

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga Laporan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik. Dalam pembuatan laporan skripsi ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Secara khusus ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, yang telah member motivasi, ilmu, serta arahan kepada penulis.
2. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Sektaris Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, yang telah memberi motivasi, ilmu dan arahan kepada penulis dan selaku Dosen Pembimbing I yang selalu sabar memberikan arahan, kritik dan saran yang membangun dalam menyusun skripsi ini.
3. Ibu Ceria Farela Mada Tantrika, ST., MT.. selaku Dosen Pembimbing II yang telah dengan sabar membantu penulis, memberikan banyak saran dan masukan yang bermanfaat.
4. Bapak dan Ibu dosen pengamat/penguji pada Seminar Proposal, Seminar Hasil, dan Ujian Komprehensif atas saran dan masukannya, serta seluruh dosen Teknik Industri yang telah banyak mencurahkan ilmunya kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu karyawan PT Sahabat Rubber Industries, khususnya Direktur PT. Sahabat yaitu Bapak Hadi Gunanto, BE. dan seluruh karyawan Bagian produksi PT Sahabat yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengadakan penelitian dan membantu kelancaran penelitian.
6. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ahmad Sarbini Dalimunthe dan Ibu Masnelli Lubis yang selalu mendukung memotivasi dan mendoakan yang terbaik untuk penulis.
7. Kakak tercinta, Ka Rica yang selalu memberi motivasi untuk penulis.
8. Rekan-rekan seperjuangan Twin, Wisnu, Hafid, Khafid, Harry, Fariz, Rizky dan rekan-rekan lainnya yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan skripsi ini.

- repository.ub.ac.id
9. Teman-teman dari Armoco Nobi, Gajot, Kiben, Soang, Zahra dan teman-teman Armoco lainnya yang selalu memotivasi dengan cara yang unik (donyol) dan mendoakan yang terbaik untuk peneliti.
 10. Teman-teman dari UKM TEGAZS Universitas Brawijaya Sony, Hadyan, Amin, Tito, Nisa, Wika, Edo, Ivan, dan teman-teman UKM TEGAZS yang selalu mendukung dan mendoakan yang terbaik untuk peneliti.
 11. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2010 (INSURGENT) atas motivasi, dukungan, semoga kita bisa sukses bersama dan bermanfaat bagi masyarakat bangsa dan negara Indonesia.
 12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan oleh penulis yang selalu mendukung dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca terhadap skripsi yang telah penulis susun ini demi perbaikan untuk penyusunan laporan sejenis di masa yang akan datang.

Malang, September 2014

Penulis



DAFTAR ISI

	halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Batasan Masalah	6
1.7 Asumsi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Penjadwalan <i>Flowshop</i>	9
2.2.1 <i>Input</i> Penjadwalan Produksi	9
2.2.2 <i>Output</i> Penjadwalan Produksi	10
2.2.3 Notasi dan Istilah-Istilah Penjadwalan Produksi	10
2.2.4 Kriteria Evaluasi Penjadwalan	11
2.3 Pengukuran Waktu	12
2.3.1 Metode Jam Henti (<i>Stopwatch Time Study</i>)	13
2.3.2 Analisa Keseragaman Data	14
2.3.3 Analisa Kecukupan Data	14
2.3.4 <i>Performance Rating</i>	15

2.3.5	<i>Allowances</i>	16
2.3.5	Waktu Normal dan Waktu Baku	18
2.4	Metode <i>Priority Dispatching Rule</i> Untuk Penjadwalan Produksi	18
2.4.1	<i>Metode Longest Processing Time (LPT)</i>	19
2.4.2	<i>Shortest Processing Time (SPT)</i>	19
2.5	Algoritma Nawaz, Enscore, dan Ham (NEH)	19
2.6	Metode Pengujian Penjadwalan Heuristik	21
2.7	<i>Gantt Chart</i>	21

