

OPTIMASI SISTEM PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE NAWAZ ENSCORE HAM (NEH) PADA PT. SINAR SEMESTA

PRODUCTION SCHEDULING SYSTEM OPTIMIZATION USING THE NAWAZ ENSCORE HAM (NEH) METHOD AT PT. SINAR SEMESTA

Nino Kurniawan ^a, Suseno ^b

^a Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Teknologi
Yogyakarta [email: ninokrwn@gmail.com](mailto:ninokrwn@gmail.com) ,

^b Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Teknologi
Yogyakarta [email: suseno@uty.ac.id](mailto:suseno@uty.ac.id)

Abstract

Problems: One of the problems that usually occurs on the production floor is related to delays in the completion of production at PT. Sinar Semesta. The company carries out production based on FCFS (First Come First Serve), where orders will be executed sequentially according to the date of the order. This causes the total completion time for a product to be longer, so to maintain the accuracy of order completion, scheduling is needed in order to minimize Makespan.

Purpose: The purpose of the research is to minimize the total completion time for each Job so that there is a decrease in the Makespan with the Job order that has been sorted according to a more optimal level of total completion time.

Methodology: The research was conducted using the Nawaz Enscore Ham (NEH) method with the LPT (Longest Processing Time) and SPT (Shortest Processing Time) approaches.

Results/Findings: Based on research conducted in the Production department using the company's existing method, namely FCFS, the results obtained a Makespan of 298.22 hours on 5 Jobs in October 2022 in the order 1-2-3-4-5. Whereas using the LPT and SPT approaches, the Job sequence is 3-2-1-4-5 with a Makespan of 295.06 hours. Efficiency Index 1,011 and Relative Error with a value of 1.06%. Then using the NEH method is better than using FCFS.

Paper Type: Field Research

Keywords: Makespan, Nawaz Enscore Ham, Longest Processing Time, Shortest Processing Time

Abstrak

Masalah: Salah satu masalah yang biasa terjadi pada rantai produksi terkait tentang keterlambatan penyelesaian produksi di PT. Sinar Semesta. Perusahaan melakukan produksi berdasarkan FCFS (*First Come First Serve*), dimana pesanan akan dikerjakan urut sesuai tanggal pesanan. Hal ini menyebabkan total waktu penyelesaian suatu produk akan lebih lama, sehingga untuk mempertahankan ketepatan penyelesaian pesanan maka diperlukan penjadwalan agar dapat meminimalkan *Makespan* (total waktu penyelesaian).

Tujuan: Tujuan penelitian adalah untuk meminimalkan total waktu penyelesaian setiap *Job* sehingga terjadi penurunan *Makespan* dengan urutan *Job* yang telah diurutkan sesuai dengan tingkat total waktu penyelesaian yang lebih optimal.

Metodologi: Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Nawaz Enscore Ham* (NEH) dengan pendekatan LPT (*Longest Processing Time*) dan SPT (*Shortest Processing Time*).

Temuan/Hasil Penelitian: Berdasarkan penelitian yang dilakukan di departemen Produksi dengan menggunakan metode *existing* perusahaan yaitu FCFS didapatkan hasil *Makespan* sebesar 298,22 jam pada 5 *Job* di bulan Oktober 2022 dengan urutan 1-2-3-4-5. Sedangkan dengan menggunakan pendekatan LPT dan SPT didapatkan urutan *Job* 3-2-1-4-5 dengan *Makespan* sebesar 295,06 jam. Hal ini menunjukkan metode NEH pendekatan LPT dan SPT terjadi penurunan *Makespan* sebesar 3,16 jam sedangkan untuk hasil *Efficiency Index* 1,011 dan *Relative Error* dengan nilai 1,06%. Maka penggunaan metode NEH lebih baik daripada menggunakan FCFS.

Jenis penelitian: Penelitian Lapangan

Kata kunci Total Waktu Penyelesaian; NEH; Waktu Proses Terlama; Waktu Proses Tersingkat

A. PENDAHULUAN

Dalam bidang industri manufaktur yang bersaing untuk mendapatkan hasil yang terbaik bagi kepuasan konsumen. Hal ini menyebabkan perusahaan harus dapat mempertahankan ketepatan waktu penyelesaian produk yang telah diminta oleh konsumen. Maka dari itu dapat dilakukannya pengaturan penjadwalan pada pesanan produk sehingga tepat waktu. Fungsi dari penjadwalan produksi adalah meminimalisasi keterlambatan yang terjadi pada proses produksi di pabrik (Mahaputra, 2021).

