjadi perhatian untuk senantiasa berusaha memperbaiki jurnal ini. Kepada seluruh kolega Teknik dan Manajemen Industri, kami senantiasa mengundang untuk mengirimkan naskah jurnal ilmiahnya dengan format sesuai panduan yang dapat dilihat pada halaman sampul belakang jurnal.

Jakarta, Juni 2013
Hormat Kami

Redaksi

DAFTAR ISI

Editorial

Daftar Isi

1. Peningkatan kinerja mesin dengan pengukuran nilai OEE pada Departemen *Forging* di PT. AAP
Ahmad, Iwan A. Soenandi dan Christine Aprilia67 – 74
2. Usulan Perencanaan kebutuhan bahan baku di PT. KMT
Iveline Anne Marie, Silvi Ariyanti dan Monika Tangel 75 – 85
3. Usulan perbaikan kualitas dengan penerapan metode six sigma dan FMEA pada proses produksi *roller conveyor* MBC di PT XYZ
Lithrone Laricha, Rosehan dan Cynthia 86 – 94
4. Perancangan ergonomis tempat tidur rumah sakit
Iwan A. Soenandi, Meriastuti Ginting dan Budi Marpaung 95 – 102
5. Manajemen sistem kerja untuk peningkatan kinerja karyawan PT. CP
Delvis Agusman, Lithrone Laricha dan Metasilani 103 – 108
6. Usulan penjadwalan *flowshop* dengan pendekatan algoritma tabu *search* dan algoritma genetika di PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi
Lina Gozali, Andres dan Viktor Aditya 109 – 115
7. Masyarakat dan teknologi (Sebuah kajian tentang sosiologi industri)
Suharsono 116 – 121
8. Application of all-unit discount factor for perishable product replenishment in food manufacturing industry
Johan Oscar Ong 122 – 127
9. Analisis *line balancing* produk sandal dengan metoda heuristik
Popy Yularty dan Arip Mustakim 128 – 135

USULAN PENJADWALAN FLOWSHOP DENGAN PENDEKATAN ALGORITMA TABU SEARCH DAN ALGORITMA GENETIKA DI PT. SUPER METAL BANGKA JAYA ABADI

Lina Gozali, Andres dan Viktor Aditya

Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara

e-mail: ligoz@ymail.com

ABSTRAK

PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang casting metal. Dalam menjalankan proses produksinya, penjadwalan job yang dilakukan selama ini hanya berdasarkan urutan kedatangannya (*First Come First Served*) tanpa mempertimbangkan waktu proses sehingga sering terjadi keterlambatan pemenuhan pemesanan. Hal tersebut dapat mengakibatkan penambahan biaya operasional yang berhubungan dengan proses produksi baik itu tenaga kerja, fasilitas maupun operasional mesin dan ketidakmaksimalan produksi dapat terjadi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimasi waktu proses penyelesaian job adalah dengan melakukan penjadwalan produksi yang efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Algoritma Tabu Search serta Algoritma Genetika yang nantinya akan dibandingkan. Setelah dilakukan perhitungan, makespan perusahaan sebesar 854.893 detik dengan flow time 5.354.284 detik. Dari perhitungan metode Algoritma Tabu Search menghasilkan nilai yang paling optimal dengan makespan 725.067 detik dan flow time 4.567.595 detik dimana apabila dibandingkan dengan penjadwalan perusahaan terjadi penurunan makespan sebesar 15,12% dan flow time sebesar 14,69%.

Kata Kunci : Penjadwalan, Makespan, Algoritma Tabu Search, Algoritma Genetika.

ABSTRACT

PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi is a company that engaged in metal casting. The scheduling of production process is First Come First Serve (FCFS) without considering processing time so the delay often happened in order fulfillment. The result is a high additional operating cost, production process both labor and machine and can't achieve production target. The purpose of this research is to minimize the completion time of the job is to do effective production scheduling. The method used in this research is Tabu Search Algorithm and Genetic Algorithm that will be compared to search for the best method. After calculation, the company amounted to 854.893 seconds for makespan with for flow time 5.354.284 seconds. From the calculation, Tabu Search algorithms produces the best result with makespan time 725.067 seconds and for flow time 4.567.595 seconds so if it's compared to the company schedule the makespan reduced by 15,12% and for flow time reduced by 14,69%.

Keywords : Scheduling, Makespan, Tabu search Algorithm, Genetika Algorithm.

