

---

# PENJADWALAN *FLOWSHOP* MENGGUNAKAN ALGORITMA NAWAZ ENSCORE HAM

Ilyas Masudin<sup>1</sup>, Dana Marsetya Utama<sup>2</sup> dan Febrianto Susastro<sup>3</sup>

---

**Abstract:** This article attempts to schedule flow shop production using Nawaz Enscore Ham (NEH) to schedule jobs machining. The objective of this paper is to minimize total makespan which could reduce total production costs. This paper is based on the case study where NEH is applied in scheduling jobs in machines and then compared with the existing machine's scheduling. The algorithm of NEH is also used to reduce idle time of machines so that the utility or performances of the machine are maintained. The results of NEH simulation indicate that by applying NEH algorithm to scheduling machines for 10 jobs and 5 machines can reduce 2.5 per cent or 118 minutes of completing time of jobs. It also decreases total idle time of machines about 582 minutes compared with the existing scheduling.

---

**Keywords:** *scheduling, Nawaz Enscore Ham, flow shop, completing time*

---

## PENDAHULUAN

Penjadwalan *flowshop* merupakan suatu pergerakan unit-unit yang terus-menerus melalui suatu rangkaian stasiun-stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk (Baker, 1974). Susunan suatu proses produksi jenis *flowshop* dapat diterapkan dengan tepat untuk produk-produk dengan desain yang stabil dan diproduksi secara banyak (volume produk), sehingga investasi dengan tujuan khusus (*special purpose*) yang dapat secepatnya kembali.

PT. Tempina Media Grafika Cabang Malang adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang percetakan yang mencetak koran Jawa Pos. Selain memproduksi koran Jawa Pos, perusahaan ini juga memproduksi berbagai macam cetakan mulai dari buku paket, buku Lembar Kerja Siswa (LKS), tabloid, brosur, dan lain-lain. Perusahaan menyadari bahwa penyelesaian produk yang tepat waktu dapat mempengaruhi kepuasan pelanggan dan dapat meningkatkan permintaan produksi. Dengan melihat pada data *sales order* bulan Juni 2013, terdapat 30% produk yang mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan, sehingga perusahaan akan mengalami kerugian dalam biaya pengerjaan dan terkena biaya keterlambatan.

Untuk memberikan kepuasan pelanggan dengan penyelesaian pesanan yang tepat waktu dibutuhkan cara atau metode dengan melalui beberapa proses yang juga dapat meminimalkan biaya pengerjaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan perusahaan adalah dengan melakukan penjadwalan produksi yang sistematis. Terdapat banyak metode penjadwalan *flowshop* dengan tujuan meminimumkan waktu penyelesaian pekerjaan (*makespan*). Salah satu dari metode penjadwalan *flowshop*

---

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang  
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144  
Email: masudin@umm.ac.id

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang  
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang  
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144

adalah metode penjadwalan Nawaz Enscore Ham (NEH). Metode Nawaz Enscore Ham (NEH) merupakan *incremental construction algorithms* yang telah mendapatkan penghargaan sebagai metode *heuristic* terbaik dalam *permutation flow shop problem* (FPSP) (Taillard, 1989), sehingga diharapkan mampu memberikan suatu bantuan berupa alat atau metode dalam menyelesaikan permasalahan di perusahaan mengenai keterlambatan pengerjaan pekerjaan yang dapat mempengaruhi biaya pengerjaan.

Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan/pengerjaan produk secara menyeluruh 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 daya tertentu yang sering disebut dengan waktu proses (Ginting, 2009).

Penjadwalan merupakan alat ukur bagi perencanaan agregat. Pesanan-pesanan aktual pada tahap ini ditugaskan pertama kalinya pada sumber daya tertentu, kemudian dilakukan pengurutan kerja pada tiap-tiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimisasi utilitas kapasitas yang ada. Pada penjadwalan ini permintaan akan produk-produk yang tertentu (jenis dan jumlah) dari jadwal produksi akan ditugaskan pada pusat-pusat pemrosesan.

Pengertian penjadwalan secara umum dapat diartikan seperti “*schedulling is the allocation of resources overtime to perform of risk*”, yang artinya penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan (Baker, 1974). Permasalahan muncul apabila pada tahap operasi tertentu beberapa atau seluruh pekerjaan itu membutuhkan stasiun kerja yang sama. Dengan dilakukannya pengukuran pekerjaan ini unit-unit produksi dapat dimanfaatkan secara optimum. Pemanfaatan ini antara lain dilakukan dengan jalan meningkatkan utilitas unit-unit produksi melalui usaha mereduksi waktu menganggur (*idle*) dari unit-unit yang bersangkutan. Pemanfaatan lainnya dapat juga dilakukan dengan cara meminimumkan *work in process* (WIP) melalui reduksi terhadap waktu rata-rata pekerjaan yang menunggu dalam baris antrian pada unit-unit produksi (Conway, dkk., 2001).

