

USULAN PENJADWALAN PRODUKSI BENANG MENGGUNAKAN METODE NEH DAN METODE ALGORITMA JOHNSON UNTUK MEMINIMASI WAKTU PRODUKSI DI PT. LAKSANA KURNIA MANDIRI SEJATI

Silvi Ariyanti¹⁾, Adianto²⁾ dan Ricky Miharja³⁾

¹⁾Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana, Jakarta

²⁾Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara, Jakarta

³⁾Alumni Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara, Jakarta

e-mail: adianto@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Banyaknya permintaan konsumen terhadap perusahaan, membuat produksi perusahaan mengalami keterlambatan untuk pengiriman. Pada saat ini kondisi penjadwalan di perusahaan belum dilakukan dengan optimal sehingga akan berpengaruh besar terhadap kinerja produksi perusahaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan waktu produksi atau makespan dengan metode NEH dan Algoritma Johnson yang akan berdampak pada berkurangnya lateness produksi yang dialami oleh perusahaan. Metode Algoritma Johnson mencari makespan dengan cara pengurutan dengan melalui beberapa iterasi, dengan mencari waktu terpendek dari produksi atau SPT (Shortest Processing Time), adapula metode penjadwalan NEH mencari makespan dengan melakukan pengurutan berdasarkan LPT (Longest Processing Time) terlebih dahulu kemudian memasukkan job berdasarkan pengurutan tersebut satu persatu, yang akan melalui beberapa iterasi. Pada penelitian ini ditemukan bahwa metode penjadwalan NEH adalah yang paling tepat karena paling banyak mengurangi makespan dan mengecilkan waktu lateness.

Kata kunci: Penjadwalan, Job, NEH, Algoritma Johnson.

ABSTRACT

The number of consumer demand for the company, making the production of companies experiencing delays for delivery. At this time the condition of scheduling in the company has not been done optimally so it will have a big effect on the company's production performance. The purpose of this study is to minimize the time of production or makespan with NEH and Johnson algorithm that will affect the decrease of production lateness experienced by the company. The Algorithm Johnson method looks for the makepan by sorting through several iterations, by finding the shortest time of production or SPT (Shortest Processing Time), the NEH scheduling method for makespan by sequencing based on LPT (Longest Processing Time) are one by one, which will go through several iterations. In this study found that NEH scheduling method is the most appropriate because it reduces most makespan and minimizes latent time.

Keyword: Schedule, Job, NEH, Algorithm Johnson

PENDAHULUAN

Dalam memenuhi kebutuhan konsumen sesuai dengan *due date* yang telah ditentukan merupakan kewajiban yang harus dilakukan oleh perusahaan. Banyak sekali faktor yang menentukan untuk meminimalkan waktu produksi, salah satu yang terpenting adalah penjadwalan produksi secara optimal. Dalam suatu kegiatan produksi, untuk mendapatkan suatu hasil yang optimum, maka seluruh aktivitas-aktivitas produksi terlebih dahulu harus direncanakan dengan baik. Penjadwalan produksi yang telah dilakukan diharapkan dapat mengurangi *idle* (waktu tunggu) mesin agar dapat dilakukan produksi secara optimal.

PT. Laksana Kurnia Mandiri Sejati merupakan perusahaan yang memproduksi benang Acrylic. Perusahaan ini belum memiliki sistem penjadwalan yang optimal, dimana *order* yang masuk terlebih dahulu akan dikerjakan atau FCFS (*First Come First Serve*), dan orderan yang lain harus mengantri. Pada sistem ini juga belum memandang kuantiti orderan sehingga masih banyak penumpukan order. Dalam proses operasionalnya PT. Laksana Kurnia Mandiri Sejati belum melakukan penjadwalan produksi secara optimal di mana dalam hal ini masih mengalami keterlambatan dalam pengiriman produk pada beberapa konsumennya. Perumusan masalah yang akan

dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan penjadwalan produksi sehingga dapat mempersingkat atau mengoptimalkan waktu penyelesaian akhir (*makespan*) secara keseluruhan.

Berdasarkan permasalahan di atas, diperlukan adanya penjadwalan produksi serta proses pengerjaan *job* yang lebih efektif pelaksanaan aktivitas proses produksinya, namun tetap memperhatikan dan mengutamakan kualitas produk. Pada penelitian ini, menggunakan metode NEH (*Nawaz, Enscore, and Ham*) dan Algoritma Johnson sebagai pembanding dengan penjadwalan yang telah dilakukan oleh perusahaan. Dengan begitu, akan mendapatkan usulan metode yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan untuk mempersingkat waktu produksi atau memperkecil *makespan* yang berdampak pada berkurangnya *lateness* pengiriman perusahaan ke konsumen.