Sistem manufaktur yang diterapkan oleh PT. Sinar Semesta untuk memenuhi permintaan berdasarkan pesanan (*make to order*). Konsumen

tentu dipertahankan oleh perusahaan dengan memperhatikan ketepatan waktu penyelesaian (*Makespan*). Perusahaan masih menggunakan sistem penjadwalan sederhana, yaitu *First Come First Serve* (FCFS).

Penjadwalan produksi dalam industri memiliki peran penting sebagai bentuk pengambilan keputusan yang berfokus pada pengkoordinasian waktu dalam kegiatan produksi (Syabani & Setiafindari, 2022). Penjadwalan FCFS akan memproses pesanan yang masuk lebih awal kemudian akan diproses lebih dahulu. Metode tersebut memiliki beberapa kendala yaitu jika pesanan datang secara bersamaan maka akan kesulitan menentukan pesanan mana yang lebih dahulu akan diproses, pesanan akan

diproses lebih lama sehingga akan terdapat waktu menganggur (*idle Time*) yang tinggi.

Permasalahan tersebut tentu akan mempengaruhi besarnya waktu penyelesaian (*Makespan*). *Makespan* yang besar akan memiliki peluang yang besar akan mengakibatkan pesanan selesai melebihi *duedate*. Solusi untuk masalah penjadwalan flow shop menggunakan metode heuristic yaitu algoritma, Algoritma *Nawaz Ensore Ham* (NEH) mendapatkan nilai terkecil dari perhitungan algoritma tersebut sehingga dapat diimplementasikan pada perusahaan agar mendapatkan penjadwalan terbaik.

Menurut Taillard (1989) metode *Nawaz Ensore Ham* merupakan *incremental construction algorithms* yang telah mendapatkan penghargaan sebagai metode *heuristic* terbaik dalam *flow shop problem*. Sehingga diharapkan mampu memberikan suatu bantuan berupa alat atau metode dalam menyelesaikan permasalahan di perusahaan keterlambatan pengerjaan pekerjaan yang dapat mempengaruhi biaya pengerjaan (Febianti et al., 2019). Metode *Nawaz Ensore Ham* (NEH) lebih unggul dibandingkan dengan metode heuristic yang lain karena lebih teliti dalam menghitung kemungkinan urutan job yang dijadwalkan sehingga menghasilkan nilai *Makespan* yang optimal (Muharni & Utami, 2019).

Berdasarkan metode penjadwalan produksi di PT. Sinar Semesta yang menggunakan *First Come First Serve* didapatkan nilai *Makespan* sebesar 298,22 jam pada 5 Job di bulan Oktober 2022 dan terdapat 6 pengelompokan proses yang selanjutnya akan dibandingkan nilai *Makespan* dengan perhitungan NEH berdasarkan SPT dan LPT, sehingga dapat ditemukan nilai

paling optimal untuk urutan 5 Job tersebut.