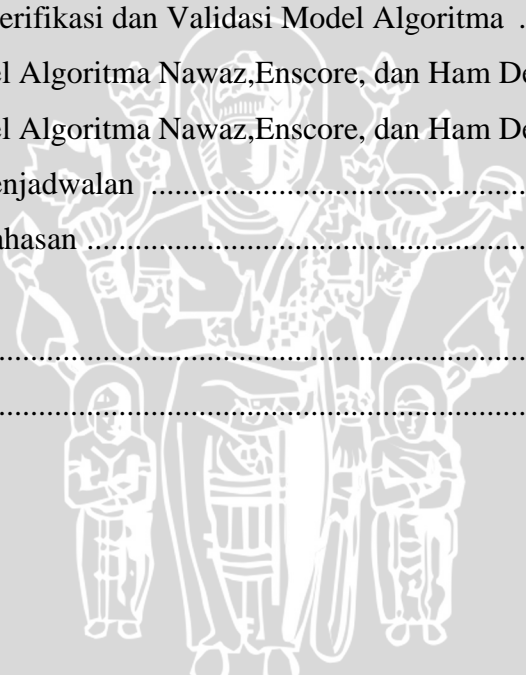
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	22
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3	Langkah-Langkah Penelitian	22
3.4	Diagram Alir Penelitian	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Deskripsi Umum Perusahaan	26
4.1.1	Profil Perusahaan	26
4.1.2	Tujuan Perusahaan	27
4.1.3	Struktur Organisasi	27
4.1.4	Data Permintaan Produk	27
4.1.5	Data Jenis Mesin	28
4.1.6	Aliran Proses Produksi	28
4.1.7	Struktur Produk (<i>Bill of Material</i> Produk)	29
4.2	Proses Produksi PT.Sahabat Rubber Industries	30
4.3	Data Waktu Siklus di Setiap Stasiun Kerja	32
4.3.1	Pengamatan Pendahuluan	32
4.3.2	Pengukuran Waktu Siklus Proses	35
4.3.3	Uji Kecukupan Data	35
4.3.4	Uji Keseragaman Data	36
4.3.5	<i>Rating Factor</i>	38
4.3.6	<i>Allowances</i>	38
4.3.7	Waktu Siklus	40
4.3.8	Waktu Normal	40
4.3.9	Waktu Baku	41
4.3.10	Waktu <i>Setup</i> dan Waktu Transportasi	41

4.3.11 Waktu Proses, Waktu <i>Setup</i> dan Waktu Transportasi.....	42
4.4 Skenario Pengembangan Model Nawaz, Enscore, dan Ham	42
4.4.1 Notasi dan Definisi	43
4.4.2 Model Penjadwalan	45
4.4.3 Asumsi Pemodelan	48
4.4.4 Model Pengembangan Algoritma Penjadwalan NEH	48
4.4.5 Pengembangan Algoritma Penjadwalan NEH.....	49
4.4.5.1 <i>Allocation Model</i>	49
4.4.5.2 <i>Sequencing Model</i>	50
4.5 Verifikasi dan Validasi Model	54
4.5.1 Set Data Pengujian	55
4.5.2 Urutan dan Waktu Proses	56
4.5.3 Hasil Uji Verifikasi dan Validasi Model Algoritma	58
4.5.4 Hasil Model Algoritma Nawaz,Enscore, dan Ham Dengan SPT	61
4.5.5 Hasil Model Algoritma Nawaz,Enscore, dan Ham Dengan LPT	69
4.6 Uji Performansi Penjadwalan	77
4.7 Analisa dan Pembahasan	78
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Jumlah Mesin dan Peralatan di PT.Sahabat Rubber Industries	2
Tabel 1.2	Waktu <i>Waiting Work in Process</i> (WIP)	2
Tabel 1.3	Jumlah Permintaan Produk Bulan Desember 2013-April 2014	3
Tabel 2.1	Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini	8
Tabel 2.2	<i>Performance Rating</i> dengan tabel Westinghouse.	16
Tabel 2.3	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi <i>Allowances</i>	16
Tabel 4.1	Permintaan Bulan Mei 2014.	28
Tabel 4.2	Jumlah Mesin dan Peralatan di PT.Sahabat Rubber Industries.	28
Tabel 4.3	Waktu Siklus Proses	35
Tabel 4.4	Uji Kecukupan	36
Tabel 4.5	Pengelompokan Data Sampel Waktu Siklus Stasiun Giling	36
Tabel 4.6	Uji Keseragaman	37
Tabel 4.7	<i>Rating Factor</i>	38
Tabel 4.8	<i>Allowance</i>	39
Tabel 4.9	Waktu Siklus	40
Tabel 4.10	Waktu Normal	41
Tabel 4.11	Waktu Baku	41
Tabel 4.12	Waktu <i>Setup</i> dan Waktu Loading	42
Tabel 4.13	Waktu Proses, Waktu Setup dan Waktu <i>Setup</i>	42
Tabel 4.14	Data Informasi <i>Item</i>	55
Tabel 4.15	Urutan dan Waktu Proses Cushion Hitam Gerigi 1B	56
Tabel 4.16	Urutan dan Waktu Proses Cushion Hitam Polos 1B	56
Tabel 4.17	Urutan dan Waktu Proses Simrit 2B	57
Tabel 4.18	Urutan dan Waktu Proses Hitam Polos 1B	57
Tabel 4.19	Perhitungan Total Waktu Proses Cushion Hitam Gerigi 1B	59
Tabel 4.20	Perhitungan Total Waktu Proses Cushion Hitam Polos 1B	59
Tabel 4.21	Perhitungan Total Waktu Proses Simrit 2B	60
Tabel 4.22	Perhitungan Total Waktu Proses Cushion Hitam Polos 1B	61
Tabel 4.23	Jumlah Waktu Proses Setiap <i>Item</i>	61
Tabel 4.24	Pengurutan <i>Shortest Processing Time</i>	62