Penjadwalan Mesin Produksi

Penjadwalan produksi merupakan salah satu tahap penting sebelum memulai kegiatan produksi. Waktu penyelesaian produk patut diperhitungkan oleh perusahaan. Keterlambatan produksi akan merugikan perusahaan karena dapat mengurangi kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan. Bila produksi tersebut dapat diselesaikan terlalu awal dari *due date* yang telah ditetapkan, maka biaya simpan juga akan bertambah. Selain waktu penyelesaian produk, hal lain yang perlu diperhatikan oleh perusahaan adalah kebutuhan bahan baku, karena untuk dapat memproduksi suatu produk, maka bahan baku yang dibutuhkan harus sudah tersedia sebelum proses produksi dimulai. Dalam sebuah proses waktu pemesanan, dan jumlah persediaan bahan baku juga harus diperhitungkan. Dengan penjadwalan produksi yang baik tentunya mesin-mesin yang digunakan dapat dioperasikan sesuai dengan kapasitas yang dimiliki dan memperkecil kemungkinan timbulnya waktu yang tidak produktif dari mesin-mesin tersebut.

Dalam pembuatan jadwal harus diketahui lebih dahulu adalah kapasitas produksi mesin yang dapat digunakan, diantaranya: (1) *First*

Come First Server (FCFS) dimana urutan pekerjaan diproses berdasarkan urutan order/pesanan yang masuk. (2) *Shortest Processing Time* (SPT) dimana urutan pekerjaan dipilih berdasarkan waktu proses yang paling singkat. (3) *Longest Processing Time* (LPT) dimana urutan pekerjaan dipilih berdasarkan waktu proses yang paling lama.

Macam Penjadwalan Produksi

Penjadwalan secara garis besar berdasarkan urutan proses produksinya dapat dibedakan dalam 2 macam yaitu pertama, *Job Shop* adalah pola alir dari *N job* melalui *M* mesin dengan pola aliran sembarang dan proses pengurutan pekerjaan untuk lintasan produk yang tidak beraturan. Penjadwalan pada proses produksi *job shop* salah satu ciri-cirinya adalah bentuk tata letak *job shop* biasanya digolongkan dari peralatan yang mempunyai fungsi yang mirip di suatu area [1]

Yang kedua, *Flow Shop* adalah proses penentuan urutan pekerjaan yang memiliki lintasan produk yang sama atau hampir sama. Pada dasarnya ada beberapa macam pola *flow shop*, antara lain: (a) *Pure Flow Shop*, *Flow shop* yang memiliki jalur produksi yang sama untuk semua tugas. Mesin disusun sesuai dengan alur proses yang ada dimana sebuah *job* diharuskan menjalani satu kali proses untuk tiap-tiap kondisi. Bentuk *Pure Flow Sonata* sistem.

Penjadwalan Job pada Mesin

Penetapan penjadwalan atau urutan *job* pada suatu produksi akan memberikan keuntungan: (1) Tenaga manusia dan mesin beserta kelengkapannya dapat digunakan seefektif mungkin. (2) Keterlambatan dan kemacetan dalam proses produksi dapat ditekan sekecil mungkin. (3) Penggunaan produksi dapat dilaksanakan dengan baik dengan cara membandingkan pelaksanaan produksi dan rencana urutan yang telah disusun. (4) Total waktu dan proses secara keseluruhan dapat dicari sampai seminimal mungkin. (5) Keseimbangan dari operasi dapat dilaksanakan dengan baik.

