

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS III 2018

*"Peran Perguruan Tinggi dalam Pembangunan
Berkelanjutan untuk Kesejahteraan
Masyarakat"*

25 - 26 Oktober 2018

Auditorium Gedung M Lantai 8
Kampus I Universitas Tarumanagara

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
Kampus 1 Universitas Tarumanagara
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta Barat 11440

Foto Sampul oleh :

REVIEWER

1. Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D.
2. Dr. Ir. Naniek Widayati, M.T.
3. Dr. Ir. Wati A Pranoto, M.T.
4. Dr. Ir. Erwin Siahaan, M.Si.
5. Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T.
6. Ir. Priyendiswara A B, M.Com.
7. Ir. Tjandra Susila, M.EngSc., Ph.D.
8. Ir. Endah Setyaningsih, M.T.

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS III 2018

ISBN: 978-602-53951-0-9

PERAN PERGURUAN TINGGI DALAM PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN UNTUK KESEJAHTERAAN MASYARAKAT

Auditorium Gedung M Lantai 8
Universitas Tarumanagara
25-26 Oktober 2018



Diterbitkan oleh:

Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta 11440
Telp. 021-5672548, 5663124, 5638335; Fax. 021-5663277
Website <http://ft.untar.ac.id/snts-iii-2018>
e-mail: snts@ft.untar.ac.id



SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Salam Damai Sejahtera untuk kita semua,

Marilah kita mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Pengasih, yang telah memberikan berkat dan hikmat sehingga kita semua diberi kesehatan dan kebahagiaan sampai dengan hari ini.

Fakultas Teknik setiap dua tahun menyelenggarakan Seminar Nasional Teknologi dan Sains (SNTS). SNTS III tahun 2018 ini diharapkan menjadi ajang untuk bersilahturahmi dan berdiskusi antara dosen dan peneliti guna mewujudkan dan menghasilkan karya penelitian dan karya ilmiah yang baik dan bermanfaat untuk dunia pendidikan, sehingga seluruh pihak yang terlibat dalam dunia pendidikan dapat terus bersinergi dan termotivasi serta berperan aktif dalam membangun pendidikan Indonesia yang berkualitas melalui pembelajaran yang inovatif.

Buku abstrak dan prosiding ini berisi kumpulan makalah yang telah melalui proses review dan siap untuk dipresentasikan dan didiskusikan dalam SNTS III, 2018 yang diselenggarakan di Universitas Tarumanagara pada tanggal 25-26 Oktober 2018. Kami berharap, buku abstrak dan prosiding ini bermanfaat untuk para peneliti dan dunia pendidikan sesuai dengan tujuan umum SNTS ini diselenggarakan yaitu untuk mencerdaskan kehidupan bangsa dan melaksanakan tridarma perguruan tinggi.

Kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh pemakalah dan peserta yang telah berkontribusi dalam SNTS III tahun 2018 ini, dan juga terimakasih untuk seluruh panitia yang telah berupaya keras untuk menyelenggarakan dan mensukseskan penyelenggaraan seminar nasional ini. Semoga Tuhan memberkati usaha baik kita semua.

Selamat berseminar dan salam sukses selalu untuk kita semua.

Jakarta, 25 Oktober 2018

Dekan Fakultas Teknik

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Harto Tanujaya', written in a cursive style.

Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D.

8. Peninjauan Kriteria GreenShip Homes pada Rumah di Kawasan Perumahan Berwawasan Lingkungan, *Arianti Sutandi dan Jimmy* 122
9. Pengaruh Modulus Perkerasan Lentur dan *Overloading* Terhadap Kerusakan Alur dan Fatik, *Anissa Noor Tajudin, Ni Luh Shinta Eka Setyarini, dan Beryl Alberik* 131

Bidang Teknik Elektro

1. Pengaplikasian *Speech to Text* untuk Pengenalan Angka dengan Metode MFCC dan DTW, *Meirista Wulandari, Dedy Junaidy, Kho Lukas Victor Kosasih* 141
2. Sistem Ruang Perawatan Rumah Sakit Berbasis IoT, *Yohanes Calvinus, Irwan Setio, Dali. S. Naga* 147
3. Perancangan Sistem Koper Pintar Menggunakan Android, *Joni Fat, Eko Syamsuddin, Aldi Trijaya Liman* 153

Bidang Teknik Mesin

1. Pengaruh Kecepatan Potong pada Pembubutan *Gray Cast Iron* Terhadap Keausan Pahat Keramik, *Sobron Lubis, Steven Darmawan, Adianto, Rosehan, Winsen Winata* 164
2. The Effect of Alkali (Sulphuric Vapour) on Corrosion of Medium Carbon Steel (S45C) at Corrosion Rate and on Mechanical Behaviour, *E. Siahaan* 171
3. Efektivitas Alat Penukar Kalor Tipe Plat Jenis Chevron Angle, *Ardiawan Kurniandi, Harto Tanujaya, Steven Darmanwan* 177
4. Pengaruh Perlakuan Alkali pada Permukaan Patah Uji Lentur Komposit Bambu, *Sofyan Djamil, NGK Suardana, Agustinus P Irawan, NGK Sugita* 183