Tabel 4.25	<i>Index</i> Teratas SPT	62
Tabel 4.26	Penjadwalan Parsial Urutan SPT 1-2.....	62
Tabel 4.27	Penjadwalan Parsial Urutan SPT 2-1	63
Tabel 4.28	Hasil Rekapitulasi Calon Urutan Parsial SPT ($w = 2$).....	64
Tabel 4.29	Penjadwalan Parsial Urutan SPT 3-1-2.....	64
Tabel 4.30	Hasil Rekapitulasi Calon Urutan Parsial SPT ($w = 3$).....	66
Tabel 4.31	Penjadwalan Parsial Urutan SPT 3-4-1-2	67
Tabel 4.32	Hasil Rekapitulasi Calon Urutan Parsial SPT ($w = 4$).....	69
Tabel 4.33	Pengurutan <i>Longest Processing Time</i>	69
Tabel 4.34	<i>Index</i> teratas LPT	69
Tabel 4.35	Penjadwalan Parsial Urutan LPT 1-2.....	70
Tabel 4.36	Penjadwalan Parsial Urutan LPT 2-1.....	71
Tabel 4.37	Hasil Rekapitulasi Calon Urutan Parsial LPT ($w = 2$)	72
Tabel 4.38	Penjadwalan Parsial Urutan LPT 2-1-3	73
Tabel 4.39	Hasil Rekapitulasi Calon Urutan Parsial LPT ($w = 3$).....	74
Tabel 4.40	Penjadwalan Parsial Urutan LPT 2-1-4-3	75
Tabel 4.41	Hasil Rekapitulasi Calon Urutan Parsial LPT ($w = 4$).....	77



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Alur proses produksi salah satu produk	2
Gambar 1.2	Jumlah permintaan produk bulan Desember 2013- April 2014	4
Gambar 2.1	Contoh <i>Gantt Chart</i>	21
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	25
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT.Sahabat.	27
Gambar 4.2	Pola aliran selang <i>Cushion</i> Hitam Gerigi (CHG) 1B	28
Gambar 4.3	Pola aliran selang <i>Cushion</i> Hitam Polos (CHP) 1B.....	29
Gambar 4.4	Pola aliran selang Simrit 2B	29
Gambar 4.5	Pola aliran selang Hitam Polos (HP) 1B	29
Gambar 4.6	Struktur produk CHG 1B	30
Gambar 4.7	Struktur produk CHP 1B	30
Gambar 4.8	Struktur produk Simrit 2B	30
Gambar 4.9	Struktur produk Hitam Polos (HP) 1B	30
Gambar 4.10	Grafik uji keseragaman waktu siklus Stasiun Giling	37
Gambar 4.11	<i>Item</i> berstruktur multi <i>level</i> komponen	46

