



# Optimalisasi Penjadwalan Produksi Industri Furniture Menggunakan Metode Nawaz Enscore and Ham

Dewi Nurus Silmi, Tedjo Sukmono\*

Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

**Abstrak:** PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur furniture yang memproduksi empat jenis pintu. Permintaan yang terus meningkat, mencapai 600-1000 pcs menyebabkan keterlambatan pengiriman karena kapasitas ruang pengeringan hanya 500 pcs. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penjadwalan produksi menggunakan metode NEH dalam menentukan nilai makespan dan urutan pengerjaan, serta memberikan rekomendasi efisien yang memungkinkan perusahaan memenuhi permintaan pasar secara tepat waktu dalam mengoptimalkan waktu produksi untuk mengurangi waktu menganggur pada ketelambatan pengiriman. Hasil dari penjadwalan produksi menggunakan metode NEH menghasilkan makespan yang lebih kecil dan waktu proses produksi yang lebih cepat dibandingkan dengan metode FCFS. Metode NEH menghasilkan makespan sebesar 5,67 dengan urutan job J2-J1-J3. Sedangkan metode FCFS menghasilkan makespan sebesar 6,10 dengan urutan job J1-J2-J3. Sehingga metode NEH dikatakan optimal sebab memberikan perbaikan waktu makespan sebesar 0,43 jam.

**Kata Kunci:** Optimalisasi, Penjadwalan, Keterlambatan, Nawaz Enscore dan Ham, Pintu

DOI: <https://doi.org/10.47134/pslse.v1i4.690>

\*Correspondence: Tedjo Sukmono

Email: [thedjoss@umsida.ac.id](mailto:thedjoss@umsida.ac.id)

Received: 28-08-2024

Accepted: 11-09-2024

Published: 28-09-2024



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** PT. XYZ is a furniture manufacturing company that produces four types of doors. Demand continues to increase, reaching 600-1000 pcs, causing delays in delivery because the drying room capacity is only 500 pcs. This research aims to analyze production scheduling using the NEH method in determining makespan values and work sequences, as well as providing efficient recommendations that enable companies to meet market demand in a timely manner and optimize production time to reduce idle time due to late deliveries. The results of production scheduling using the NEH method produce a smaller makespan and faster production process time compared to the FCFS method. The NEH method produces a makespan of 5.67 with the job sequence J2-J1-J3. Meanwhile, the FCFS method produces a makespan of 6.10 with the job sequence J1-J2-J3. So the NEH method is said to be optimal because it provides an improvement in makespan time of 0.43 hours.

**Keywords:** Optimizing, Scheduling, Delay, Nawaz Enscore and Ham, Door

## Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri furniture yang memproduksi pintu. Ada tiga variasi pintu yaitu glass door, sliding door, dan modern minimalist door. Dalam setiap proses produksinya menggunakan mesin-mesin seperti orbital sander, measuring tools, air blow gun, spray gun, drying system, quality control dan packaging. Untuk memenuhi permintaan pelanggan, Perusahaan

menggunakan sistem produksi make to order. Make to order yang berarti produksi dimulai setelah pesanan diterima. Penjadwalan dalam konteks make to order sangat penting untuk memastikan bahwa produksi berjalan efisien, sesuai dengan permintaan pelanggan, dan bahan baku tersedia tepat waktu. Penjadwalan adalah proses pengorganisasian dan perencanaan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap tahapan proses produksi. Dengan menggunakan sistem tersebut perusahaan dapat mengelola tingkat ketersediaan komponen. Hal ini dapat mengantisipasi kebutuhan dan memastikan ketersediaan komponen atau bahan baku yang tepat pada waktu yang dibutuhkan agar produksi berjalan lancar. Sehingga untuk memenuhi capaian tersebut maka optimalisasi sangat penting untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya yang ada seperti mesin, tenaga kerja dan bahan baku untuk meningkatkan efisiensi produksi. Optimalisasi juga berfungsi untuk mengurangi biaya, memperbaiki kualitas produk dan menghindari keterlambatan dalam memenuhi permintaan pelanggan.