Bidang Teknik Industri

1. Pemilihan Penjadwalan Terbaik untuk Meminimasi *Makespan* pada PT. Avesta Continental Pack, *Lina Gozali, Vincentius Kurniawan, Siti Rohana Nasution* 190
2. Penurunan *Exposure Level* Proses Pemoangan Kain di PT XYZ dengan Intervensi Ergonomi, *Lamto Widodo, Nora Azmi, Luisa Andreana Thenuardi* 201
3. Mitigasi Waste dengan Pendekatan Metode *Lean Six Sigma* (Studi Kasus pada Salah Satu Perusahaan Knalpot di Jakarta), *Lithrone Laricha, Lilyana, Abel Sutrisno* 211
4. Rancangan Alat Bantu *Trolley* dalam Proses Penuangan Bahan Baku Biji Plastik di PD. Kurnia Jaya Plastik, *Ferliadi Riansah, I Wayan Sukania, Nora Azmi* 222
5. Pengukuran Kinerja dengan Metode IPMS (Studi Kasus: PT. Rackindo Setara Perkasa), *Carla Olyvia Doaly, Lithrone Laricha Salomon, Christopher Steven* 230
6. Peningkatan Kualitas Pelayanan Pelanggan BPJS Jakarta Barat dengan Metode QFD, *Ahmad, Silvi Ariyanti, Victor Kuncara Jaya* 241
7. Analisis Potensi Bahaya Menggunakan Metode HIRADC Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja (Studi Kasus: PT. Supreme Cable Manufacturing & Commerce), *Vesta Emilia Laksana, Wilson Kosasih, Carla Olyvia Doaly* 251
8. Designing Educational Game Module With the Theme of Cleaner Production, *Helena Juliana Kristina, Angel Valerie, Eric Jobiliong* 258

Bidang Perencanaan Wilayah dan Kota

1. Kajian Morfologi Kampung Kota di Kampung Deret Pisangan Timur, Jakarta Timur, *Rahmatyas Aditantri* 268

SUSUNAN PANITIA

Pelindung	: Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D.
Penanggung Jawab	: Ir. Henny Wiyanto, M.T. : Ir. Sofyan Djamil, M.Si. : Dr. Steven Darmawan, S.T., M.T. : Wilson Kosasih, S.T., M.T. : Joni Fat, S.T., M.E. : Dr. Ir. Fermanto Lianto, M.T. : Ir. Sidhi Wiguna Teh, M.T. : Dr. Ir. Naniek Widayati, M.T. : Regina Suryadjaja, S.T., M.T. : Ir. Liong Ju Tjung, M.T. : Dr. Ir. Najid, M.T. : Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si. : Dr. Ir. Wati A Pranoto, M.T.
Komite Ilmiah	: Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D. : Dr. Ir. Naniek Widayati, M.T. : Dr. Ir. Wati A Pranoto, M.T. : Dr. Ir. Erwin Siahaan, M.Si. : Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T. : Ir. Priyendiswara A B, M.Com. : Ir. Tjandra Susila, M.EngSc., Ph.D. : Ir. Endah Setyaningsih, M.T.
Ketua Pelaksana	: Lithrone Laricha S, S.T., M.T.
Wakil Ketua Pelaksana	: Meirista Wulandari, S.T., M.Eng.
Sekretaris	: Anissa Noor Tajudin, S.T., M.Sc.
Anggota Sekretariat	: 1. Theresia Purba, A.Md. : 2. Guntur Arriadi, S.T. : 3. Farida Ariyanti, S.E. : 4. Wahyu Perdana, S.H., M.H.
Bendahara	: Ir. Sofyan Djamil, M.Si.
Anggota	: Palar Kelana H., S.E. : Henny Damayanti P., S.E.
Prosiding dan Buku Abstrak	: I Wayan Sukania, S.T., M.T. : 1. Endro Wahyono : 2. Arif Sandjaya, S.T., M.T.
Seksi Makalah Tiap Prodi.	: 1. Carla Doaly, S.T., M.T. : 2. Dr. Steven Darmawan, S.T., M.T. : 3. Joni Fat, S.T., M.E. : 4. Regina Suryadjaja, S.T., M.T. : 5. Anissa Noor Tajudin, S.T., M.Sc. : 6. Theresia Budi Jayanti, S.T., M.Sc.

SUSUNAN ACARA

Kamis, 25 Oktober 2018

No	Waktu	Kegiatan	Keterangan
1	08.30-09.00	Registrasi ulang Peserta Seminar	Panitia
2	09.00-10.00	Acara Pembukaan	
		a) Selamat datang	MC
		b) Lagu Indonesia Raya	Panitia
		c) Mars UNTAR	Panitia
		d) Tarian Burung Cendrawasih	Panitia
		e) Laporan Ketua Panitia	Lithrone Laricha S., ST., MT.
		f) Kata Sambutan dan Pembukaan oleh Dekan Fakultas Teknik	Harto Tanujaya, ST., MT., Ph.D.
		g) Foto bersama	Panitia dan keynote speaker
3	10.00-11.30	Keynote Speaker 1: William Subandar (Direktur Utama PT. MRT Jakarta)	Moderator: Dr. Steven Darmawan, ST., MT.
		Keynote Speaker 2: Dr. Endang Djuana (Teknik Elektro – Universitas Trisakti)	Moderator: Harto Tanujaya, ST., MT., Ph.D.
4	11.30-12.00	Penjelasan Teknis SNTS III 2018	Panitia
5	12.00-13.00	ISHOMA	Panitia
6	13.00-14.45	Sesi Paralel I	Moderator
7	14.45-15.00	<i>Coffee Break</i>	Panitia
8	15.00-17.00	Sesi Paralel II	Moderator

Jumat, 26 Oktober 2018

No	Waktu	Kegiatan	Keterangan
1	08.30-09.00	Registrasi ulang Peserta Seminar	Panitia
2	09.00-11.00	Sesi Paralel III	Panitia
3	11.00-11.30	Penutupan	Panitia

Ruang III : Bidang Teknik Industri
Moderator : Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T.