Metode Nawaz Enscore Ham (NEH) ini dikembangkan oleh Muhammad Nawaz, E. Emory Enscore Jr, dan Inyong Ham pada tahun 1983. “*In a general flowshop, where all the jobs must past 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 (Nawaz, dkk., 1983).

NEH merupakan salah satu algoritma yang bersifat *constructive heuristic*. 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.

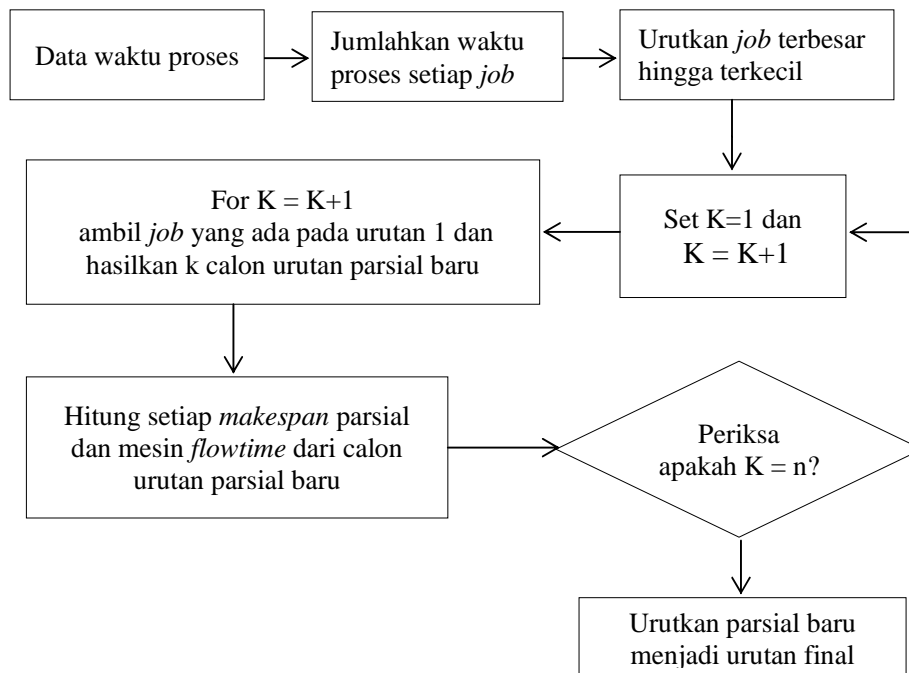
Beberapa penelitian penjadwalan produksi *flowshop* menggunakan algoritma NEH antara lain oleh Satriawan (2010). Metode penjadwalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma genetika dan algoritma Nawaz Enscore Ham (NEH) untuk menentukan solusi optimum global. Penelitian lain pada penjadwalan *flexible flowshop* dengan kriteria minimasi *mean tardiness* dilakukan oleh Supriyanto (2008)

dengan mengembangkan Nawaz Ensore Ham pada *fleksibel flowshop*. Dalam penelitian ini prioritas yang digunakan menggunakan *dispatching rules* yaitu *earliest due date* (EDD), *first come first served* (FCFS), dan Nawaz Ensore Ham (NEH). Penggunaan ketiga prioritas ini didasarkan aturan prioritas (*priority rule*) yang memberikan panduan mengurutkan pekerjaan yang harus dilakukan.

Dari permasalahan yang terjadi dan dari tinjauan literatur yang dilakukan, artikel ini mencoba memecahkan permasalahan penjadwalan mesin *flowshop* dengan menggunakan metode NEH dengan tujuan untuk mengurangi *makespan* dan total biaya produksi sebagai konsekuensi dari penjadwalan mesin.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan PT. Temprina Media Grafia Cabang Malang, dimana data primer dikumpulkan meliputi data proses pembuatan produk komersial yang meliputi buku paket, lembar kerja siswa dan brosur sebagai data *job*. Beberapa data yang diperlukan anatar lain data mesin-mesin yang dipakai yang meliputi data mesin, jumlah mesin, spesifikasi mesin yang berisi kapasitas mesin, urutan proses pengerjaan, dan waktu proses permesinan.