Seiring berkembangnya inovasi dan desain yang sesuai dengan kebutuhan pasar, maka setiap tahun permintaan berbagai variasi pintu ini semakin meningkat. Namun perusahaan belum mampu memenuhi permintaan pelanggan karena keterbatasan kapasitas produksi, meskipun telah berkomitmen pada motto on time performance. Ada keterlambatan pengiriman yang menyebabkan ketidakseimbangan antara kapasitas proses pengeringan dan lonjakan permintaan yang terjadi pada hari-hari tertentu. Keterlambatan ini mengacu pada waktu tambahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pesanan dibandingkan dengan waktu yang telah direncanakan sebelumnya. Kapasitas ruang pengeringan hanya mampu menampung 500 unit pintu per hari, sedangkan permintaan tidak menentu yang dapat mencapai 600 hingga 1.000 unit per hari. Hal ini menyebabkan overload pada proses pengeringan, terutama karena proses pengeringan memakan waktu cukup lama sehingga pada proses pengeringan mengalami idle time selama 30 menit hingga 1 jam. Dari total produksi 140.000 unit pintu per tahun, sebanyak 7% atau 9.800 unit pintu per tahun mengalami keterlambatan. Saat ini perusahaan menggunakan sistem First Come First Serve (FCFS), dimana sistem tersebut memiliki berbagai kekurangan, salah satunya yaitu jika ada pesanan yang masuk dalam waktu secara bersamaan. Maka perusahaan kesulitan dalam mendahulukan pesanan yang harus diselesaikan terlebih dahulu. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penjadwalan yang digunakan tidak efektif dalam mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan semua pesanan.

Untuk penyelesaian permasalahan tersebut, maka yang dapat diandalkan yaitu dengan metode Nawaz Enscore and Ham (NEH), karena diketahui banyak penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode NEH mendapatkan nilai makespan yang lebih tinggi daripada metode lain. Penelitian pertama menurut Hamad bahwa penjadwalan produksi yang menggunakan metode NEH menghasilkan nilai makespan 17,6 menit, sementara metode Harmony Search Algorithm 40 menit. Penelitian kedua menurut Manik bahwa hasil menggunakan metode NEH nilai makespan yang lebih kecil yaitu sebesar 77 detik atau 1,3 menit untuk satu permintaan. Penelitian ketiga menurut Darmawan bahwa setelah dilakukan pengujian menggunakan metode NEH, nilai makespan yang dihasilkan 396 detik, sedangkan nilai makespan awal pada perusahaan yaitu dihasilkan 738 detik.

Hasil penelitian-penelitian tersebut merekomendasikan metode NEH sebagai solusi yang efektif untuk mengoptimalkan waktu penyelesaian produksi. Dalam penelitian ini, terdapat perbedaan pada penelitian terdahulu yaitu terkait proses produksi, jumlah mesin dan job serta objek penelitian yang digunakan.

Penelitian ini menggunakan metode NEH, yang merupakan algoritma heuristik menyatakan bahwa pekerjaan dengan total waktu proses yang lebih lama akan diprioritaskan daripada pekerjaan dengan total waktu proses yang lebih pendek. Metode NEH terbukti lebih akurat dalam menghitung urutan tugas yang dijadwalkan sehingga tercapainya nilai makespan yang optimal. Makespan merupakan total waktu penyelesaian dari proses produksi yang dilakukan. Penerapan metode NEH juga sejalan pada prinsip ke-12 Sustainable Development Goals (SDGs) tentang pengelolaan dan produksi yang bertanggung jawab artinya perusahaan harus memastikan proses produksi berkelanjutan dengan efisiensi, sehingga diharapkan dapat memenuhi permintaan pasar dengan tepat waktu dan mendukung keberlanjutan proses produksinya. Tujuan penelitian: (1) untuk menganalisa penjadwalan produksi menggunakan metode NEH dalam menentukan nilai makespan dan urutan pengerjaan, (2) serta mengoptimalkan waktu produksi untuk mengurangi waktu menganggur pada ketelambatan pengiriman, (3) memberikan rekomendasi kepada perusahaan untuk bahan pertimbangan penjadwalan produksi agar lebih efisien