No.	Waktu	Penulis	Judul	Kode
1	13.00-13.15	Arif Rahman Surya Perdana	Analisis Produktivitas Mesin Percetakan <i>Perfect Binding</i> dengan Metode <i>OEE dan FMEA</i>	TI 05
2	13.15-13.30	Emy Khikmawati Heri Wibowo Irwansyah	Analisis Pengendalian Kualitas Kemasan Glukosa dengan Peta Kendali P di PT. Budi Starch & Sweetener Tbk. Lampung Tengah	TI 06
3	13.30-13.45	Hermanto Elfitria Wiratmani	Analisis Kepuasan Konsumen Terhadap Kualitas Pelayanan Jasa Go-Ride dengan Metode Kano dan <i>Quality Function Deployment</i> (Studi Kasus PT Go-Jek Indonesia)	TI 09
4	13.45-14.00	Helena Juliana Kristina Angel Valerie Eric Jobiliong	Designing Educational Game Module With the Theme of Cleaner Production	TI 11
5	14.00-14.15	Lina Gozali Vincentius Kurniawan Siti Rohana Nasution	Pemilihan Penjadwalan Terbaik Untuk Meminimasi <i>Makespan</i> pada PT. Avesta Continental Pack	TI 01
6	14.15-14.30	Lamto Widodo Nora Azmi Luisa Andreana Thenuardi	Penurunan <i>Exposure Level</i> Proses Pemotongan Kain di PT XYZ dengan Intervensi Ergonomi	TI 02
7	14.30-14.45	Ferliadi Riansah I Wayan Sukania Nora Azmi	Rancangan Alat Bantu <i>Trolley</i> dalam Proses Penuangan Bahan Baku Biji Plastik pada PD. Kumia Jaya Plastik	TI 04

Ruang III : Bidang Teknik Elektro
Moderator : Ir. Endah Setyaningsih, M.T.

No.	Waktu	Penulis	Judul	Kode
1	15.00-15.15	Riny Alfina Indrawan Arifianto Dwi Astharini Putri Wulandari	Designed the GUI to Display the Value of the FFT and IFFT Using LabVIEW	TE 01
2	15.15-15.30	Riny Alfina Robi Darwis Dwi Astharini Putri Wulandari	Mendisain GUI untuk Menampilkan Sinyal Filter dan Tidak Filter dari Sinyal Data Menggunakan LabVIEW	TE 03
3	15.30-15.45	Riny Alfina Danny M.Gandana	Modeling and Analysis of Servo Hydraulic Position Control System Simulation Using PI-Fuzzy Logic Controller Method	TE 04
4	15.45-16.00	Tyan Permana M. Rangga Hadisiswoyo Dwi Astharini	Designing for Displaying GUI FFT Output Power Spectrum Signal in NI LabVIEW 2013	TE 05
5	16.00-16.15	Riny Alfina Tyan Permana Ary Syahriar	Modeling Mass Double Spring-Damper with Application of Sensor in the Navigation of Flocking Mobile Robots	TE 06
6	16.15-16.30	Meirista Wulandari Dedy Junaidy Kho Lukas Victor Kosasih	Pengaplikasian <i>Speech to Text</i> untuk Pengenalan Angka dengan Metode MFCC dan DTW	TE 02
7	16.30-16.45	Yohanes Calvinus Irwan Setio Dali. S. Naga	Sistem Ruang Perawatan Rumah Sakit Berbasis IoT	TE 07
8	16.45-17.00	Joni Fat Eko Syamsuddin Aldi Trijaya Liman	Perancangan Sistem Koper Pintar Menggunakan Android	TE 08

PEMILIHAN PENJADWALAN TERBAIK UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN PADA PT. AVESTA CONTINENTAL PACK

Lina Gozali¹⁾, Vincentius Kurniawan²⁾, Siti Rohana Nasution³⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara, Jakarta

³⁾Program Studi Teknik Industri Universitas Pancasila, Jakarta

e-mail: ²⁾ligoz@ymail.com

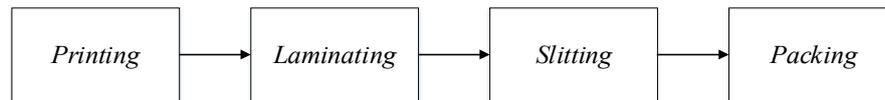
Abstrak

PT. Avesta Continental Pack merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang memproduksi *flexible packaging* terutama untuk produk farmasi dan bersifat *make to order*. Permasalahan yang dihadapi perusahaan dalam proses penyusunan penjadwalan adalah belum ada penjadwalan yang baik dari perusahaan sehingga sering terjadi ketidakmampuan pengiriman tepat waktu. Oleh karena itu, dengan adanya peramalan (*forecast*) jumlah permintaan di masa yang akan datang sebagai patokan dalam penyusunan penjadwalan job yang baik akan membantu perusahaan dalam mengalokasikan sumber daya yang tersedia dan meningkatkan efisiensi waktu keseluruhan produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan penjadwalan job yang dapat mengurangi total waktu produksi (*makespan*). Oleh karena pola aliran proses produksi pada perusahaan bersifat *flow shop*, maka metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode heuristik yaitu algoritma Nawaz, Enscore, and Ham (NEH) dan metode metaheuristik yaitu algoritma genetika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan *forecast* dengan metode regresi linear menghasilkan nilai *error* terkecil. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa algoritma NEH dapat menurunkan *makespan* sebesar 510,66 menit atau 2,032% dan *mean flow time* sebesar 1044,258 menit atau 5,282% dari penjadwalan perusahaan, sedangkan algoritma genetika dapat menurunkan *makespan* sebesar 1057,565 menit atau 4,208% dan *mean flow time* sebesar 2156,102 menit atau 10,906%.

Kata kunci: Penjadwalan; Forecast; Makespan; Algoritma Nawaz, Enscore, dan Ham (NEH); Algoritma Genetika

1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan dunia industri yang semakin pesat, tingkat persaingan antar perusahaan akan semakin ketat pula, hal inilah yang mendorong setiap perusahaan untuk selalu berusaha mencapai tingkat efektivitas dan efisiensi produksi yang baik agar tercapai hasil yang diharapkan sesuai permintaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencapai hasil tersebut adalah dengan menyusun penjadwalan produksi yang paling efektif agar target perusahaan dapat tercapai dan tidak menemui hambatan yang dapat mengganggu kelancaran produksi. Penjadwalan yang tidak tepat akan mengakibatkan terjadinya penumpukan barang setengah jadi, meningkatnya waktu proses produksi, dan keterlambatan pengiriman pesanan. Oleh karena itu, penjadwalan yang efektif diharapkan dapat meminimalkan total waktu produksi dan menjaga ketepatan *due date* dari sebuah produksi. PT. Avesta Continental Pack merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang memproduksi *flexible packaging* terutama untuk produk farmasi dan bersifat *make to order*. Seiring berjalannya waktu, PT. Avesta Continental Pack telah mengalami perkembangan yang cukup pesat dari segi kualitas maupun kuantitas, hal ini ditandai dengan bertambahnya jumlah mesin dan jumlah karyawan yang ada saat ini guna menunjang seluruh kegiatan produksi yang dimulai dari tahap *printing*, *laminating*, *slitting*, dan *packing*. Berikut ini adalah alur proses produksi pada PT. Avesta Continental Pack yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Proses Produksi pada PT. Avesta Continental Pack