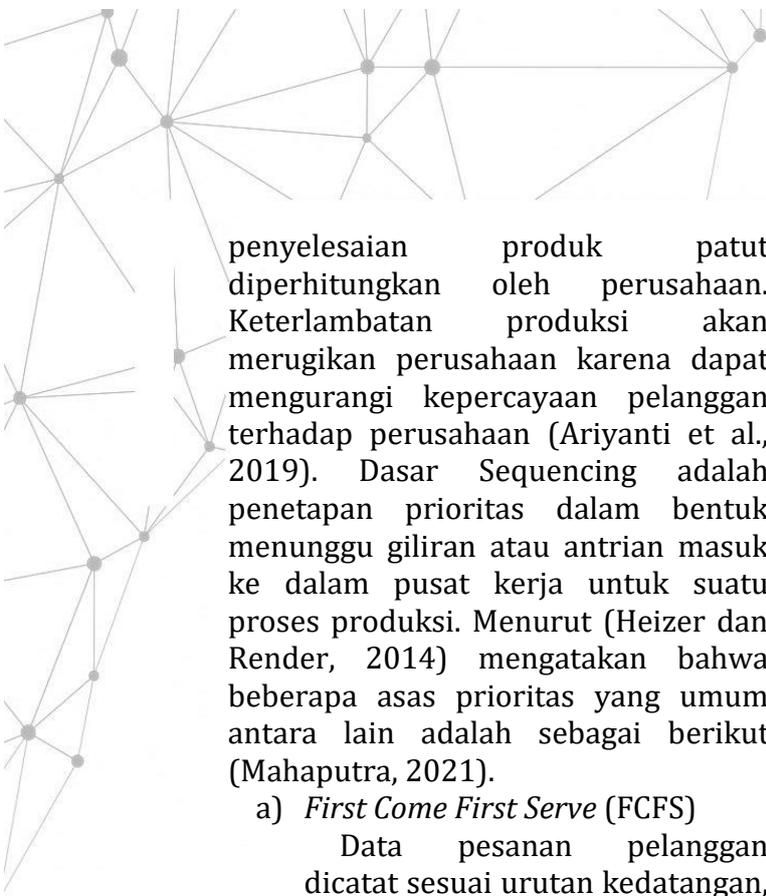
Dalam jurnal Optimasi Penjadwalan *Flow Shop* Perusahaan Garment dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), Algoritma *Nawaz Ensore Ham* (NEH), dan Algoritma *Pour* dengan Kriteria meminimalkan *Makespan* terdapat sebuah perusahaan Garment yang telah menerapkan penjadwalan *flow shop* dengan sistem *First Come First Serve* (FCFS). Sistem pada perusahaan memiliki permasalahan saat pesanan datang di saat yang sama akan berpengaruh pada waktu pengerjaan pada mesin yang mengakibatkan timbulnya waktu tunggu (*idle Time*) tentu berpengaruh pada nilai *Makespan*. Penelitian ini melakukan perbandingan hasil *Makespan* pada penjadwalan mesin menggunakan berbagai tingkat penyelesaian, yaitu metode penjadwalan mesin (metode algoritma NEH)) dengan kriteria meminimalkan *Makespan* (Apnena, 2021)

B. TINJAUAN TEORI

1. Penjadwalan

Penjadwalan adalah pengurutan pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Dengan demikian masalah *sequencing* senantiasa melibatkan pengerjaan sejumlah komponen yang sering disebut dengan istilah *Job*. *Job* sendiri masih merupakan komposisi dari sejumlah elemen-elemen dasar yang disebut aktivitas atau operasi. Tiap aktivitas atau operasi ini membutuhkan alokasi sumber daya tertentu selama periode waktu tertentu yang sering disebut dengan waktu proses (Ginting, 2009).

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 (Ariyanti et al., 2019). Dasar Sequencing adalah penetapan prioritas dalam bentuk menunggu giliran atau antrian masuk ke dalam pusat kerja untuk suatu proses produksi. Menurut (Heizer dan Render, 2014) mengatakan bahwa beberapa asas prioritas yang umum antara lain adalah sebagai berikut (Mahaputra, 2021).

a) *First Come First Serve* (FCFS)

Data pesanan pelanggan dicatat sesuai urutan kedatangan, pesanan yang datang pertama akan dicatat pada urutan pertama dan dilanjutkan pesanan yang datang kedua dan begitu seterusnya hingga pesanan yang terakhir datang (Fadli & Sulistiyowati, 2019).

b) *Shortest Processing Time* (SPT)

SPT dimulai dari pencatatan pesanan pelanggan berdasarkan waktu pemrosesan terpendek, sehingga pesanan yang memiliki waktu proses pengerjaan terpendek akan dicatat pada urutan pertama dan dilanjutkan pesanan yang memiliki waktu proses pengerjaan lebih lama hingga di urutan terakhir adalah pesanan dengan waktu pemrosesan paling panjang.

c) *Longest Processing Time* (LPT)

Pada aturan ini, pekerjaan yang memiliki waktu proses yang paling lama akan dijadwalkan terlebih dahulu. Secara sederhana aturan ini mengurutkan pekerjaan dari yang memiliki waktu proses terbesar hingga yang terkecil ($t_1 \geq t_2 \geq \dots \geq t_n$).