PENDAHULUAN

PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengecoran besi dan baja. Sistem manufaktur yang diikut oleh PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi adalah *make-to-order* dimana produk yang dihasilkan sesuai dengan keinginan pelanggan. Produk yang dijadikan bahan penelitian sebanyak 10 produk yaitu FCD Plat Siku, FCD Plat L, FC Pendulum, FC Mould Wayer Baking, FCD Union Hammer 4", FC Tapak Pasau, FCD Gigi Ø 225, FC Handle, FC Ladle Toshiba UK, FC Bushing. Produk dipilih karena merupakan produk yang sering dipesan dengan kuantitas yang cukup banyak.

Dalam menjalankan proses produksinya, penjadwalan job yang dilakukan selama ini hanya berdasarkan urutan kedatangannya (*First Come First Served*) tanpa mempertimbangkan waktu proses sehingga sering terjadi keterlambatan dalam pemenuhan pemesanan. Hal tersebut dapat mengakibatkan penambahan biaya operasional yang berhubungan dengan proses produksi baik itu tenaga kerja, fasilitas maupun operasional mesin dan ketidakmaksimalan produksi dapat terjadi.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimasi waktu proses penyelesaian job adalah dengan melakukan penjadwalan produksi yang efektif. PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi memerlukan suatu metode

penjadwalan produksi baru untuk memperbaharui metode lama, adapun pola aliran yang diterapkan di lantai produksi adalah *flowshop*. Ada beberapa metode dan algoritma yang dapat digunakan untuk meminimasi *makespan* dalam penjadwalan produksi.

Beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk meminimumkan *makespan* sebagai solusi awal antara lain algoritma *Branch & Bound*, algoritma *Campbell, Dudek, Smith* (CDS), algoritma *Nawaz Enscore and Ham* (NEH). Algoritma yang dewasa ini banyak digunakan sebagai solusi awal untuk meminimasi *makespan* adalah Algoritma *Nawaz Enscore and Ham*. Menurut E. Taillard pada tahun 1990, Algoritma NEH menghasilkan performansi yang lebih baik dibandingkan penjadwalan dengan algoritma lainnya[1]. Sedangkan untuk tahap lanjut dari solusi awal Algoritma NEH, dapat diteruskan dengan pendekatan *Tabu Search* dan Algoritma Genetika untuk mencari kemungkinan ditemukannya solusi lain diluar tingkat optimalisasi lokal atau mencari solusi yang optimal atau mendekati optimal serta memiliki lingkup pencarian solusi yang lebih luas.

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan, maka perlu dilakukan pembatasan masalah, yaitu proses produksi untuk masing-masing produk mengalami tahap pemrosesan mesin yang sama, semua mesin diasumsikan dalam keadaan normal, sumber daya yang digunakan seperti bahan baku, bahan pembantu, tenaga kerja dan peralatan diasumsikan selalu ada, waktu transportasi antar mesin di lantai produksi sangat singkat sehingga diabaikan, *job* tidak bersifat *pre-emptive*, *pre-emptive* adalah terjadinya interupsi untuk mengerjakan produk lain ditengah-tengah pengerjaan suatu produk.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan *makespan* perusahaan sebagai kriteria utama dan *flow time* perusahaan sebagai kriteria kedua dengan *makespan* dan *flow time* yang dihasilkan oleh metode tabu *search* dan algoritma genetika guna mempersingkat *makespan* perusahaan serta mengurangi waktu keterlambatan.

TINJAUAN PUSTAKA

Ada berbagai macam definisi penjadwalan, Vollman tahun 1979 mendefinisikan penjadwalan produksi sebagai pengaturan urutan kerja pengalokasian sumber baik waktu maupun fasilitas untuk setiap operasi yang harus diselesaikan[2]. Sedangkan menurut Conway tahun 2003, penjadwalan diartikan sebagai proses pengurutan pembuatan produk secara menyeluruh pada sejumlah mesin tertentu, pengurutan (*sequencing*) berarti pembuatan produk pada satu mesin tertentu[3].