Secara umum permasalahan yang dihadapi perusahaan dalam proses penyusunan penjadwalan adalah belum adanya penjadwalan yang baik dari pihak perusahaan sehingga sering terjadi ketidakmampuan pengiriman produk tepat waktu. Apabila hal ini sampai terjadi, terkadang perusahaan harus membayar biaya penalti akibat pesanan yang tidak dikirim pada waktu yang telah ditentukan dan akan mengurangi tingkat kepercayaan konsumen pada perusahaan kedepannya.

Saat ini perusahaan melakukan penjadwalan produksi dengan sistem *first come first serve* (FCFS) yaitu prioritas tertinggi diberikan pada *job* yang datang terlebih dahulu, dimana perusahaan akan memproses *job* yang datang terlebih dahulu tersebut dibandingkan dengan *job* yang datang dibelakangnya. Akan tetapi berdasarkan data historis yang ada, ketepatan penyelesaian *job* masih saja mengalami keterlambatan pengiriman dengan menggunakan aturan prioritas FCFS tersebut.

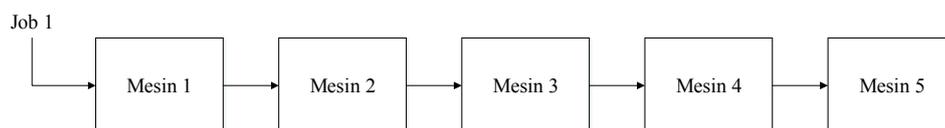
2. TINJAUAN PUSTAKA

Penjadwalan *Flow Shop*

Pada penjadwalan *flow shop*, pola aliran proses yang dilalui oleh setiap jenis produk mempunyai urutan tertentu dan sama (Farouq, 2013). Menurut Farouq, *flow shop* dapat dibedakan menjadi:

a) *Pure flow shop*

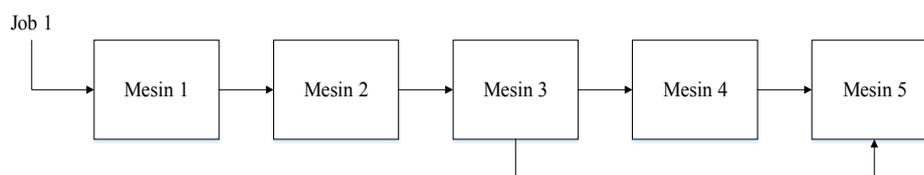
Flow shop yang memiliki jalur yang sama untuk semua tugas, dimana berbagai pekerjaan akan mengalir pada lini produksi yang sama, dan tidak ada kemungkinan adanya variasi. Gambar Lintasan Proses *Pure Flow shop* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lintasan Proses *Pure Flow Shop*

b) *General flow shop*

Flow shop yang memiliki pola aliran yang berbeda. Ini disebabkan adanya variasi dalam pekerjaan tugas, selain itu tugas yang datang tidak harus dikerjakan pada semua mesin. Gambar Lintasan Proses *General Flow Shop* dapat dilihat pada Gambar 3.

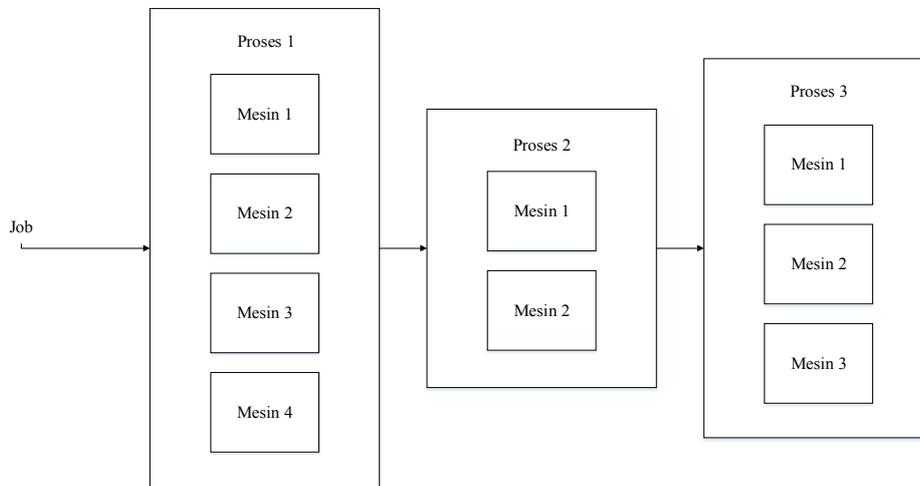


Gambar 3. Lintasan Proses *General Flow Shop*

c) *Hybrid flow shop*

Pada *hybrid flow shop* (*compound flow shop*), terjadi kombinasi antara tipe proses produksi *flow shop* dengan tipe proses produksi dengan mesin paralel (*multiple processor*). Setiap tahapan proses pada tipe *pure flow-shop* atau *general flow-shop* hanya terdiri dari

satu mesin, sedangkan pada tipe *hybrid flow shop* terdiri dari beberapa mesin. Gambar Lintasan Proses *Hybrid Flow Shop* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Lintasan Proses *Hybrid Flow Shop*

Metode Algoritma Nawaz, Ensore, dan Ham (NEH)