Penyelesaian dalam masalah penjadwalan ini dapat diklasifikasikan menurut jumlah mesin

dan *job* yang dijadwalkan menjadi tiga macam yaitu: 1) Penjadwalan untuk N *Jobs*, 1 Mesin. 2) Penjadwalan untuk N *Jobs*, 2 Mesin. 3) Penjadwalan untuk N *Jobs*, M Mesin. Beberapa istilah umum yang digunakan dalam membahas masalah penjadwalan produksi [2]: 1) Waktu pengerjaan atau *Processing Time* (t_{ij}) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan/*job* ke- i pada mesin ke- j . 2) Waktu tunggu atau *Waiting Time* (W_{ij}) adalah waktu yang dipergunakan oleh *job*/pekerjaan ke- i sebelum *job* tersebut diproses pada suatu mesin ke- j . 3) Batas akhir atau *Due Date* (d_i) adalah waktu yang diberikan setiap *job*/pekerjaan ke- i sebagai batas penyelesaian pekerjaan. 4) *Allowance time* (a_i) adalah waktu longgar untuk proses diantara waktu ready/siap (r_i) sampai dengan *due date*. 5) Waktu keseluruhan atau *Completion time* (C_i) adalah waktu yang diberikan pada setiap *job*/pekerjaan ke- i sebagai batas penyelesaian pekerjaan. 6) Waktu keterlambatan atau *Lateness Time* (L_i) adalah selisih dari *completion time* dikurangi *due date*. 7) *Tardiness* (T_i) adalah *job* yang terlambat diserahkan ke konsumen. 8) *Earliness* (E_i) adalah penyelesaian *job* lebih cepat dari batas waktu yang ditentukan. 9) *Makespan* (M_s) adalah waktu penyelesaian seluruh *job* pada *shop*.

Penjadwalan N *Jobs* 2 Mesin – Algoritma Johnson

Aturan Johnson adalah suatu aturan meminimumkan *makespan* dua mesin yang disusun paralel dan saat ini menjadi dasar teori penjadwalan [3]. Adapun prosedur Johnson memuat langkah: 1) Dapatkan waktu proses yang lebih kecil. Jika terdapat pada mesin A, tempatkan pekerjaan tersebut sebagai pekerjaan pertama pada mesin A. Jika terdapat pada mesin B tempatkan pekerjaan tersebut sebagai pekerjaan terakhir pada mesin B. 2) Pindahkan pekerjaan yang telah ditempatkan atau ditugaskan dan kembali ke langkah 1. Jika semua pekerjaan telah selesai ditempatkan, maka diperoleh urutan yang optimal. Jika terdapat dua pekerjaan mempunyai waktu sama, pada mesin sama dimana waktu tersebut lebih kecil dari waktu pada mesin lain, maka

pembagian penugasan untuk dua pekerjaan tersebut adalah sembarang.

Untuk permasalahan penjadwalan dengan mesin yang lebih dari dua buah, akan sulit dipecahkan dengan metode ini. Untuk mengatasinya, maka digunakan Metode Campbell yang merupakan pengembangan dari metode Johnson.

Penjadwalan N *Jobs* M *Machine*

Penjadwalan N *job* M mesin merupakan sebuah tipe *static shop sequencing* dimana n *job* harus diproses oleh m mesin. Seluruh pekerjaan tersebut diproses di awal periode pengerjaannya, serta tidak ada pekerjaan-pekerjaan baru yang datang selama periode tersebut (*static job arrival pattern*). Juga pekerjaan-pekerjaan tersebut tidak diperbolehkan saling melewati urutan yang telah ditentukan (pekerjaan-pekerjaan bertahan pada posisi satu urutan yang sama).

Ada teknik secara *heuristic* mampu memberikan urutan yang baik / urutan yang optimal dalam menyelesaikan problem penjadwalan N *jobs* M *machines* yaitu metode algoritma Campbell [4]. Metode ini dipakai untuk menjadwalkan N *job* pada mesin yang lebih dari dua dan merupakan pengembangan dari metode Johnson. Dengan demikian metode Johnson dapat dipakai sebagai dasar perhitungan urutan *job* pada mesin.

Metode Nawaz, Ensore, Ham (NEH)