Gambar 1. Langkah penyelesaian dengan NEH

Tahap berikutnya melakukan penjadwalan dengan metode Nawaz Ensore Ham, metode ini bertujuan untuk meminimalkan *makespan* dengan cara mendahulukan pekerjaan yang memiliki total waktu pengerjaan terbesar, untuk lebih jelasnya dapat dijelaskan pada tahap pengerjaan metode Nawaz Ensore Ham seperti gambar 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses menjadwalkan mesin, data utama yang diperlukan adalah waktu proses setiap *job* di setiap mesinnya. Data waktu permesinan diperlihatkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Data waktu proses tiap job di tiap mesin

Job	Mesin 1 (menit)	Mesin 2 (menit)	Mesin 3 (menit)	Mesin 4 (menit)	Mesin 5 (menit)	Total
Job 1	7	36	65	325	78	511
Job 2	5	28	50	250	60	393
Job 3	8	41	75	375	90	589
Job 4	16	85	155	775	185	1216
Job 5	6	30	55	275	66	432
Job 6	7	36	65	325	78	511
Job 7	7	36	65	325	78	511
Job 8	8	41	75	375	90	589
Job 9	20	104	190	950	227	1491
Job 10	16	85	155	775	185	1216

Penjadwalan mesin menggunakan metode Nawaz Enscore Ham dilakukan dengan menggunakan algoritma seperti dalam gambar 1 untuk mendapatkan penjadwalan mesin parsial dimana urutan pengerjaan 10 job di 5 mesin.

Tabel 2. Urutan penjadwalan dengan metode *heuristic* Nawaz Enscore Ham

Iterasi ke-	Calon Urutan Parsial	Terpilih (Rp,00)	Iterasi ke-	Calon Urutan Parsial	Terpilih (Rp,00)
1	9--4		7	6-1-3-10-4-9-8-7	
	4--9	24.848.512		6-1-3-10-4-9-7-8	
2	4-9--10			6-1-3-10-4-7-9-8	
	4-10--9			6-1-3-10-7-4-9-8	51.859.776
3	10-4--9	33.833.912		6-1-3-7-10-4-9-8	
	10-4-9-3			6-1-7-3-10-4-9-8	
4	10-4-3-9			6-7-1-3-10-4-9-8	
	10-3-4-9			7-6-1-3-10-4-9-8	
	3-10-4-9	36.679.248	8	6-1-3-10-7-4-9-8-5	
	3-10-4-8-9	39.777.216		6-1-3-10-7-4-9-5-8	
3-10-8-4-9		6-1-3-10-7-4-5-9-8			
3-8-10-4-9		6-1-3-10-7-5-4-9-8			
5	8-3-10-4-9			6-1-3-10-5-7-4-9-8	
	3-10-4-9-8-1			6-1-3-5-10-7-4-9-8	55.577.176
	3-10-4-9-1-8			6-1-5-3-10-7-4-9-8	
	3-10-4-1-9-8			6-5-1-3-10-7-4-9-8	
	3-10-1-4-9-8			5-6-1-3-10-7-4-9-8	
	3-1-10-4-9-8		9	6-1-3-5-10-7-4-9-8-2	
1-3-10-4-9-8	43.691.376	6-1-3-5-10-7-4-9-2-8			
6	1-3-10-4-9-8-6			6-1-3-5-10-7-4-2-9-8	
	1-3-10-4-9-6-8			6-1-3-5-10-7-2-4-9-8	
	1-3-10-4-6-9-8			6-1-3-5-10-2-7-4-9-8	
	1-3-10-6-4-9-8			6-1-3-5-2-10-7-4-9-8	
	1-3-6-10-4-9-8			6-1-3-2-5-10-7-4-9-8	
	1-6-3-10-4-9-8			6-1-2-3-5-10-7-4-9-8	
	6-1-3-10-4-9-8	47.575.576		6-2-1-3-5-10-7-4-9-8	
			2-6-1-3-5-10-7-4-9-8	58.750.448	

Tabel 2 menunjukkan calon parsial berdasarkan hasil iterasi penjadwalan dengan metode NEH. Hasil dari simulasi yang dilakukan memperlihatkan bahwa jumlah iterasi yang dilakukan dalam penjadwalan dengan algoritma *heuristic* NEH adalah sebanyak 9 iterasi dimana pada iterasi yang pertama terpilih calon parsial urutan 4-9 dengan total biaya sebesar Rp 24.848.512,00, untuk iterasi kedua terpilih