Beberapa istilah penjadwalan, diantaranya adalah sebagai berikut [4]:

1. *ProcessingTime* (waktu proses) adalah perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas tertentu.
2. *Due date* (batas waktu) adalah batas waktu yang diberikan untuk menyelesaikan suatu tugas. Apabila tugas tersebut tidak terselesaikan hingga batas waktu yang ditentukan maka akan terjadi keterlambatan.
3. *Completion Time* (rentang waktu) adalah waktu dari mulai bekerja menyelesaikan tugas pertama ($t = 0$) sampai dengan tugas ke- n selesai.
4. *Lateness* (keterlambatan) adalah selisih waktu penyelesaian tugas dengan batas waktunya. Apabila tugas diselesaikan setelah batas waktu (*due date*) maka akan terjadi nilai keterlambatan positif, dan apabila sebaliknya akan terjadi nilai keterlambatan negatif.
5. *Slack* adalah suatu ukuran dari perbedaan antara waktu yang tersisa bagi suatu tugas untuk diselesaikan (*due date*) dengan waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya (*processing time*)
6. *Tardiness* adalah besarnya keterlambatan dari *job* I atau disebut juga *lateness* (keterlambatan) yang bernilai positif.
7. *Flow Time* adalah jangka waktu dimana suatu tugas mulai siap untuk diproses sampai dengan selesai diproses.
8. *Makespan* adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh tugas mulai dari tugas pertama hingga tugas yang terakhir.

9. *Critical Ratio* adalah perbandingan antara waktu yang masih tersisa hingga *due date* dengan waktu proses yang masih tersisa.

Algoritma *Tabu Search* merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Nawaz, E. Emory Enscore, Jr. dan Inyong Ham pada tahun 1983[5]. Algoritma ini dikemukakan bahwa pada pengurutan penjadwalan *flowshop*, dilakukan dengan pencarian secara kombinasi dengan kemungkinan urutan $n!$. Jika keseluruhan urutan telah didapat, maka minimum *total completion time* dapat diidentifikasi.

Algoritma ini didasarkan pada asumsi bahwa pekerjaan (*job*) dengan total waktu proses pada semua mesin yang lebih besar harus diberi prioritas lebih tinggi dibanding total waktu proses pada semua mesin yang lebih kecil. Kedua pekerjaan (*job*) dengan total proses yang paling besar dipilih dari sejumlah n pekerjaan (*job*). Kemudian cari urutan yang paling baik dari 2 variasi kemungkinan urutan pekerjaan (*job*) tersebut. Lalu pekerjaan (*job*) dengan urutan ketiga dari total proses yang paling besar digabungkan dengan urutan yang telah didapat pada perhitungan sebelumnya. Pekerjaan (*job*) tersebut diletakkan pada urutan awal, tengah dan akhir dari kombinasi sebelumnya. Kemudian cari urutan terbaik didapat dari hasil kombinasi ketiga pekerjaan (*job*) tersebut. Langkah ini diteruskan hingga keseluruhan pekerjaan (*job*) telah dikombinasi dan urutan terbaik ditemukan. Banyaknya perhitungan pada algoritma ini dinyatakan dengan:

$$\frac{n(n+1)}{2} - 1$$

dimana n adalah banyaknya *job* yang akan diurutkan.

Tabu search adalah sebuah metode optimasi yang berbasis pada *local search*. Proses pencarian bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya, dengan cara memilih solusi terbaik *neighbourhood* solusi sekarang (*current*) yang tidak tergolong solusi terlarang (*tabu*). Ide dasar dari algoritma *tabu search* adalah mencegah proses pencarian dari *local search* agar tidak melakukan pencarian ulang pada ruang solusi yang sudah pernah ditelusuri, dengan memanfaatkan suatu struktur memori

yang mencatat sebagian jejak proses pencarian yang telah dilakukan.

Sekarang kita dapat mendefinisikan karakteristik dari prosedur pencarian tabu dalam langkah-langkah berikut, antara lain:

1. Memilih solusi awal i dalam S . Tetapkan $i^*=i$ dan $k=0$
2. Tetapkan $k=k+1$ dan bangkitkan sebuah subset V^* dari solusi dalam $N(I,k)$ sehingga salah satu dari kondisi tabu ty yang melanggar ($\gamma=1,2,\dots,t$) atau setidaknya satu kondisi aspirasi ay yang memiliki ($\gamma=1,2,\dots,a$).
3. Pilih j terbaik melalui $j=ivm$ dalam V^* dan tetapkan $i=j$
4. Jika $f(i)<f(i^*)$ maka tetapkan $i^*=i$
5. Perbaharui kondisi Tabu dan aspirasi.
6. Jika kondisi berhenti ditemukan, maka proses dihentikan. Jika tidak, kembali ke langkah 2.