Setelah itu penjadwalan dilakukan berdasarkan urutan tersebut. (Andi Muh.Fadel Fachryansyah, Jhon, Dr. Vladimir, 2021)

2. *Nawaz Ensore Ham* (HAM)

Menurut Nawaz (1983) Metode *Nawaz*, *Ensore*, dan *Ham* (NEH) pertama kali diciptakan oleh Muhammad Nawaz, E. Emory Ensore Jr, dan Inyong Ham pada tahun 1983. Dimana semua pekerjaan harus diproduksi oleh mesin dalam urutan yang sama, algoritma heuristik tertentu mengusulkan bahwa pekerjaan dengan total waktu pemrosesan yang lebih tinggi harus diberikan prioritas yang lebih tinggi daripada pekerjaan dengan total waktu pemrosesan yang lebih sedikit. (Gozali et al., 2019)

3. Parameter Performansi

Parameter performansi digunakan untuk membandingkan dan menentukan metode yang lebih efektif diterapkan pada perusahaan (Quds, 2022). Untuk mengetahui algoritma yang lebih baik harus dilakukan uji performansi algoritma dengan pembanding yaitu *Nawaz Ensore Ham* pendekatan SPT dan LPT dengan FCFS. Untuk menguji performansi dilakukan dengan menghitung Efficiency Index (EI) dan Relative Error (RE).

4. Perkembangan Penelitian

Penelitian oleh (Muharni & Utami, 2019) Menghasilkan nilai *Makespan eksisting* perusahaan dengan metode *First Come First Served* (FCFS) sebesar 955,25 jam. Penjadwalan usulan dengan

Metode *Nawaz Enscore Ham* (NEH) dan *Genetic Algorithm* (GA) menghasilkan nilai *Makespan* sebesar 900,16 jam dengan urutan 4-6-3-1-2-5. Kedua metode tersebut memiliki efisiensi 5.77% maka metode usulan lebih baik.

Penelitian oleh (Rizkya et al., 2019) Hasil penelitian juga membandingkan kinerja sistem penjadwalan FCFS dengan Algoritma NEH. Hasil penjadwalan produksi dengan algoritma NEH menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua pesanan (*Makespan*) lebih singkat dibandingkan dengan metode *First Come First Serve (FCFS)*. Algoritma NEH lebih kecil 78,61 jam atau 5,07% dibandingkan dengan metode aktual perusahaan yaitu FCFS. Performa algoritma NEH juga membuktikan lebih baik dari metode aktual perusahaan dengan nilai indeks efisiensi 1,05.

Pada dua penelitian diatas terdapat kekurangan yaitu tidak ada hasil perhitungan *Relative Error* (RE) sedangkan *Relative Error* (RE) untuk melihat perbedaan hasil atau selisih antara kedua *Makespan*. Kemudian penelitian diperbarui oleh (Ericko Wasita Rimbawan, 2019) Penjadwalan perusahaan dengan metode (FCFS) menghasilkan *Makespan* sebesar 3328,02. Sementara NEH pendekatan LPT dan SPT Menghasilkan nilai *Makespan* 3029,05, kemudian untuk nilai *Efficiency Index* (EI) sebesar 1,09 dan *Relative Error* (RE) sebesar

9,87 %. Hasil tersebut dapat dikatakan bahwa penjadwalan menggunakan algoritma *Nawaz Enscore Ham* (NEH) dengan pendekatan LPT dan SPT menghasilkan nilai *Makespan* dan *idle time* yang lebih kecil dibandingkan dengan metode penjadwalan yang diterapkan oleh perusahaan yaitu FCFS.