calon parsial urutan 10-4-9 dengan total biaya sebesar sebesar Rp 33.833.912,00, calon parsial yang terpilih untuk iterasi yang ketiga yaitu 3-10-4-9 dengan total biaya sebesar Rp 36.679.248,00, calon parsial yang terpilih untuk iterasi ke empat yaitu 3-10-4-9-8 dengan total biaya Rp 39.777.216,00, sedangkan calon parsial yang terpilih untuk iterasi kelima yaitu 1-3-10-4-9-8 dengan total biaya sebesar Rp 43.691.376,00, pada iterasi ke enam terpilih calon parsial urutan 6-1-3-10-4-9-8 dengan total biaya Rp 47.575.576,00, untuk iterasi ke tujuh terpilih calon parsial 6-1-3-10-4-7-9-8-5 dengan total biaya Rp 51.859.776,00, calon parsial yang terpilih untuk iterasi ke delapan adalah 6-1-3-5-10-4-7-9-8 dengan total biaya sebesar Rp 55.577.176,00, dan calon parsial yang terpilih untuk iterasi kesembilan adalah 2-6-1-3-5-10-4-7-9-8 dengan total biaya sebesar Rp 58.750.448,00.

### Analisa Hasil Penerapan NEH

Metode *heuristic* NEH dapat diterapkan di perusahaan namun metode ini masih memiliki kekurangan sehingga belum dapat memberikan hasil yang sangat optimal jika di praktekkan secara langsung pada rantai produksi. Hal ini dikarenakan jumlah *tardiness* yang besar (lihat tabel 3) jika dibandingkan dengan metode awal perusahaan, kasus yang berbeda metode *heuristic* NEH akan memberikan hasil yang berbeda pula, jadi tidak dapat dipastikan bahwa metode *heuristic* NEH adalah metode yang terbaik yang dapat menyelesaikan masalah keterlambatan pada perusahaan. Secara konsep metode usulan ini lebih mudah untuk dipahami, namun dari hasil yang diberikan tidak dapat diterapkan secara langsung pada perusahaan.

Tabel 3. Perbandingan metode penjadwalan

Kriteria	Perbandingan Penjadwalan	
	Penjadwalan Perusahaan	Penjadwalan NEH
Urutan Job	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	2-6-1-3-5-10-7-4-9-8
Makespan	5.036 menit	4.918 menit
Idle Time	M1 = 4.936 menit	M1 = 4.818 menit
	M2 = 4.521 menit	M2 = 4.401 menit
	M3 = 4.076 menit	M3 = 3.968 menit
	M4 = 286 menit	M4 = 168 menit
	M5 = 3.899 menit	M5 = 3.781 menit
Tardiness	3.735 menit	6.159 menit
Total Biaya	Rp 58.888.096,00	Rp 58.750.448,00

Meskipun dalam hal keterlambatan (*tardiness*) metode NEH memiliki nilai keterlambatan yang cukup besar, namun kriteria performansi lain yang seperti *makespan* dan *idle time* mesin, metode NEH menghasilkan nilai yang lebih baik, sehingga saat perbandingan total biaya dari performansi *makespan*, *idle time* mesin dan *tardiness*, metode NEH memberikan total biaya penjadwalan yang lebih kecil dibanding metode perusahaan.

### KESIMPULAN

Dalam artikel ini dibahas penerapan metode NEH dalam menjadwalkan 10 *job* pada 5 mesin dengan tujuan mengurangi waktu *makespan* atau penyelesaian *jobs*. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa nilai *makespan* penjadwalan dengan metode NEH memberikan nilai *makespan* yang lebih kecil dari metode perusahaan yang menggunakan prinsip penjadwalan mesin dengan basis *first come first service* (FCFS).

Meskipun hasil simulasi menunjukkan tidak berkurangnya nilai *tardiness* atau keterlambatan, akan tetapi terdapat pengurangan total biaya dengan diterapkannya penjadwalan dengan metode NEH sebesar Rp 137.648,00, sedangkan dari utilitas mesin didapatkan pengurangan waktu *idle* mesin sebesar 582 menit.

### Daftar Pustaka

- Ginting, Rosnani. 2009. *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: PT. Graha ilmu.
- Baker, K.R. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Conway, R. W.; Maxel, W.L.; and Miller, L.W. 2001. *Theory of Scheduling*. New York, USA: Andison Wesley Publishing Company Inc.
- Taillard, E, 1989. *Benchmarks Basic Scheduling Problems*. OWRP/21 Dec 1989.
- Satriawan, Nedi. 2010. *Penjadwalan Produksi Flow Shop Menggunakan Algoritma Genetika dan NEH*. Skripsi S1. Bandung: Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Supriyanto. 2008. *Penjadwalan Pekerjaan Pada Fleksible Flowshop Dengan Kriteria Minimasi Mean Tardiness Di CV. Dimas Rotan Sukoharjo*. Skripsi S1. Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Nawaz, Muhammad; Enscore, E. Emory Jr.; dan Ham, Inyong. 1983. A Heuristic Algorithm for m-Machine, n-Job Flow-shop Sequencing Problem. *Journal Omega*. Vol. 11, No. 1, pp. 91-95.