## Metodologi

### Waktu dan Tempat Penelitian

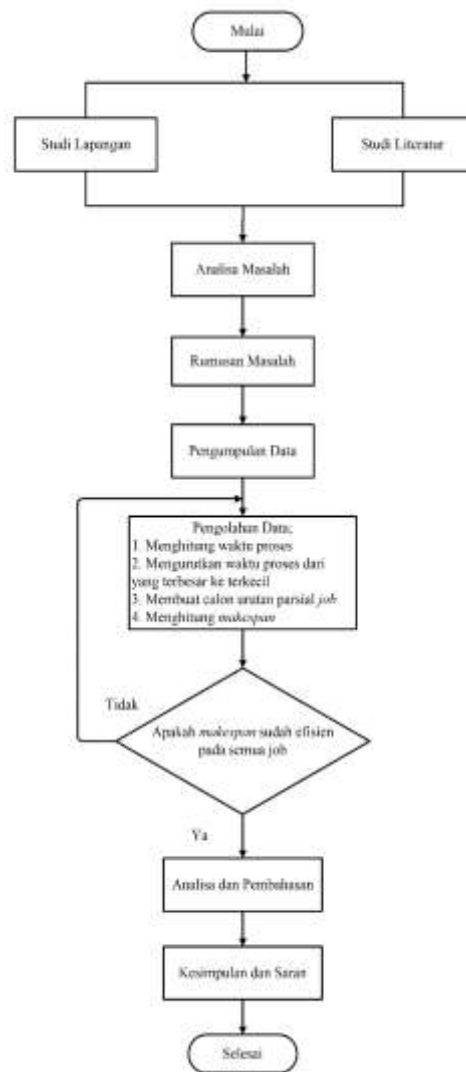
Kegiatan penelitian ini berlangsung pada PT. XYZ yang berlokasi di Jawa Barat. Penelitian ini dilaksanakan dalam jangka waktu 6 bulan, yaitu mulai bulan September 2024 – Februari 2025.

### Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan wawancara dan observasi. Pada kegiatan wawancara ini dilakukan dengan narasumber *manager production*, *manager continuous improvement*, dan supervisor. Sedangkan untuk kegiatan observasi dilakukan dengan pengamatan langsung pada kondisi kerja dalam proses produksi di PT. XYZ. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh saat observasi yaitu data proses produksi dan data waktu proses produksi pada setiap *job*. Data sekunder dikumpulkan terkait dengan penjadwalan produksi yang digunakan pada penelitian ini yaitu data kebutuhan permintaan, data jumlah mesin, data pengamatan waktu proses pada setiap *job* dan data proses produksi.

### Alir Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 1 penelitian dilakukan secara langsung penjadwalan produksi ini hanya fokus pada jenis pintu. Pengumpulan data pada penelitian ini terdapat dua metode yaitu observasi dan wawancara. Data yang diperoleh saat observasi yaitu data proses produksi dan data waktu proses produksi pada setiap *job*. Data proses produksi digunakan untuk membantu dalam menjadwalkan produksi. Data waktu proses produksi pada setiap *job* digunakan untuk menentukan waktu total yang dibutuhkan pada penyelesaian suatu *job*. Data yang diperoleh saat wawancara yaitu data kebutuhan permintaan dan data jumlah mesin. Data kebutuhan permintaan digunakan untuk membantu mengidentifikasi *bottleneck* di proses produksi yang menyebabkan keterlambatan. Data jumlah mesin digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi hubungan antara kapasitas mesin yang tersedia dengan keterlambatan produksi. Data tersebut diolah dengan bantuan *Microsoft excel* hingga mendapatkan *job sequence* terbaik berdasarkan *makespan* yang paling kecil.

## Metode NEH

Tahapan penelitian dengan menggunakan metode *Nawaz Ensore and Ham* (NEH) adalah sebagai berikut[11]:

1. Menjumlahkan waktu setiap proses *job*.
2. Mengurutkan *job* pada jumlah waktu proses dimulai dari yang terbesar hingga yang terkecil.
3. Menentukan iterasi 1 dengan mencari alternatif menggunakan rumus  $w = i+1$   
Keterangan:  $w$  = alternatif banyaknya pekerjaan  
 $i$  = iterasi
4. Memilih 2 *job* yang berada di urutan pertama dan kedua dalam pengurutan *job*
5. Menghitung nilai waktu penyelesaian dari calon urutan parsial.
6. Pada iterasi 2 yaitu  $w = i+1$ , dengan memilih *job* yang berada pada urutan ketiga pada daftar *job*.
7. Membuat calon urutan baru sebanyak  $i+1$  dengan memasukkan *job* yang dipilih pada urutan calon parsial sebelumnya.
8. Melakukan secara berulang-ulang hingga daftar *job* selesai.
9. Tahapan terakhir, mengurutkan urutan *job* berdasarkan *makespan* yang terkecil.