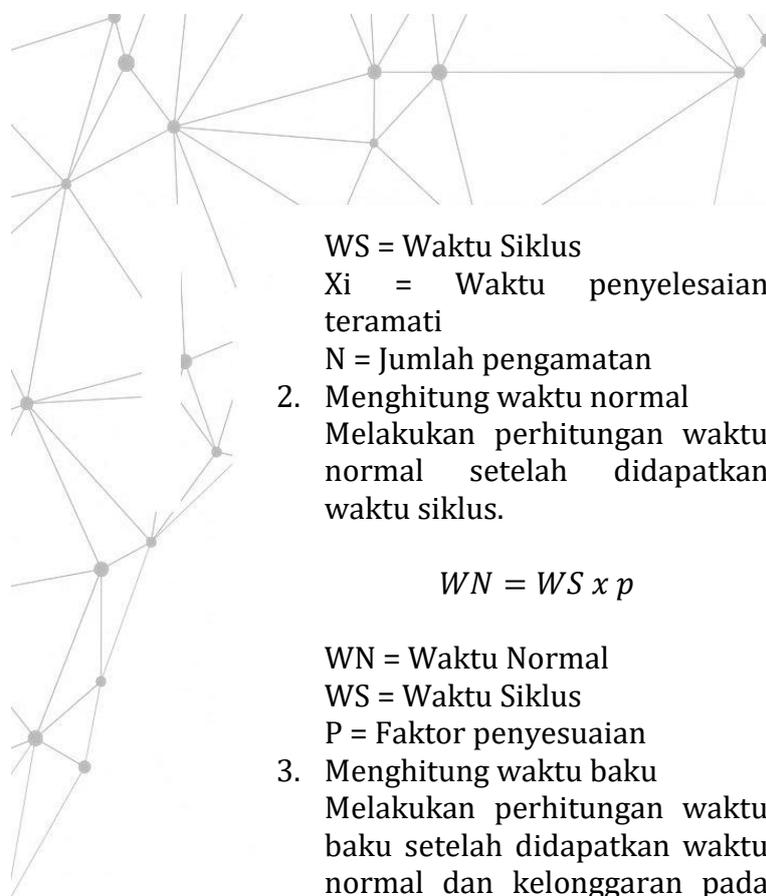
Kemudian pada penelitian oleh (Asih et al., 2022) diperbarui dengan penambahan pembanding dengan menggunakan metode CDS sehingga hasil penjadwalan dengan metode *Campbell Dudeck Smith* memiliki urutan 4-3-2-1 dengan *Makespan* 44.335.921,92 detik. Sementara penjadwalan dengan metode *Nawas, Enscore, and Ham* memiliki urutan 2-1-3-4 dengan makespan 44.515.921,12 detik. Pada penelitian dengan pembanding NEH dan CDS, Metode yang paling tepat digunakan adalah metode *Campbell Dudeck Smith* (CDS) karena memiliki makespan terkecil yaitu 44.335.921,12 detik dengan presentase perbandingan antara metode CDS dan NEH adalah 0,4%.

C. METODE PENELITIAN

Berikut tahapan pengolahan yang dilakukan:

1. Menghitung waktu siklus
Melakukan perhitungan waktu siklus setelah dilakukannya pengumpulan data dengan *stopwatch*.

$$WS = \frac{\sum xi}{N}$$



WS = Waktu Siklus

X_i = Waktu penyelesaian teramati

N = Jumlah pengamatan

2. Menghitung waktu normal
Melakukan perhitungan waktu normal setelah didapatkan waktu siklus.

$$WN = WS \times p$$

WN = Waktu Normal

WS = Waktu Siklus

P = Faktor penyesuaian

3. Menghitung waktu baku
Melakukan perhitungan waktu baku setelah didapatkan waktu normal dan kelonggaran pada setiap proses.

$$WB = WN \times i$$

WB = Waktu Baku

I = Kelonggaran (*allowance*)

4. Menghitung waktu penyelesaian
Melakukan perhitungan waktu penyelesaian *Job* setelah didapatkan waktu *set up* mesin, waktu baku, jumlah permintaan, jumlah mesin, dan kapasitas tiap mesin.

$$T_{ij} = W_{se} + \left(\frac{WB \times QTY}{M \times N} \right)$$

T_{ij} = Waktu Penyelesaian

W_{se} = Waktu Set Up

WB = Waktu Baku

QTY = Jumlah Permintaan

M = Jumlah Mesin

N = Kapasitas Mesin

5. Menghitung Waktu Total Produksi Menghitung waktu total produksi dan pengurutan *Job* berdasarkan urutan waktu proses terbesar dan terkecil.
6. Menentukan Indeks Urutan

Membuat ($w=5$) pengolah data berdasarkan 5 job dengan waktu proses terbesar dan waktu proses terkecil kemudian menentukan *Makespan* terkecil dengan mengubah urutan job tersebut.

7. Iterasi
Melakukan Iterasi sampai w = jumlah job, dimana mencari urutan dengan *Makespan* terkecil
8. Menentukan Pengurutan Job
Urutan didapatkan setelah $w=i$ (jumlah job) dimana urutan final tersebut adalah urutan dari semua job tetapi memiliki nilai *Makespan* terkecil
9. Uji Performansi
Untuk menguji performansi dilakukan dengan menghitung *Efficiency Index* (EI) dan *Relative Error* (RE).
10. Membuat *Gantt Chart*
Pembuatan *Gantt Chart* dilakukan untuk melihat dengan jelas pengurutan *Job* tidak saling bertabrakan/ tidak saling dikerjakan dalam waktu yang sama serta melihat *idle time*
11. Hasil dan Pembahasan
Hasil penelitian yang dipilih yaitu urutan *Job* yang memiliki nilai *Makespan* terkecil di antara semua urutan *Job* pada Iterasi final.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada PT. Sinar Semesta urutan proses produksi antara lain:

1. Memasukan Pasir ke *mixer*
2. Pencampuran pasir di *mixer*
3. Memasukan ke Cetakan
4. Memasukan CO₂
5. Setting Cetakan (*coating*)
6. Memasukan baja ke tungku
7. Proses peleburan

8. Proses *charging*
9. Proses Penuangan
10. Menunggu dingin
11. Proses Pembongkaran
12. Proses *Shot Blasting*
13. Proses *Fettling*
14. Proses perlakuan panas
15. Proses *Machining*

Pengelompokan pada setiap proses, jumlah mesin yang digunakan, waktu *set up*, dan kapasitas mesin dengan kode M1,M2,M3,M4,M5, dan M6 seperti pada tabel 1:

Tabel 1
Pengelompokan Proses

Proses	Kode	Jumlah Mesin	Waktu Set Up (Detik)	Kapasitas Mesin (unit)
1	M1	2	600	40
2				
3				
4				
5				
6	M2	2	1800	60
7				
8				
9				
10	M3	1	600	20
11				
12	M4	1	60	1
13				
14	M5	1	600	15
15	M6	3	600	1

Tabel 2 Total Waktu Proses Produksi merupakan total waktu produksi dari setiap *Job* sehingga memungkinkan urutan *Job* untuk mencapai hasil iterasi terbaik dengan menggunakan metode NEH berdasarkan *Long Processing Time* yaitu urutan proses dari waktu terbesar dan *Shortest Processing Time* yaitu urutan proses dari waktu terkecil.

Tabel 2
Waktu Proses Produksi

Job/M	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total
Job 1	0,67	6,31	28,27	13,15	36,16	4,50	89,06
Job 2	0,60	5,59	24,75	11,51	31,66	3,96	78,07
Job 3	0,42	3,41	14,22	6,59	18,16	2,33	45,12
Job 4	1,42	15,03	70,41	32,86	90,15	10,99	220,87
Job 5	0,54	4,86	21,24	9,87	27,16	3,41	67,09

Banyaknya urutan parsial yang dilakukan pada metode NEH ini yaitu sebanyak $(n*(n+1)/2)-1$ iterasi, dimana n merupakan jumlah job yang akan dijadwalkan. Periksa apakah nilai $w=i$ (dimana I adalah jumlah job item yang akan ada). Jika belum sama, maka ulangi iterasi sehingga $w=w+1$

Tabel 3 merupakan Model algoritma *Nawaz Enscore Ham* dengan *Long Processing Time* dan *Shortest Processing Time* terdapat 5 job sehingga didapatkan 3 iterasi yang dimulai dari iterasi 0;

Tabel 3
Perhitungan Metode NEH (Jam)

Iterasi	LPT		SPT	
0	4-1	250,53	3-5	79,73
	1-4	239,66	5-3	84,17
1	1-4-2	264,29	3-5-2	151,56
	1-2-4	264,42	3-2-5	151,02
	2-1-4	263,63	2-3-5	158,31
2	2-1-4-5	283,21	3-2-5-1	153,78
	2-1-5-4	284,87	3-2-1-5	152,70
	2-5-1-4	284,87	3-1-2-5	157,86
	5-2-1-4	284,08	1-3-2-5	164,96
3	2-1-4-5-3	300,29	3-2-1-5-4	296,72
	2-1-4-3-5	301,37	3-2-1-4-5	295,06
	2-1-3-4-5	297,43	3-2-4-1-5	302,95
	2-3-1-4-5	297,43	3-4-2-1-5	310,68
	3-2-1-4-5	295,06	4-3-2-1-5	326,44

Pada Tabel 3 Perhitungan Metode NEH menghasilkan urutan final berdasarkan nilai *Makespan* terkecil adalah 3-2-1-4-5 dengan nilai sebesar 295,06 jam, $w(5) = i(5)$ maka iterasi telah selesai dengan Metode NEH pendekatan LPT dan SPT

Kemudian dibandingkan dengan proses penjadwalan yang dilakukan perusahaan dengan urutan 1-2-3-4-5 memiliki nilai *Makespan* 298,22 jam.

Maka dapat dilakukan pengujian performansi yaitu *Efficiency Index* sebagai berikut.