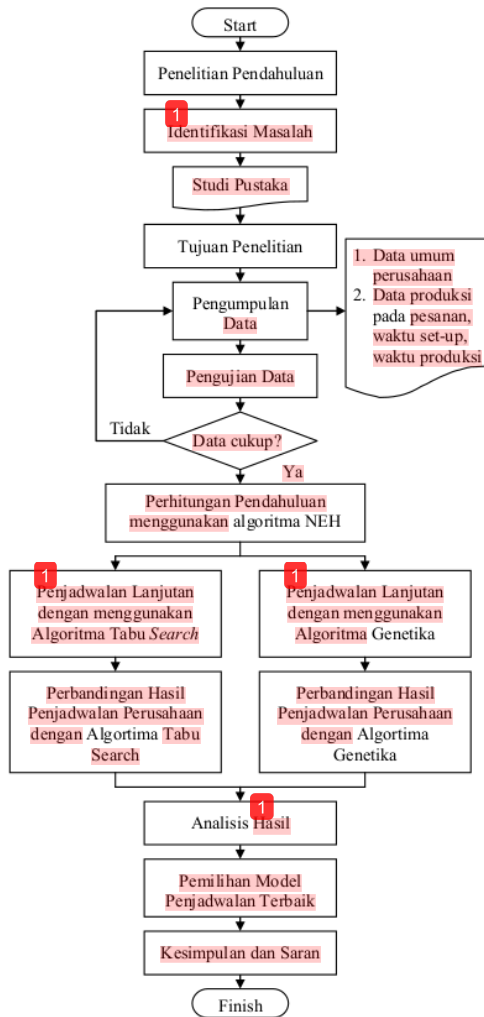
Algoritma Genetika adalah suatu algoritma yang didasarkan pada konsep evolusi dan perubahan gen pada makhluk hidup. Algoritma Genetika (AG) diciptakan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1975. Algoritma genetika adalah sebuah teknik yang bersifat stokastik dan berbasis pada ide evolusi dari seleksi alam dan genetika.

Adapun langkah-langkah dasar Algoritma Genetika adalah :

1. Membangkitkan inisialisasi awal dari populasi.
2. Mencari kesesuaian *fitness* dari populasi.
3. Pilih induk/*parent* dari populasi.
4. Lakukan kawin silang antara induk yang menghasilkan populasi.
5. Lakukan mutasi pada individu dalam populasi.
6. Mencari kesesuaian *fitness* dari populasi.
7. Buang individu-individu yang kurang baik.
8. Kembali ke No. 3

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung sebanyak 40 pengamatan untuk mendapatkan waktu siklus. Sebelum data waktu digunakan dalam penelitian, terlebih dahulu harus melalui serangkaian pengujian yaitu uji kenormalan data, uji keseragaman data, dan uji kecukupan data. Uji kenormalan data dilakukan dengan bantuan *software SPSS for Windows*, setelah data dinyatakan normal dilakukan uji keseragaman data dengan perhitungan subgroup. Apabila data waktu telah berada di area kendali, dilakukan uji kecukupan data dengan perhitungan manual. Apabila data telah dinyatakan cukup, maka data siklus diubah menjadi waktu normal dengan menggunakan metode *Westinghouse*, yaitu dengan cara mengalikan waktu siklus dengan besarnya rasio penyesuaian-penyesuaian. Setelah itu, waktu normal diubah menjadi waktu baku, dengan cara mengalikan waktu normal dengan rasio kelonggaran-kelonggaran. Waktu baku dan waktu proses keseluruhan *job* dapat dilihat pada Tabel 1.

Setelah waktu proses didapat, maka dilakukan perhitungan *makespan* perusahaan. Dari perhitungan didapatkan *makespan* sebesar 854.893 detik dengan *flow time* sebesar 5.354.284 detik. Perhitungan *makepan* perusahaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Waktu Baku dan Proses Keseluruhan *Job*