Metode Nawaz, Ensore, dan Ham (NEH) ini dikembangkan oleh Muhammad Nawaz, E. Emory Ensore Jr, dan Inyong Ham pada tahun 1983. "In a general flowshop, where where all the jobs must pat through all the machines in the same orde, certain heuristic algorithms propose that the jobs with higher total process time should be given higher priority than the jobs with less total process time" yang memiliki arti dalam penjadwalan *flowshop* secara umum, dimana semua *job* harus melewati semua mesin pada *order* yang sama. Metode algoritma Nawaz, Ensore, dan Ham (NEH) telah mendapat penghargaan sebagai metode heuristik terbaik dalam *permutation flow-shop sequencing problem* (PSFP) untuk mendapatkan nilai *makespan* terkecil (Taillard, 1990). Metode *heuristic* ini mengusulkan bahwa *job* dengan total waktu proses yang lebih besar seharusnya diberikan prioritas yang lebih besar dari pada *job* dengan total waktu proses yang lebih kecil. Pada metode ini diasumsikan *job* yang memiliki total proses paling besar akan dikerjakan terlebih dahulu daripada *job* dengan total proses yang lebih kecil (Nawaz, Ensore, dan Ham. 1983).

Langkah-langkah penjadwalan n *job* dengan m mesin menggunakan metode Nawaz, Ensore, dan Ham (NEH) adalah sebagai berikut (Ginting, R. 2009).

Langkah 1:

- a) Menjumlahkan waktu proses setiap *job*
- b) Mengurutkan *job* menurut waktu prosesnya dimulai dari yang terbesar hingga terkecil.
- c) Hasil urutan ini disebut sebagai daftar pengurutan *job*.

Langkah 2:

- a) Set $K = 2$.
- b) Mengambil *job* yang menempati urutan pertama dan kedua pada daftar pengurutan *job-job*.
- c) Membuat dua alternatif calon urutan parsial baru.
- d) Menghitung setiap waktu *makespan* parsial dan *mean flow time* parsial dari calon urutan parsial baru.
- e) Memilih calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial yang terkecil. Jika

ada urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial terkecil yang sama, pilihlah calon urutan parsial yang lebih kecil. Jika masih sama, maka pilihlah calon urutan parsial baru tadi secara acak.

- f) Calon urutan parsial baru yang terpilih menjadi urutan parsial baru.
- g) Mencoret *job* yang diambil tadi dari daftar pengurutan *job-job*.
- h) Memeriksa apakah $K = n$ (dengan K adalah jumlah *job* yang ada). Jika ya, lanjutkan ke langkah 4. Jika tidak, lanjutkan ke langkah 3.

Langkah 3:

- a) Set $K = K + 1$.
- b) Mengambil *job* yang menempati urutan pertama dari daftar pengurutan *job*.
- c) Menghasilkan sebanyak K calon urutan parsial baru dengan memasukkan *job* yang diambil ke dalam setiap *slot* urutan parsial sebelumnya.
- d) Menghitung setiap waktu produksi dari keseluruhan proses produksi parsial dan *mean flow time* parsial dari calon urutan parsial baru.
- e) Memilih calon urutan baru yang memiliki *makespan* parsial yang terkecil. Jika ada urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial terkecil yang sama, pilihlah calon urutan parsial baru tadi yang memiliki *mean flow time* parsial yang lebih kecil. Jika masih sama, pilihlah calon urutan parsial baru tadi secara acak.
- f) Calon urutan parsial baru yang dipilih menjadi urutan parsial baru.
- g) Mencoret *job* yang diambil tadi dari daftar pengurutan *job*.
- h) Memeriksa apakah $K = n$ (dengan n adalah jumlah *job* yang ada). Jika ya, lanjutkan ke langkah 4. Jika tidak, ulangi kembali langkah 3.

Langkah 4:

- a) Urutan parsial baru menjadi urutan *final* dan stop.

Algoritma Genetika

Algoritma genetika pertama kali dirintis oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1960-an. Algoritma genetika dimodelkan berdasar proses alami, yaitu model seleksi alami oleh Darwin, sedemikian hingga kualitas individu akan sangat kompatibel dengan lingkungannya (dalam hal ini kendala permasalahan). Algoritma genetika memberikan suatu alternatif untuk proses penentuan nilai parameter dengan meniru cara reproduksi genetika. Teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang disebut dengan populasi. Setiap individu adalah satu buah solusi unik dan populasi adalah satu himpunan solusi pada setiap tahapan iterasi. Algoritma genetika bekerja untuk mencari struktur individu berkualitas tinggi yang terdapat dalam populasi (Jain dan Meeran, 1998). Keuntungan penggunaan algoritma genetika yaitu memiliki proses penyelesaian optimasi paling cepat dibandingkan dengan metode metaheuristik lainnya dan metode ini banyak digunakan untuk permasalahan penjadwalan dengan tipe *flow shop* (Febrianto, 2016).

3. METHODOLOGI PENELITIAN

Dimulai dengan identifikasi masalah, perumusan masalah dan menemukan tujuan penelitian, aktivitas penelitian dilanjutkan dengan pengumpulan data perusahaan, data permintaan, data jenis produk, data mesin, urutan proses produksi, perhitungan waktu produksi. Setelah melalui pengujian kenormalan, keseragaman, dan kecukupan data, data selanjutnya akan diolah dalam perhitungan waktu baku. Perhitungan penjadwalan mesin

selanjutnya diolah dengan menggunakan metoda NEH dan Genetika, yang kemudian dilanjutkan dengan analisis dan kesimpulan serta saran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengumpulan Data

Data waktu yang dikumpulkan merupakan data waktu *setup* dari setiap proses utama. Pengumpulan data waktu *setup* dilakukan dengan cara mengambil sampel dari data yang tercatat pada komputer perusahaan. Jumlah data yang diambil sebanyak 30 data untuk setiap proses.

b. Pengujian Data

Uji yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan. Apabila data telah diuji dan dinyatakan layak, maka data tersebut sudah bisa digunakan untuk pengolahan data.