$a = \text{Makespan algoritma awal}$

$b = \text{Makespan algoritma usulan}$

$$EI = \frac{a}{b}$$

$$EI = \frac{298,22}{295,06} = 1,011$$

Kemudian untuk persentase dari selisih nilai *Makespan* algoritma awal dengan algoritma usulan dapat dilakukan dengan menghitung *Relative Error* (RE) sebagai berikut.

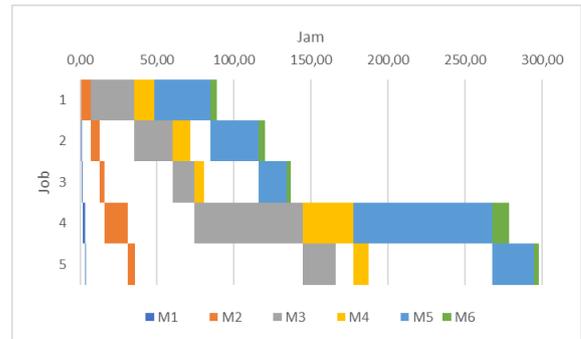
$a = \text{Makespan algoritma awal}$

$b = \text{Makespan algoritma usulan}$

$$RE = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

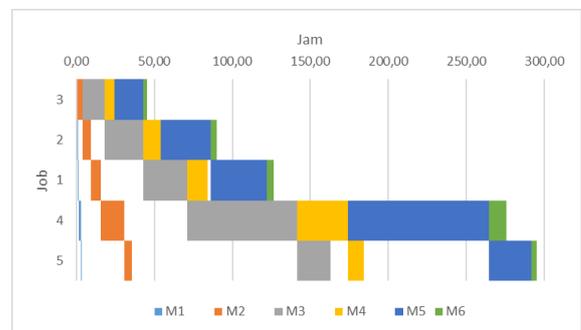
$$RE = \frac{298,22 - 295,06}{298,22} \times 100 = 1,06\%$$

Pada Gambar 1. Dengan urutan *Job* 1-2-3-4-5 terlihat bahwa ada waktu menganggur pada *Job* 2 dan 3 di mesin M4 dan M5 sehingga waktu penyelesaian semua *Job* 1-2-3-4-5 memiliki *Makespan* lebih besar yaitu 298,22 jam.



Gambar 1. Gantt Chart Existing

Pada Gambar 2. Dengan urutan *Job* 3-2-1-4-5 terlihat bahwa pada *Job* 2 dan 3 di mesin M4 dan M5 terjadi perubahan waktu menganggur sehingga waktu penyelesaian semua *Job* 3-2-1-4-5 dengan *Makespan* lebih kecil yaitu 295,06 jam.



Gambar 2. Gantt Chart NEH

Tabel 4 Hasil Akhir

Metode	Makespan (jam)	EI>1	RE>0
FCFS	298,22	1,011	1,06%
NEH	295,06		

Pada Tabel 4 Hasil Akhir didapatkan nilai *Makespan* metode FCFS dan NEH yaitu 298,22 dan 295,06 jam, serta nilai EI 1,011 dan RE 1,06% maka model algoritma NEH menggunakan pendekatan LPT dan SPT yang digunakan dalam penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan model penjadwalan *First Come First Service* (FCFS) karena menghasilkan

penurunan *Mean Flow Time* dan *Lateness* sebesar 1,06% serta pengurangan *Makespan* sebesar 3,16 jam pada urutan *Job 3-2-1-4-5*.

Penggunaan metode NEH selalu mengalami penurunan *mean flowtime* dan *lateness* hal ini dibuktikan pada penelitian terdahulu dengan judul "Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode *Nawaz Enscore Ham* Pada PT XYZ" didapatkan nilai RE sebesar 1,56% serta pengurangan *Makespan* sebesar 23,79 jam dan *Efficiency Index (EI)* sebesar 1,01563 yang berarti model algoritma NEH yang digunakan dalam penelitian lebih baik dibandingkan dengan model penjadwalan *First Come First Service (FCFS)* di PT XYZ (Syabani & Setiafindari, 2022).

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari perhitungan metode *Nawaz, Enscore, dan Ham* pendekatan *Longest Processing Time (LPT)* dan *Shortest Processing Time (SPT)* pada urutan *Job 3-2-1-4-5* menghasilkan penurunan *Mean Flow Time* dan *Lateness* sebesar 1,07% dengan pengurangan *Makespan* sebesar 3,16 jam.