NO	Nama Produk	Jumlah Pesanan (pcs)	Waktu Baku	Waktu Proses	Waktu Baku	Waktu Proses	Waktu Baku	Waktu proses	Waktu Baku	Waktu Proses
			<i>Pattern</i>	<i>Pattern</i>	<i>Mixing</i>	<i>Mixing</i>	<i>Molding</i>	<i>Molding</i>	<i>Coating</i>	<i>Coating</i>
1	FCD Plat Siku	50	6346	6346	226.8	2268	1220	60991	153	7640
2	FCD Plat L	75	7991	7991	226.8	3402	1419	106426	161	12074
3	FC Pendulum	60	7051	7051	226.8	2722	1377	82616	168	10107
4	FC Mould	90	6346	6346	226.8	4083	1225	110230	151	13569
5	Wayer FCD Union Hammer	50	6464	6464	226.8	2268	824	41211	98	4904
6	FV Tapak Pasau	40	8461	8461	226.8	1814	1345	53800	104	8177
7	FCD Gigi ø 225	20	6581	6581	226.8	907	729	14581	77	1549
8	FC Handle	100	10577	10577	226.8	4536	1644	164433	191	19106
9	FC Ladle	30	12692	12692	226.8	1361	1317	39508	160	4808
10	FC Bushing	20	8461	8461	226.8	907	648	12962	85	1690

Lanjutan Tabel 1. Waktu Baku dan Proses Keseluruhan *Job*

NO	Waktu Baku <i>Drying</i>	Waktu Proses <i>Drying</i>	Waktu Baku <i>Casting</i>	Waktu Proses <i>Casting</i>	Waktu Baku <i>Shotblast</i>	Waktu Proses <i>Shotblast</i>	Waktu Baku <i>Return</i>	Waktu Proses <i>Return</i>	Waktu Baku <i>Finishing</i>	Waktu Proses <i>Finishing</i>
1	117	5867	15	758	900	9000	11	570	552	27625
2	129	9641	13	946	900	13500	12	883	404	30301
3	137	8232	15	925	900	10800	12	690	637	38205
4	119	10720	14	1224	900	16200	11	1019	902	81179
5	77	3872	11	573	900	9000	11	544	596	29795
6	171	6825	18	739	900	7200	14	555	915	36611
7	55	1109	10	206	900	3600	11	213	725	14503
8	160	15961	15	1480	900	18000	16	1614	1271	127102
9	118	3542	12	365	900	5400	11	326	571	17136
10	63	1258	10	205	900	3600	10	208	637	12747

Tabel 2. Perhitungan *Makespan* Perusahaan

Job	<i>Pattern</i>		<i>Mixing</i>		<i>Moulding</i>		<i>Coating</i>		<i>Drying</i>	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
1	0	6346	6346	8614	7460	68451	68451	76090	76090	81958
2	6346	14337	14337	17740	68451	174877	174877	186951	186951	196592
3	14337	21389	21389	24110	174877	257493	257493	267600	267600	275832
4	21389	27735	27735	31817	257493	367723	367723	381291	381291	392012
5	27735	34198	34198	36466	367723	408934	408934	413838	413838	417710
6	34198	42660	42660	44474	408934	462733	462733	470910	470910	477735
7	42660	49241	49241	50148	462733	477314	477314	478863	478863	479972
8	49241	59818	59818	64354	477314	641747	641747	660853	660853	676814
9	59818	72510	72510	73871	641747	681255	681255	686063	686063	689605
10	72510	80971	80971	81879	681255	694218	694218	695908	695908	697166

Lanjutan Tabel 2. Perhitungan *Makespan* Perusahaan

Job	<i>Casting</i>		<i>Shotblast</i>		<i>Return</i>		<i>Finishing</i>	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
1	81958	82715	82715	91715	91715	92285	92285	119910
2	196592	197538	197538	211038	211038	211921	211921	242222
3	275832	276757	276757	287557	287557	288247	288247	326451
4	392012	393236	393236	409436	409436	410456	410456	491635
5	417710	418283	418283	427283	427283	427827	427827	521430
6	477735	478474	478474	485674	485674	486229	486229	558041
7	479972	480178	480178	489274	489274	489487	489487	572545
8	676814	678294	678294	696294	696294	697908	697908	825010
9	689605	689970	689970	701694	701694	702020	702020	842146
10	697166	697371	697371	705294	705294	705502	705502	854893
<i>Makespan</i>								854893
<i>Flow time</i>								5354284

Perhitungan dilakukan dengan cara memulai perhitungan dari *job 1* proses *pattern* pada waktu 0 detik, lalu tambahkan dengan waktu proses *pattern* sebesar 6346 detik sehingga *job 1* akan selesai di proses *pattern* pada 6346 detik. Perhitungan ini dilakukan hingga proses *finishing*. Lalu lanjutkan dengan *job 2*, *job 2* dimulai pada detik 6346, dikarenakan baru pada detik tersebutlah proses *pattern* dapat melakukan *job* berikutnya, lalu tambahkan dengan waktu proses *pattern* *job 2* sehingga waktu menjadi 14337 detik. Lakukan perhitungan hingga seluruh *job* selesai dihitung.