1. Uji Kenormalan Data

Langkah-langkah dari uji kenormalan data yaitu:

- a) Buka program SPSS, klik *Variable View*. Masukkan data yang ingin diolah pada *worksheet*.
- b) Klik *Data View*. Masukkan data yang ingin diolah pada *worksheet*.
- c) Klik menu *Analyze*, pilih *Nonparametric Tests*, lalu pilih *Legacy Dialogs*, lalu pilih *1-Sample K-S*.
- d) Pindahkan data yang ingin diuji ke bagian kotak *Test Variabel List*. Kemudian pada bagian *Test Distribution*, centang pilihan *Normal*.
- e) Terakhir klik ok, maka akan muncul *output* dari data yang diuji. Apabila nilai *Asymp. Sig (2 tails) > 0,05*, maka data berdistribusi normal. Sedangkan apabila nilai *Asymp. Sig (2 tails) < 0,05*, maka data tidak berdistribusi normal. Tabel Uji Kenormalan Proses *Setup Printing 1 Warna* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Kenormalan Proses *Setup Printing 1 Warna*

Proses Setup	N	Mean	Standard	Asymp	Hasil
Printing 1 warna	30	71,97	8,652	0,065	Normal

2. Uji Keseragaman Data

Dalam penelitian ini digunakan tingkat keyakinan sebesar 95%. Langkah-langkah dari uji keseragaman data yaitu:

- a) Kelompokkan data yang diperoleh ke dalam beberapa subgrup.
- b) Hitung rata-rata dari masing-masing subgrup.
- c) Hitung standar deviasi dari waktu proses.
- d) Hitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgrup.
- e) Tentukan batas kendali bawah (BKB) dan batas kendali atas (BKA).
- f) Apabila harga rata-rata subgrup berada di dalam batas kendali bawah (BKB) dan batas kendali atas (BKA), maka data dinyatakan seragam. Sedangkan apabila harga rata-rata subgrup berada di luar batas kendali bawah (BKB) dan batas kendali atas (BKA), maka data dinyatakan tidak seragam. Tabel Uji Keseragaman Proses *Setup Printing 1 Warna* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Keseragaman Proses *Setup Printing* 1 Warna

Proses	BKB (menit)	Rata-rata (menit)	BKA (menit)
Setup Printing 1 warna	66.495	69,8	77,439
		73,8	
		72,3	

3. Uji Kecukupan Data

Dalam penelitian ini digunakan tingkat keyakinan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Apabila hasil perhitungan $N' < N$, maka data dinyatakan cukup. Sedangkan apabila hasil perhitungan $N' > N$, maka data dinyatakan tidak cukup. Tabel Uji Kecukupan Proses *Setup Printing* 1 Warna dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Kecukupan Proses *Setup Printing* 1 Warna

Proses	N	N'	Hasil
Setup Printing 1 warna	30	22.36	Cukup

c. Pengolahan Data

Setelah melakukan pengujian terhadap data waktu *setup* yang telah dikumpulkan, selanjutnya melakukan pengolahan data dengan cara menghitung waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku setiap proses *setup* mesin produksi (Gozali, 2014).

1. Waktu Siklus

Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu siklus pada proses *setup printing* 1 warna.

$$W_s = \frac{72 + 68 + 62 + \dots + 72}{30} = 71,97 \text{ menit}$$

2. Penentuan Faktor Penyesuaian

Berdasarkan pengamatan pada proses *setup printing*, untuk keterampilan dikategorikan *Good* (C2: +0,03); untuk usaha dikategorikan *Good* (C2: +0,02); untuk kondisi kerja dikategorikan *Fair* (E: -0,03); dan untuk konsistensi dikategorikan *Good* (C: +0,01). Tabel Penyesuaian *Westinghouse* Proses *Setup Printing* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penyesuaian *Westinghouse* Proses *Setup Printing*

Proses <i>Setup</i>	Faktor				Total	Penyesuaian
	Keterampilan	Usaha	Kondisi Kerja	Konsistensi		
<i>Printing</i> 1 Warna	0,03	0,02	-0,03	0,01	0,03	1,03

3. Waktu Normal

Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu normal pada proses *setup printing* 1 warna.

$$W_n = 71,97 * 1,03 = 74,13 \text{ menit}$$

4. Penentuan Faktor Kelonggaran

Berdasarkan pengamatan pada proses *setup printing*, untuk tenaga yang dikeluarkan dikategorikan Ringan, Pria (8%); untuk sikap kerja dikategorikan Membungkuk (6%); untuk gerakan kerja dikategorikan Agak Terbatas (2%); untuk kelelahan mata dikategorikan Pandangan Terus-Menerus dengan Fokus Tetap, Pencahayaan Baik (8%); untuk keadaan suhu tempat kerja dikategorikan Tinggi, Kelelahan Normal (15%); untuk

keadaan atmosfer dikategorikan Cukup (3%); untuk keadaan lingkungan yang baik dikategorikan Jika Faktor-Faktor yang Berpengaruh Dapat Menurunkan Kualitas (3%); untuk kebutuhan pribadi dikategorikan Pribadi (2%); untuk gangguan yang tidak terhindarkan dikategorikan sebesar 5%. Tabel Kelonggaran Proses *Setup Printing* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kelonggaran Proses *Setup Printing* 1 Warna

Proses setup	Tenaga	Sikap	Gerakan	Mata	Suhu	Atmosfer	Lingkungan	Pribadi	Tak terhindarkan	Total
Printing 1 warna	8%	6%	2%	8%	15%	3%	3%	2%	5%	52%

5. Waktu Baku

Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu baku pada proses *setup printing* 1 warna.

$$Wb = 74,13 * (1 + 52\%) = 112,68 \text{ menit}$$

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data permintaan hasil peramalan selama 2 tahun terakhir. Berdasarkan hasil peramalan permintaan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), *Moving Average* (MA), *Weighted Moving Average* (WMA), *Smoothed Average* (SA), dan Regresi linear, hasil *error* terkecil terdapat pada metode regresi linear. Tabel Hasil Peramalan Permintaan Berdasarkan Metode Regresi Linear dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Peramalan Permintaan Berdasarkan Metode Regresi Linear