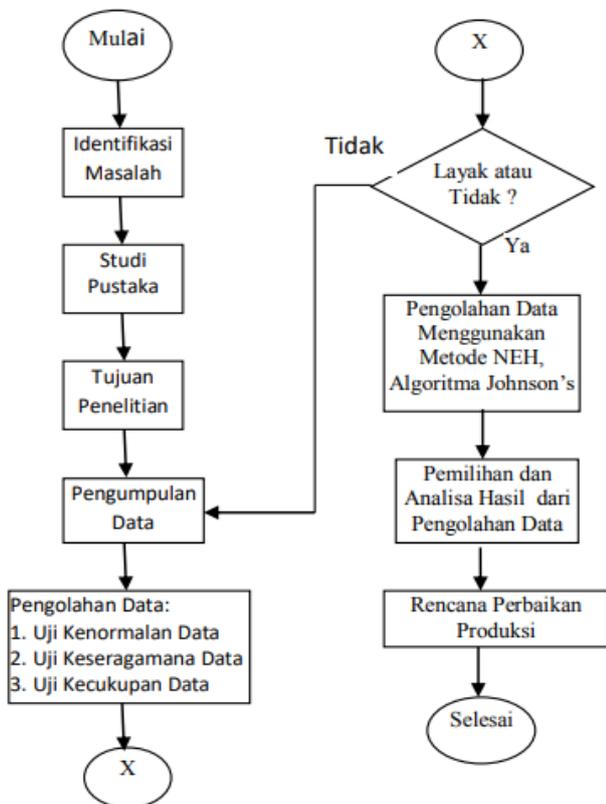
Metode *Nawaz, Ensore, and Ham* (NEH) ini dikembangkan oleh Muhammad Nawaz, E. Emory Ensore Jr, dan Inyong Ham pada tahun 1983.[5] “*In a general flowshop, where all the jobs must pass through all the machines in the same order, certain heuristic algorithms propose that the jobs with higher total process time should be given higher priority than the jobs with less total process time*” yang artinya dalam penjadwalan *flowshop* secara umum, dimana semua *job* harus melewati semua mesin pada order yang sama. Algoritma *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.

Algoritma NEH mengasumsikan *job* yang memiliki total waktu proses untuk semua mesin yang lebih besar harus didahulukan dibanding *job* dengan total waktu proses yang lebih kecil. NEH menginisialisasikan urutan *job* secara *descending* berdasarkan total waktu proses tiap *job*-nya. Kemudian dilakukan proses *partial squence*, yaitu menentukan urutan terbaik dari setiap posisi *job* yang mungkin.

METODOLOGI PENELITIAN

Flowchart

Penelitian ini tentu memerlukan urutan pelaksanaan yang terencana dan terperinci agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Dalam penelitian ini, pada awalnya dilakukan identifikasi masalah kemudian studi pustaka untuk mengetahui metode apa yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut, kemudian menentukan tujuan dari penelitian. Setelah itu dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data menggunakan Metode NEH dan Algoritma Johnson's dari kedua metode tersebut dipilih metode yang terbaik untuk perbaikan produksi. *Flowchart* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Identifikasi dan Definisi Variabel

Variabel–variabel yang berhubungan dengan permasalahan, yaitu sebagai berikut :

1. Waktu Proses
 Waktu proses adalah waktu yang diperlukan untuk pengerjaan tiap operasi dalam tiap *job*, termasuk didalamnya waktu *set up* dan waktu persiapan.
2. Waktu Baku
 Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan pekerja dengan kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan pekerjaan secara normal. Waktu baku ini diperoleh melalui pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*Stop Watch*)
3. Data Permintaan
 Data permintaan adalah jumlah pemesanan atau permintaan dari konsumen pada masing-masing tipe *job*. Data permintaan ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan untuk permintaan tiap-tiap *job* pengerjaan, data ini diperlukan untuk menghitung total pengerjaan waktu untuk masing-masing *job*.
4. Data waktu pengerjaan *job*

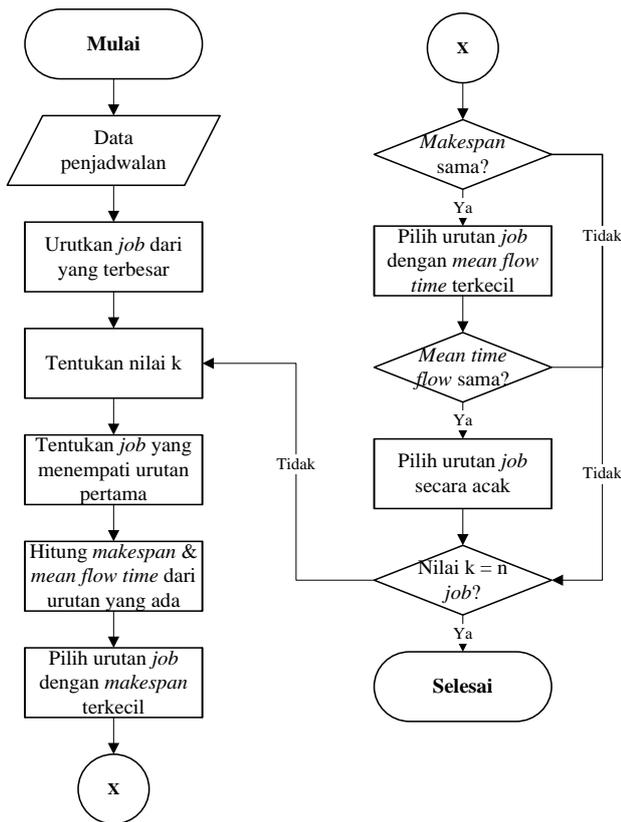
Data ini merupakan pengolahan dari data waktu baku dan data permintaan.