Setelah *makespan* perusahaan didapatkan, lakukan perhitungan metode Nawaz, Enscore, dan Ham (NEH) sesuai dengan langkah-langkah yang terdapat pada kajian pustaka. Hasil perhitungan NEH didapat setelah dilakukan 9 iterasi, dan didapat hasil *makespan* sebesar 725.607 detik dan *flow time* sebesar 4.926.770 detik. Hasil urutan terbaik iterasi 9 dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari perhitungan NEH, didapatkan solusi awal untuk algoritma *tabu search* yaitu urutan *job 7-5-8-3-4-2-6-1-9-10* dan solusi awal untuk algoritma genetika yaitu urutan *job 7-5-8-3-4-2-*

6-1-9-10 sebagai sub-populasi 1 dan urutan *job* 7-10-5-8-3-4-2-6-1-9.

Setelah itu, dilakukan perhitungan algoritma *tabu search* sesuai dengan langkah-langkah pada tinjauan pustaka. Setelah dilakukan perhitungan sebanyak 7 iterasi

didapatkan hasil *makespan* sebesar 725.607 detik dan *flow time* 4.567.595 detik dengan urutan 7-5-6-3-8-4-2-1-9-10. Tabu list algoritma *tabu search* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Urutan Terbaik Iterasi 9 Metode NEH

Iterasi 7-5-8-3-4-2-6-1-9-10										
Job	Pattern		Mixing		Moulding		Coating		Drying	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
7	0	6581	6581	7488	7488	22069	22069	23618	23618	24727
5	6581	13045	13045	15313	15313	63280	63280	68184	68184	72056
8	13045	23622	23622	28158	28158	227713	227713	246819	246819	262780
3	23622	30673	30673	33394	33394	310329	310329	320436	320436	328668
4	30673	37019	37019	41101	41101	420559	420559	434128	434128	444848
2	37019	45010	45010	48412	48412	526985	526985	539059	539059	548700
6	45010	53472	53472	55286	55286	580785	580785	588962	588962	595787
1	53472	59818	59818	62086	62086	641776	641776	649415	649415	655283
9	59818	72510	72510	73871	73871	681284	681284	686092	686092	689634
10	72510	80971	80971	81879	81879	694246	694246	695936	695936	697194

Lanjutan Tabel 3. Urutan Terbaik Iterasi 9 Metode NEH

Iterasi 7-5-8-3-4-2-6-1-9-10								
Job	Casting		Shotblast		Return		Finishing	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
1	24727	24933	24933	28533	28533	28746	28746	43249
2	72056	72629	72629	81629	81629	82173	82173	111968
3	262780	264260	264260	282260	282260	283874	283874	410976
4	328668	329593	329593	340393	340393	341083	341083	449181
5	444848	446073	446073	462273	462273	463292	463292	544471
6	548700	549646	549646	563146	563146	564029	564029	594330
7	595787	596526	596526	603726	603726	604281	604281	640892
8	655283	656040	656040	665040	665040	665610	665610	693235
9	689634	689999	689999	695399	695399	695724	695724	712860
10	697194	697399	697399	700999	700999	701207	701207	725607
								Makespan 725607
								Flow time 4956770

Tabel 4. Tabu List Algoritma *Tabu Search*

Makespan	725607	725607	725607	725607	725607	725607	725607	725607
Flow time	4567595	4580187	4567595	4651674	4645384	4700837	4816894	4926770
Swap 6-5		Swap 5-6	Swap 4-3	Swap 2-3	Swap 8-4	Swap 3-6	Swap 8-3	

Lakukan perhitungan paralel dengan algoritma genetika sesuai dengan langkah-langkah yang tercantum pada tinjauan pustaka. Dari hasil perhitungan algoritma genetika yang berjumlah NGEN=5 didapatkan *flow time* sebesar 725.607 detik dan *flow time* sebesar 4.596.411 detik. Hasil perhitungan generasi 5 algoritma genetika dapat dilihat pada Tabel 5.