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Penjadwalan Pengurutan Algoritma Nawaz, Enscore, dan Ham (NEH) dengan SPT (<i>Shortest Processing Time</i>) $w = 3$ dan $w = 4$	84
Lampiran 2.	Penjadwalan Pengurutan Algoritma Nawaz, Enscore, dan Ham (NEH) dengan LPT (<i>Longest Processing Time</i>) $w = 3$ dan $w = 4$	94
Lampiran 3.	Penjadwalan Eksisting di PT. Sahabat yang menggunakan metode konvensional	104
Lampiran 4.	Hasil <i>Gantt Chart</i> 3-4-1-2 (SPT) , <i>Gantt Chart</i> 2-1-4-3 (LPT), dan <i>Gantt Chart</i> dengan Metode Konvensional	105
Lampiran 5.	<i>Gantt Chart</i> Selang Simrit 2B.....	106



RINGKASAN

Achmad Faizal, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, September 2014, *Pngembangan Penjadwalan Re-entrant Flowshop Dengan Algoritma Nawaz, Enscore dan Ham (NEH) Pendekatan Dispatching Rule*, Dosen Pembimbing: Arif Rahman dan Ceria Farela Mada Tantrika.

PT.Sahabat adalah perusahaan yang bergerak dalam pembuatan selang LPG. Sistem produksi yang dijalankan perusahaan adalah sistem *flowshop*. Selain itu, dalam tahapan produksi terdapat proses pengulangan proses dalam beberapa *stage* atau disebut sebagai *re-entrant flowshop*. Dari permasalahan tersebut ditemukan tingginya waktu rata-rata tunggu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimumkan *makespan* dan mendapatkan urutan pekerjaan dari permasalahan proses pengulangan tersebut.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma Nawaz, Enscore, dan Ham (NEH) dengan dua inisialisasi awal yaitu LPT dan SPT. Metode NEH merupakan salah satu metode heuristik terbaik untuk minimasi *makespan*. Penelitian ini juga melakukan pengembangan model NEH dimana tahap inisialisasi awal dari NEH menggunakan LPT dimodifikasi dengan inisialisasi awal menggunakan SPT untuk mendapatkan pengerjaan dengan minimasi *makespan* terbaik .

Hasil dari pengolahan data menunjukkan bahwa algoritma NEH baik menggunakan inisialisasi awal menggunakan LPT dan SPT menghasilkan *makespan* terbaik yang sama yaitu 3146,16 menit. Bila, dibandingkan dengan penjadwalan konvensional milik perusahaan didapatkan nilai *Relative Error* 36,90% dan *Efficiency Index* 1,46 yang berarti model penjadwalan yang dikembangkan dalam penelitian ini lebih baik dibanding penjadwalan yang ada. Dengan dilakukannya penjadwalan produksi di PT.Sahabat, maka pihak manajemen dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pesanan. Dengan demikian, pihak manajemen dapat memberikan kepastian kepada pelanggan mengenai kapan pesanan dapat diselesaikan.

Kata Kunci: *re-entrant flowshop*, minimasi *makespan*, pengembangan algoritma NEH



SUMMARY

Achmad Faizal, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, September 2014, *Development Re-entrant Flowshop Scheduling With Algorithm Nawaz, Enscore, and Ham (NEH) Dispatching Rule Approach*, Supervisors: Arif Rahman and Ceria Farela Mada Tantrika.

PT.Sahabat is a company engaged in the manufacture of the hose of gas. Production system conducted in the company is flowshop. On some stage it is found the repetition of the process, this problem also known re-entrant flowshop problem. This problem causes high mean waiting time. The aim of this research are to minimize makespan and get to order work of re-entrant flowshop.

The methods used in this research are Nawaz, Enscore, and Ham (NEH) algorithm with two initialization, such as LPT and SPT. NEH algorithm method is one the best heuristic method to minimize makespan. This research also conduct a development of Nawaz, Enscore, and Ham (NEH) algorithm. In this research, the NEH algorithm is modified so that this algorithm not only use LPT as early initialization but also use SPT. Those two algorithms is developed to get job sequencing with minimum makespan.

The results of data processing shows the NEH algorithm using LPT and SPT for early initialization using gets the best makespan is 3146,6 minutes. Then, compared with conventional proprietary scheduling obtained Relative Error 36,90 % and Efficiency Index 1,36 which means scheduling models developed in this study is better than the existing scheduling. With production scheduling in this research, then the management can make right decision to grant the customer. By giving the right information about time needed to complete the order.

Keywords: re-entrant flowshop, minimize makespan, development of NEH algorithm