Metode Pengumpulan Data

- a. Data Primer
 Data primer adalah data yang diukur pada saat penelitian lapangan oleh peneliti pada obyek penelitian, dimana data diperoleh secara langsung di perusahaan yang sedang diteliti.
- b. Data Sekunder
 Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dengan melakukan pengumpulan data yang telah ada di perusahaan (dokumen perusahaan) tanpa ada perhitungan terlebih dahulu.

Flowchart Metode NEH

Pengolahan data yang pertama menggunakan Metode NEH (*Nawaz, Ensore and Smith*) sebagai acuan usulan pergantian penjadwalan produksi. *Flowchart* penggunaan metode NEH dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Metode NEH

HASIL DAN PEMBAHASAN

Makespan Riil Perusahaan

Dari data yang telah diamati di perusahaan mengenai banyak *job* yang ada di perusahaan, waktu siklus, ketersediaan mesin, dan lainnya maka didapatkan hasil *makespan* perusahaan pada bulan Juli 2017. Waktu keseluruhan yang diperlukan perusahaan untuk menyelesaikan *job* pada bulan Juli 2017 adalah selama 960,87 jam atau selama 45,75 hari. Tabel dapat dilihat dibawah ini. Tabel Proses mencari *makespan* dan tabel *makespan* perusahaan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Sehingga dari hasil perhitungan *makespan* dari produksi perusahaan pada bulan Juli 2017 totalnya selama 960,87 jam untuk memenuhi seluruh permintaan dari perusahaan.

Adapula usulan penjadwalan produksi yang dilakukan untuk meminimasi *makespan*. Hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan metode NEH (*Nawaz, Enscore, dan Ham*) untuk meminimasi *makespan*, dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 1. Urutan Proses *Job* Perusahaan

Job	Mesin <i>Blending</i>			Mesin <i>Mixing</i>		
	Kode	Start (Jam)	End (Jam)	Kode	Start (Jam)	End (Jam)
1	B1	0	221,704	M1	221,704	286,23
2	B2	0	163,018	M2	163,016	201,252
3	B3	0	312,994	M3	312,994	386,404
4	B4	0	228,225	M4	228,225	281,753
5	B2	163,018	326,034	M2	326,034	364,269
6	B1	221,704	443,408	M4	443,408	495,407
7	B4	228,225	603,165	M2	603,165	691,105
8	B3	312,994	443,408	M1	443,408	473,996
9	B2	326,034	547,738	M4	547,738	599,737
10	B1	443,408	635,769	M3	635,769	680,886
11	B3	443,408	691,195	M1	691,195	749,312
12	B2	547,738	743,359	M4	743,359	789,241
13	B4	603,165	877,035	M3	877,035	941,269
14	B1	635,769	798,787	M2	798,787	837,022
15	B3	691,195	909,639	M1	909,639	960,874

Tabel 2. *Makespan* Produksi Perusahaan

Periode	Urutan <i>Job</i> Penjadwalan	<i>Makespan</i> Perusahaan (Jam)
Juli 2017	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15	960,87

Tabel 3. Urutan Proses *Job* Metode NEH

Job	Mesin <i>Blending</i>			Mesin <i>Mixing</i>		
	Kode	Start (Jam)	End (Jam)	Kode	Start (Jam)	End (Jam)
7	B1	0	374,94	M1	374,94	462,88
3	B2	0	312,99	M2	312,99	386,41
13	B3	0	273,87	M3	273,87	338,1
11	B4	0	247,79	M4	247,79	305,9
1	B4	247,9	469,49	M4	469,49	534,02
4	B3	273,87	502,1	M3	502,1	555,62
6	B2	312,99	534,7	M2	534,7	586,7
9	B1	374,94	596,64	M1	596,64	648,64
15	B4	469,49	687,94	M4	687,94	739,17
12	B3	502,1	697,72	M3	697,72	743,6
10	B2	534,7	727,06	M2	727,06	772,18
2	B1	596,64	759,66	M1	759,66	797,9
5	B4	687,94	850,95	M4	850,95	777,41
14	B3	697,72	860,73	M3	860,73	898,97
8	B2	727,06	857,47	M2	857,47	888,06