Setelah pengolahan data selesai dilakukan, lakukan perbandingan antara algoritma *tabu search*, algoritma genetika dan

penjadwalan perusahaan, manakah yang menghasilkan urutan yang terbaik. Perbandingan algoritma *tabu search*, algoritma genetika dan penjadwalan perusahaan dapat dilihat pada Tabel 6.

Metode terbaik merupakan Algoritma *Tabu Search* yang menghasilkan penurunan *makespan* sebesar 15,12% dan *flow time* sebesar 14,69% dibandingkan dengan penjadwalan perusahaan.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Generasi 5

Subpopulasi I		MS	FT	Subpopulasi		MS	FT
1	7-5-3-6-8-4-2-1-9-10	725607	4596411	1	7-10-5-3-8-4-2-6-1-9	725822	4250980
2	7-5-3-8-4-2-6-1-9-10	725607	4816894	2	7-10-5-3-8-4-2-6-1-9	725822	4250980
3	7-3-5-8-6-4-2-1-9-10	725607	4835342	3	7-10-5-8-6-3-4-2-1-9	725822	4311762
4	7-5-4-8-3-2-6-1-9-10	725607	4900181	4	7-10-5-8-3-6-4-2-1-9	725822	4313356
5	7-5-8-3-4-2-1-6-9-10	725607	4908125	5	7-10-5-8-3-6-4-2-1-9	725822	4313356
6	7-5-8-4-3-2-6-1-9-10	725607	4955634	6	7-10-5-8-3-4-2-6-1-9	725822	4360856
7	7-4-5-8-3-2-6-1-9-10	725607	5033009	7	7-5-10-8-3-4-2-6-1-9	725822	4416613
8	7-8-5-3-4-2-6-1-9-10	725607	5161736	8	7-10-8-5-3-4-2-6-1-9	725822	4595823
9	7-10-5-8-3-6-4-2-1-9	725822	4313356	9	7-4-10-5-8-3-2-6-1-9	725822	4666879
10	7-5-1-8-3-4-2-6-9-10	731765	4726535	10	7-10-5-8-3-4-2-6-9-1	745705	4339373

Tabel 6. Perbandingan Algoritma *Tabu Search*, Algoritma Genetika dan Penjadwalan Perusahaan

Metode	Urutan Job	Makespan	Flow time
Algoritma <i>Tabu Search</i>	7-5-6-3-8-4-2-1-9-10	725.607	4.567.595
Algoritma Genetika	7-5-3-6-8-4-2-1-9-10	725.607	4.596.411
Penjadwalan Perusahaan	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	854.893	5.354.284

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian yang dilakukan pada PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi. Sistem penjadwalan perusahaan yang menganut sistem *First Come First Serve* (FCFS) tidak menghasilkan sistem penjadwalan yang optimal terbukti dari seringnya terjadi keterlambatan dikarenakan sistem penjadwalan tersebut hanya melihat urutan kedatangan order tanpa karakteristik optimalitas. Sistem penjadwalan awal perusahaan dengan metode FCFS menghasilkan *makespan* sebesar 854.893 detik dan *flow time* sebesar 5.354.284 detik.

Setelah perhitungan dilakukan, didapatkan metode terbaik merupakan algoritma *tabu search* yang menghasilkan *makespan* sebesar 725.607 detik dan *flow time* sebesar 4.567.595 detik dengan urutan 7-5-6-3-8-4-2-1-9-10. Dengan menghasilkan penurunan *makespan* sebesar 15,12% dan *flow time* sebesar

14,69 % dibandingkan dengan penjadwalan perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Taillard. 1990. *Some Efficient Heuristic Methods for the Flow Shop Sequencing Problem*. European Journal of Operational Research.
- [2] Vollman, Thomas. (1979). *Master Production Scheduling: Principles and Practices*. America: American Production and Inventory Control Society
- [3] Conway, Richard. (2003). *Theory of Scheduling*. New York: Dover Publications.
- [4] Prasetya, Hery. (2009). *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Media Pressindo.
- [5] Santosa, Budi., Willy, Paul. 2007. *Metode Metaheuristik, Konsep dan Implementasi*. Jakarta: Graha Widya

Usulan penjadwalan flowshop dengan pendekatan algoritma tabu search dan algoritma genetika di PT. Super Metal Bangka Jaya Abadi

ORIGINALITY REPORT

16%	16%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	journal.tarumanagara.ac.id	16%
	Internet Source	

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 10%
Exclude bibliography	On		