Periode Peramalan	Hasil Peramalan	Periode Peramalan	Hasil Peramalan
Januari 2018	21921.8	Januari 2019	15032.7
Februari 2018	21347.71	Februari 2019	14458.61
Maret 2018	20773.62	Maret 2019	13884.52
April 2018	20199.53	April 2019	13310.43
May 2018	19625.43	May 2019	12736.34
Juni 2018	19051.34	Juni 2019	12162.25
Juli 2018	18477.25	Juli 2019	11588.16
Agustus 2018	17903.16	Agustus 2019	11014.06
September 2018	17329.07	September 2019	10439.97
Oktober 2018	16754.98	Oktober 2019	9865.882
November 2018	16180.89	November 2019	9291.791
Desember 2018	15606.79	Desember 2019	8717.699

Dari hasil peramalan permintaan pada Tabel 7, maka diambil permintaan pada bulan Juni 2018 yaitu sebanyak 19052 *roll*, karena bulan Juni merupakan bulan terdekat untuk dilakukannya penjadwalan mesin. Jumlah permintaan tersebut nantinya akan dipecah berdasarkan persentase banyak warna yang ada, lalu dari masing-masing jumlah *roll* yang ada akan dihitung panjang film yang dibutuhkan untuk memproduksi *roll* tersebut. Tabel Perhitungan Jumlah *Roll* dari Masing-Masing Banyak Warna dan Tabel Perhitungan Panjang Film yang Dibutuhkan untuk masing-masing banyak warna dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Perhitungan Jumlah *Roll* dari Masing-Masing Banyak Warna

Permintaan Bulan Juni 2018	Banyak Warna	Persentase Banyak Warna (%)	Jumlah Roll
19052	1 warna	13,13	2502
	2 warna	14,69	2799
	3 warna	17,95	3421
	4 warna	11,40	2173
	5 warna	12,31	2346
	6 warna	11,20	2135
	7 warna	10,24	1951
	8 warna	9,08	1730

Tabel 8. Perhitungan Panjang Film yang Dibutuhkan

Banyak Warna	Banyak Roll	Ukuran Bahan Baku (Film)	Ukuran Roll Jadi	Panjang Film yang Dibutuhkan (m)	Pembulatan
1 warna	2502	630mm x 4000m	130mm x 500m	344025	344025
2 warna	2799			384862,5	384863
3 warna	3421			470387,5	470388
4 warna	2173			298787,5	298788
5 warna	2346			322575	322575
6 warna	2135			293562,5	293563
7 warna	1951			268262,5	268263
8 warna	1730			237875	237875

Dari hasil perhitungan panjang film yang dibutuhkan dapat dihitung waktu proses yang diperlukan pada setiap mesin untuk memproduksi *roll* tersebut dengan menggunakan kecepatan mesin produksi. Tabel Waktu Proses Produksi pada Tiap Mesin dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Waktu Proses Produksi pada Tiap Mesin

Job	Proses					Total Waktu (Menit)
	Printing (Menit)	Inspeksi (Menit)	Laminating (Menit)	Dry Laminating (Menit)	Slitting (Menit)	
1	3440,25	2866,88	3440,25	3440,25	2293,5	15481,125
2	3848,63	3207,19	3848,63	3848,63	2565,75	17318,835
3	4703,88	3919,9	4703,88	4703,88	3135,92	21167,46
4	2987,88	2489,9	2987,88	2987,88	1991,92	13445,46
5	3225,75	2688,13	3225,75	3225,75	2150,5	14515,875
6	2935,63	2446,36	2935,63	2935,63	1957,09	13210,335
7	2682,63	2235,53	2682,63	2682,63	1788,42	12071,835
8	2378,75	1982,29	2378,75	2378,75	1585,83	10704,375

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, perusahaan memprioritaskan *job* yang datang terlebih dahulu (FCFS). Dalam penjadwalan perusahaan, didapatkanlah urutan penyusunan *job* yaitu 1-2-3-4-5-6-7-8 dengan *makespan* sebesar 25131,515 menit dan *mean flow time* sebesar 19770,749 menit.

Selanjutnya adalah melakukan penjadwalan dengan menggunakan algoritma NEH. Langkah-langkah penjadwalan dengan algoritma NEH adalah:

- Urutkan 8 *job* berdasarkan total waktu proses terbesar hingga terkecil (LPT), dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Urutan *Job* Berdasarkan LPT

Job	Proses					Total Waktu (Menit)
	Printing (Menit)	Inspeksi (Menit)	Laminating (Menit)	Dry Laminating (Menit)	Slitting (Menit)	
3	4703,88	3919,9	4703,88	4703,88	3135,92	21167,46
2	3848,63	3207,19	3848,63	3848,63	2565,753333	17318,835
1	3440,25	2866,88	3440,25	3440,25	2293,5	15481,125
5	3225,75	2688,13	3225,75	3225,75	2150,5	14515,875
4	2987,88	2489,9	2987,88	2987,88	1991,92	13445,46
6	2935,63	2446,36	2935,63	2935,63	1957,086667	13210,335
7	2682,63	2235,53	2682,63	2682,63	1788,42	12071,835
8	2378,75	1982,29	2378,75	2378,75	1585,833333	10704,375

- b. Dalam penelitian ini ditentukan bahwa $k = 2$. Hal ini dilakukan untuk awal pembandingan akan dibandingkan 2 *job* dengan *makespan* terbesar terlebih dahulu.
- c. Bandingkan k *job* ketika ditukar satu sama lain. Apabila *makespan* lebih kecil, maka pilih urutan *job* tersebut. Apabila *makespan* sama, maka bandingkan dengan *mean flow time*. Apabila *mean flow time* yang lebih kecil, maka pilih urutan *job* tersebut. Apabila *mean flow time* sama, maka pilih urutan *job* tersebut secara acak.
- d. Lakukan langkah tersebut hingga nilai $k = n$ *job*.
Dalam penjadwalan NEH, didapatkanlah urutan penjadwalan *job* terbaik yaitu 8-3-2-1-5-4-6-7 dengan *makespan* sebesar 24620,855 menit dan *mean flow time* sebesar 18726,491 menit.