Tabel 4. *Makespan* Metode Usulan Metode NEH

Periode	Urutan <i>Job</i> Penjadwalan	<i>Makespan</i> Perusahaan (Jam)
Juli 2017	7-3-13-11-1-4-6-9-15-12-10-2-5-14-8	898,97

Makespan Penjadwalan Usulan dengan Metode NEH

Dari hasil perhitungan diatas dengan menggunakan metode NEH didapatkan urutan produksi yang berbeda dengan perusahaan, urutan *job* nya menjadi 7-3-13-11-1-4-6-9-15-12-10-2-5-14-8 , dengan urutan tersebut maka diperoleh *makespan* selama 898,97 jam untuk menyelesaikan *job* pada bulan Juli 2017.

Makespan Penjadwalan Usulan dengan Algoritma Johnson

Selain metode NEH sebagai metode usulan, adapula metode yang digunakan untuk mengurangi *makespan* perusahaan sebagai alternative, yaitu menggunakan Algoritma Johnson. Hasil perhitungan metode Algoritma Johnson dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Dari Tabel 6s, diketahui bahwa urutan proses nya menjadi 7-3-1-13-11-4-9-6-15-12-10-14-5-2-8 dengan menggunakan algoritma

Johnson dan *makespan* nya menjadi 898,97 jam untuk menyelesaikan *job* pada bulan Juli 2017.

Perbandingan dan Analisa Selisih Makespan Antar Metode

Berikut ini merupakan selisih perbandingan antara waktu perusahaan dengan metode usulan untuk mengetahui penggunaan dengan waktu yang efektif. Selisih perbandingan dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari hasil perhitungan yang telah di peroleh menggunakan kedua metode tersebut yaitu metode NEH (*Nawaz, Enscore, dan Ham*) dan Algoritma Johnson adalah 898,97 jam dibandingkan *makespan* perusahaan yaitu selama 960,87 jam dengan selisih sebesar 61,9 jam atau sebesar 6,44%. Sehingga metode yang diusulkan lebih efektif dibandingkan metode yang digunakan oleh perusahaan.

Tabel 5. Urutan Proses *Job* Algoritma Johnson

Job	Mesin <i>Blending</i>			Mesin <i>Mixing</i>		
	Kode	Start (Jam)	End (Jam)	Kode	Start (Jam)	End (Jam)
7	B1	0	374,94	M1	374,94	462,88
3	B2	0	312,994	M2	312,994	386,405
1	B3	0	221,704	M3	221,704	286,23
13	B4	0	273,87	M4	273,87	338,104
11	B3	221,704	469,404	M3	469,404	527,5
4	B4	273,87	502,095	M4	502,095	555,624
9	B2	312,994	534,698	M2	534,698	586,697
6	B1	374,94	596,644	M1	596,644	648,643
15	B3	469,404	687,848	M3	687,848	739,083
12	B4	502,095	697,716	M4	697,716	743,598
10	B2	534,698	727,059	M2	727,059	772,176
14	B1	596,644	759,662	M1	759,662	797,897
5	B3	687,848	850,866	M3	850,866	889,101
2	B4	697,716	860,734	M4	860,734	898,969
8	B2	727,059	857,473	M2	857,473	888,061

Tabel 6. *Makespan* Metode Usulan Algoritma Johnson

Periode	Urutan <i>Job</i> Penjadwalan	<i>Makespan</i> Perusahaan (Jam)
Juli 2017	7-3-1-13-11-4-9-6-15-12-10-14-5-2-8	898,97

Tabel 7. Perbandingan Selisih *Makespan*

Periode	Perusahaan (Jam)	Metode NEH (<i>Nawaz, Enscore, Ham</i>) (Jam)	Metode Algoritma Johnson (Jam)	Selisih (Jam)	Persentase (%)
Juli 2017	960,87	898,97	898,97	61,9	6,44

Dengan begitu perusahaan dapat memilih salah satu dari metode yang digunakan, guna mempersingkat waktu *makespan*. Pemilihan metode dapat disesuaikan dengan jumlah permintaan konsumen dan ketersediaan mesin yang ada. Adapula yang harus diperhatikan selain daripada penjadwalan produksi, yaitu mengenai ketersediaan bahan baku, kondisi di lapangan, kondisi mesin dan lainnya guna untuk memperkecil waktu siklus setiap produk. Serta pengawasan yang lebih ketat dan manajemen perusahaan dalam program peningkatan motivasi kerja 171 pada para pekerja agar bisa meminimasi waktu *idle* (menganggur) yang menyebabkan penumpukan *job*. Karena penjadwalan produksi tidak hanya

mementingkan bagaimana *job* itu di selesaikan dengan waktu yang cepat, tetapi harus tetap memperhatikan mutu dan kualitas produk.