Efficiency Index (EI) dan *Relative Error (RE)* memiliki nilai sebesar 1,0107 dan 1,07% maka metode algoritma NEH menggunakan pendekatan LPT dan SPT yang digunakan dalam penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan metode penjadwalan *First Come First Service (FCFS)*

Selanjutnya jika melakukan penelitian serupa disarankan perbandingan dengan metode *Campbell Dudek Smith (CDS)* ataupun *Palmer*.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisya, S. D., & Saifudin, J. A. (2020). Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (Cds), Nawaz Enscore Ham (Neh), Dan Palmer Untuk Mengurangi Makespan Di Pt. X. *Juminten*, 1(3), 165–176. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i3.119>
- Andi Muh.Fadel Fachryansyah, Jhon, Dr. Vladimir, V. F. (2021). Analisis Penjadwalan Menggunakan Metode Algoritma Nawaz Enscore Ham, Algoritma Campbell Dudek Smith dan Metode Dannenbring Untuk Meminimasi Makespan. *Gastronomia Ecuatoriana y Turismo Local*, 1(69), 5–24.
- Apnena, R. D. (2021). Optimasi Penjadwalan Flow Shop Perusahaan Garment dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS), Algoritma Nawaz Enscore Ham (NEH), dan Algoritma Pour dengan Kriteria Minimisasi Makespan. *Journal Informatics and Electronics Engineering*, 1(1), 32–35.
- Ariyanti, S., Adianto, A., & Miharja, R. (2019). Usulan Penjadwalan Produksi Benang Menggunakan Metode Neh Dan Metode Algoritma Johnson Untuk Meminimasi Waktu Produksi Di Pt. Laksana Kurnia Mandiri Sejati. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(3), 157–164. <https://doi.org/10.24912/jitiuntra.v6i3.4241>
- Asih, P., Mindhayani, I., & Prakasa, T. (2022). Analisis Penjadwalan Proses Packing Arumanis Dengan Menggunakan Metode CDS (Campbell Dudek Smith) dan NEH (Nawas, Enscore, and HAM) Studi

- Kasus di UMKM Arumanis Haji Ardi Sleman. *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, 4(1), 44–51. <https://doi.org/10.37631/jri.v4i1.629>
- Ericko Wasita Rimbawan. (2019). Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma NEH pada PT. XYZ. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.742>
- Fadli, M. R., & Sulistiyowati, W. (2019). *Optimalisasi Penjadwalan Produksi Pipa Di Line 18 Dengan Metode First Come First Serve (FCFS) , Earlier Due Date (EDD) , Short Process Time (SPT) (Studi Kasus : Pt Wtur)*. 3(2), 44–54.
- Febianti, E., Saeful M, A. I., & Fitra, J. (2019). Usulan Penjadwalan Produksi Baja Profil Menggunakan Metode Nawaz Enscore and Ham dan Algoritma Simulated Annealing. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–9.
- Ginting, R. (2009). Penjadwalan Mesin. *Graha Ilmu*, 271.
- Gozali, L., Kurniawan, V., & Nasution, S. R. (2019). Design of Job Scheduling System and Software for Packaging Process with SPT, EDD, LPT, CDS and NEH algorithm at PT. ACP. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012045>
- Mahaputra, M. S. (2021). *Analisis Penjadwalan Produksi Pembuatan Rodding System Point untuk Meningkatkan Produktivitas Produksi di PT. Smart Teknik Utama*. 3, 109–124.
- Muharni, Y., & Utami, D. A. (2019). Usulan Penjadwalan Produksi Pipa ERW Menggunakan Metode Nawaz Enscore Ham dan Genetic Algorithm. *V(2)*, 29–39.
- Quds, S. A. (2022). Usulan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Algoritma Nawaz Enscore And Ham (NEH) Untuk Minimasi Waktu Produksi.
- Rizkya, I., Syahputri, K., Sari, R. M., Siregar, I., Tambunan, M. M., Anizar, Tarigan, U., & Isnaini, N. (2019). Nawaz, Enscore, Ham (NEH) Algorithm to Minimization of Makespan in Furniture Company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012077>
- Syabani, S. F., & Setiafindari, W. (2022). Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Nawaz Enscore Ham Pada PT XYZ. *Jumantara Jurnal Manajemen Dan Teknologi Rekayasa*, 1(1), 18. <https://doi.org/10.28989/jumantara.v1i1.1288>