Selanjutnya adalah melakukan penjadwalan dengan menggunakan algoritma genetika. Perhitungan ini akan menggunakan dua hasil terbaik perhitungan algoritma NEH dengan *makespan* terkecil sebagai kromosom *parent*. Berikut ini merupakan data-data yang digunakan dalam penjadwalan dengan algoritma genetika.

- a. Fungsi *fitness* yang dicapai adalah nilai *makespan* minimum.
- b. Kromosom awal yang digunakan adalah:

1. Sebagai kromosom 1

8	3	2	1	5	4	6	7	24620,855
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

2. Sebagai kromosom 2

3	8	2	1	5	4	6	7	24620,855
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

- c. Pembangkitan bilangan acak untuk perhitungan *crossover* dan mutasi menggunakan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dengan variabel *crossover* sebesar $A; M; Z_0; C; = 3; 8; 2; 7$ dan variabel mutasi sebesar $A; M; Z_0; C; = 3; 8; 6; 5$.

Langkah-langkah penjadwalan dengan algoritma genetika adalah:

- a. Reproduksi dilakukan pada kedua kromosom *parent* yang memiliki *makespan* terkecil dengan menukarkan gen pertama dengan gen kedua dari suatu kromosom. Lakukan pembangkitan dari kromosom 1 dan kromosom 2 hingga menghasilkan masing-masing 8 kromosom baru pada 1 populasi. Setelah itu hitung *makespan* dan *mean flow time* seluruh kromosom dan diurutkan berdasarkan *makespan* terkecil hingga terbesar.
- b. *Crossover* dilakukan dengan menggunakan metode *Order Crossover* (OX) atau *crossover* 2 titik potong. Hal ini dilakukan dengan penentuan kromosom *parent* 1 dan kromosom *parent* 2 yang berasal dari subpopulasi yang setara serta tentukan 2 bilangan acak yang akan digunakan, setelah itu tukar posisi kromosom *parent* 1 dan kromosom *parent* 2. Lakukan langkah tersebut hingga kromosom ke 8 dengan bilangan acak yang

- berbeda hingga menghasilkan 16 *child* baru. Lalu hitunglah *makespan* dan *mean flow time* seluruh kromosom dan diurutkan berdasarkan *makespan* terkecil hingga terbesar.
- c. Mutasi dilakukan dengan menggunakan metode pengkodean permutasi dengan cara memilih dua posisi dari kromosom berdasarkan bilangan acak yang digunakan dan kemudian dua posisi tersebut akan bertukar tempat. Tentukan kromosom *parent* 1 yang berasal dari 16 *child* hasil *crossover* sebelumnya serta 2 bilangan acak yang akan digunakan. Lakukan langkah tersebut hingga kromosom ke 16 dengan bilangan acak yang berbeda hingga menghasilkan 16 *child* baru. Setelah dilakukan mutasi, maka hitung *makespan* dan *mean flow time* seluruh kromosom dan diurutkan berdasarkan *makespan* terkecil hingga terbesar.

Dalam penjadwalan algoritma genetika, didapatkanlah urutan penjadwalan *job* terbaik yaitu 8-3-7-1-5-4-6-2 dengan *makespan* sebesar 24073,95 menit dan *mean flow time* sebesar 17614,647 menit.

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan kedua metode, dilakukan perbandingan antara hasil dari kedua metode tersebut dengan metode yang dilakukan oleh perusahaan. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan Metode Usulan dengan Metode Perusahaan

Metode	Makespan (menit)	Selisih (menit)	% Perbandingan	Mean Flow Time (menit)	Selisih (Menit)	% Perbandingan
Perusahaan	25131,515	-		19770,749		
NEH	24620,855	510,66	2,032	18726,491	1044,258	5,282
Genetika	24073,95	1057,565	4,208	17614,647	2156,102	10,906

5. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan adalah metode *forecast* yang paling cocok untuk digunakan bagi perusahaan dalam melakukan penjadwalan adalah metode regresi linear karena menghasilkan nilai *error* terkecil, sedangkan metode penjadwalan *job* yang paling cocok untuk diterapkan bagi perusahaan adalah metode metaheuristik yaitu metode algoritma genetika dengan urutan *job* yang dihasilkan adalah *job* 8 - *job* 3 - *job* 7 - *job* 1 - *job* 5 - *job* 4 - *job* 6 - *job* 2. Algoritma genetika dapat menurunkan *makespan* sebesar 1057,565 menit atau 4,208% dan *mean flow time* sebesar 2156,102 menit atau 10,906% dari penjadwalan perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Farouq, E. 2013. *Simulasi Aturan Johnson Untuk Penjadwalan Produksi Flowshop di Perusahaan Furniture*. Malang: Jurusan Ilmu Komputer Program Studi Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
- Febrianto, A. 2016. *Perancangan Penjadwalan Proses Part Repair Mesin Turbin Dengan Metode Algoritma Genetika Pada PT. Garuda Maintenance Facility Aeroasia*. Jakarta: Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara
- Ginting, R. 2009. *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Gozali, L., Ariyanti, S., & Natali, F.L. (2014). Machine Scheduling Proposed for Minimizing Makespan at PT Adiperkasa Anugrah Pratama, 7th International Seminar on Industrial Engineering and Management, Bali, Indonesia
- Jain, A.S., dan Meeran, S. 1998. *Job Shop Scheduling Using Neural Networks*, International Journal of Production Research Vol. 36, pp. 1249-1272.

6. Nawaz, M.E. Enscore, Jr., dan I. Ham. 1983. *A Heuristic Algorithm for m-Machine, n-Job Flow-shop Sequencing Problem*. Journal Omega Vol. 11, No. 1, pp. 91-95.
7. Taillard, E. 1990. *Some Efficient Heuristic Methods for the Flow Shop Sequencing Problem*. European Journal of Operational Research.