Perbandingan *Lateness* Antar Metode

Pada setiap *job* pasti memiliki batas waktu maksimal pengiriman yang telah ditentukan oleh kedua belah pihak yaitu konsumen dan produsen. Pada perusahaan PT. Laksana Kurnia memiliki *deadline* yang sama pada setiap *job* nya yaitu perusahaan memiliki *due date* selama 35 hari kerja atau selama 735 jam pada setiap *job*-nya. Perbandingan *Lateness* antar metode dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan *Lateness* Antar Metode

Job	Due Date (Jam)	Perusahaan (Jam)		Metode NEH (Jam)		Algoritma Johnson (Jam)	
		Completion	Lateness	Completion	Lateness	Completion	Lateness
1	735	286,23	0	534,02	0	286,23	0
2	735	201,252	0	797,9	62,9	898,969	163,969
3	735	386,404	0	386,41	0	386,405	0
4	735	281,753	0	555,62	0	555,624	0
5	735	364,269	0	777,41	42,41	889,101	154,101
6	735	495,407	0	586,7	0	648,643	0
7	735	691,105	0	462,88	0	462,88	0
8	735	473,996	0	888,06	153,06	888,061	153,061
9	735	599,737	0	648,64	0	586,697	0
10	735	680,886	0	772,18	37,18	772,176	37,176
11	735	749,312	14,312	305,9	0	527,5	0
12	735	789,241	54,241	743,6	8,6	743,598	8,598
13	735	941,269	206,269	338,1	0	338,104	0
14	735	837,022	102,022	898,97	163,97	797,897	62,897
15	735	960,874	225,874	739,17	4,17	739,083	4,083
		Total	602,72	Total	472,29	Total	583,88

Dari Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa metode NEH merupakan metode yang paling efektif untuk digunakan perusahaan karena memiliki nilai *lateness* yang paling kecil yaitu sebesar 472,29 jam dibandingkan dengan metode perusahaan yaitu sebesar 602,72 jam maupun Algoritma Johnson yang sebesar 583,88 jam.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan yang dilakukan untuk *job* pada bulan Juli 2017 dapat diambil kesimpulan bahwa metode NEH dan Algoritma Johnson memiliki *makespan* yang sama dengan total *makespan* 898,97 jam. Dengan begitu selisih waktu dengan perusahaan yakni selama 61,9 jam atau selama 2 hari 20 jam kerja atau memperkecil sebesar 6,44% dari *makespan* perusahaan. Selain itu, metode NEH memiliki nilai nilai *lateness* yang terkecil yaitu sebesar 472,29 jam dibandingkan metode lain yang memiliki nilai *lateness* yang lebih tinggi. Perusahaan dapat menerapkan metode NEH sebagai metode penjadwalan untuk memperkecil *makespan*, karena memiliki nilai *lateness* yang paling kecil. Urutan penjadwalan yang dapat diterapkan perusahaan berdasarkan hasil perhitungan dengan metode NEH adalah 7-3-13-11-1-4-6-9-15-12-10-2-5-14-8. Selain itu, perusahaan juga harus mempertimbangkan

hal-hal yang membuat waktu siklus produk menjadi besar serta terus menjaga kondisi mesin tetap baik untuk menjaga kualitas benang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ginting, Rosnani, 2009. "Penjadwalan Mesin", Edisi I, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] Herjanto, eddy, 1999, "Manajemen Produksi dan Operasi", PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- [3] Kusuma, Hendra, 2002, "Perencanaan dan Pengendalian Produksi", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [4] Nasution, H.Arman, 1999, "Perencanaan dan Pengendalian Produksi", PT. Guna Widya, Jakarta.
- [5] Pinedo, M., 1996. *Scheduling theory, algorithms and systems*, New Jersey, United States of America: Prentice-Hall.