## Hasil dan Pembahasan

### Data Proses Produksi

Adapun data proses produksi yang terkait yaitu proses pembuatan pintu, dan data waktu proses produksi setiap mesin dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini:

#### 1. Proses Produksi

Pada data proses produksi ini digunakan untuk mengetahui tahapan proses mulai dari awal hingga akhir. Proses pada produksi tiga jenis pintu dilakukan dengan tahapan dan mesin yang seragam, supaya penjadwalan produksi pada perusahaan dapat dilakukan secara lebih efisien. Berikut ini merupakan tahapan proses produksi pembuatan pintu, yaitu tersaji pada tabel 1.

**Tabel 1.** Proses Produksi Pintu

| No | Kode | Nama Mesin atau alat   | Work Center            | Fungsi   |
|----|------|------------------------|------------------------|--|
| 1. | M1   | <i>Orbital Sander</i>  | Penghalusan            | Menghalusan permukaan kayu agar tidak ada bagian kasar   |
| 2. | M2   | <i>Measuring tools</i> | Pemasangan kaca        | Memberikan tampilan modern, minimalis dan elegan   |
| 3. | M3   | <i>Air blow gun</i>    | Pembersihan debu       | Memastikan permukaan pintu halus tidak ada kotoran yang menempel   |
| 4. | M4   | <i>Spray gun</i>       | Pengecatan             | Memberikan lapisan pelindungan pada kayu untuk menghindari kerusakan akibat serangga, jamur dan kerusakan akibat kelembapan. |
| 5. | M5   | <i>Drying system</i>   | Pengeringan            | Menambah ketahanan lapisan cat mengeras dengan baik  |
| 6. | M6   | Manual                 | <i>Quality Control</i> | Mendeteksi cacat yang mungkin terjadi selama proses produksi   |

---

|    |    |        |           |   |
|----|----|--------|-----------|---|
| 7. | M7 | Manual | Packaging | Melindungi pintu dari kerusakan fisik selama transportasi dan penyimpanan |
|----|----|--------|-----------|---|

---

### Data Waktu Proses Produksi

Berdasarkan penelitian yang difokuskan pada departemen produksi dalam pembuatan pintu, maka proses produksi pintu terbagi menjadi tujuh stasiun kerja, dengan mengambil waktu proses pada setiap stasiun kerja. Untuk pengamatan waktu proses produksi dilakukan pada 5 september 2025. Berikut ini merupakan data waktu proses produksi pada setiap proses yang tersaji pada tabel 2.

**Tabel 2.** Data waktu pengamatan proses produksi pada setiap mesin (dalam satuan jam)

| Mesin atau alat                 | J1          | J2          | J3          |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| M1                              | 0,08        | 0,07        | 0,08        |
| M2                              | 0,33        | 0,17        | 0,20        |
| M3                              | 0,13        | 0,07        | 0,08        |
| M4                              | 0,17        | 0,08        | 0,10        |
| M5                              | 4,00        | 4,00        | 4,00        |
| M6                              | 0,22        | 0,11        | 0,13        |
| M7                              | 0,56        | 0,28        | 0,33        |
| <b>Total waktu penyelesaian</b> | <b>5,49</b> | <b>4,78</b> | <b>4,92</b> |

---

Keterangan:

J1 = Glass door

J2 = Sliding door

J3 = Minimalist door

### First Come First Serve (FCFS)

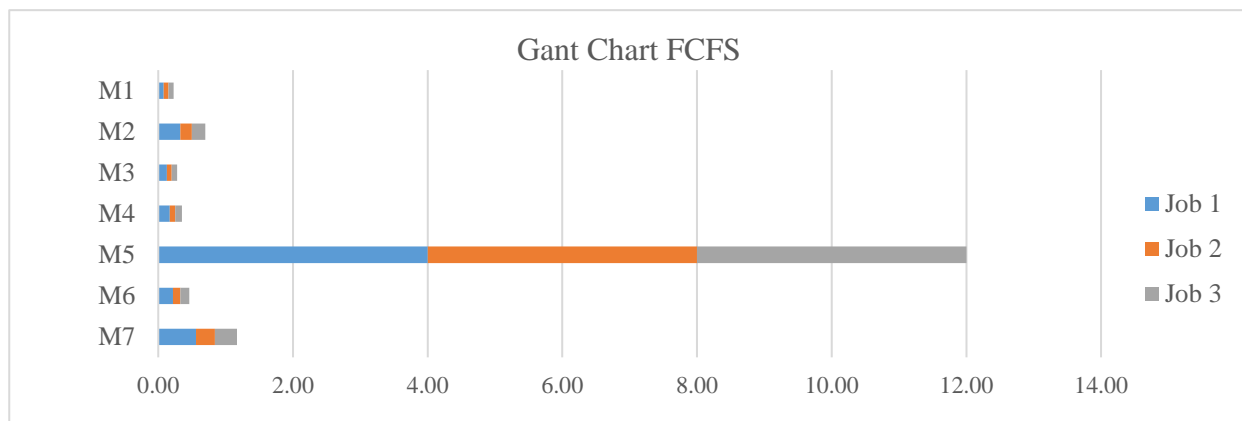
Perusahaan dalam penjadwalan produksi menggunakan metode FCFS, FCFS yaitu urutan pekerjaan diproses berdasarkan pesanan yang masuk terlebih dahulu. Berikut ini merupakan perhitungan *makespan* metode FCFS yang tersaji pada tabel 3.

**Tabel 3.** Perhitungan *makespan* metode FCFS (dalam satuan jam)

| Mesin atau alat | Time  | J1   | J2   | J3    |
|-----------------|-------|------|------|-------|
| M1              | Start | 0    | 0,08 | 0,15  |
|                 | End   | 0,08 | 0,15 | 0,23  |
| M2              | Start | 0,08 | 0,41 | 0,58  |
|                 | End   | 0,41 | 0,58 | 0,78  |
| M3              | Start | 0,41 | 0,54 | 0,61  |
|                 | End   | 0,54 | 0,61 | 0,69  |
| M4              | Start | 0,54 | 0,71 | 0,79  |
|                 | End   | 0,71 | 0,79 | 0,89  |
| M5              | Start | 0,71 | 4,71 | 8,71  |
|                 | End   | 4,71 | 8,71 | 12,71 |
| M6              | Start | 4,71 | 4,93 | 5,04  |
|                 | End   | 4,93 | 5,04 | 5,17  |
| M7              | Start | 4,93 | 5,49 | 5,77  |
|                 | End   | 5,49 | 5,77 | 6,10  |

---

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode awal perusahaan didapatkan hasil total waktu penyelesaian sebesar 6,10 dalam satuan jam dengan urutan *job* J1-J2-J3 yang berarti *job* 1 dilakukan terlebih dahulu kemudian melanjutkan *job* 2 dan diakhiri *job* 3. Sehingga dari penjadwalan produksi awal perusahaan maka membuat *ganttt chart* untuk melihat urutan kegiatan berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan *ganttt chart* dari metode FCFS yang tersaji pada gambar 2.



Gambar 2. Gantt Chart FCFS

Pada gambar 2 *ganttt chart* FCFS memiliki keterkaitan durasi waktu untuk menentukan panjang setiap batang horizontal pada grafik. Berikut merupakan penjelasan *ganttt chart* yaitu:

- M1-J1 membutuhkan waktu 0,08 jam, M1-J2 membutuhkan waktu 0,07 jam, dan M1-J3 membutuhkan waktu 0,08 jam.
- M2-J1 membutuhkan waktu 0,33 jam, M2-J2 membutuhkan waktu 0,17 jam, dan M2-J3 membutuhkan waktu 0,20 jam.
- M3-J1 membutuhkan waktu 0,13 jam, M3-J2 membutuhkan waktu 0,07 jam, dan M3-J3 membutuhkan waktu 0,08 jam.
- M4-J1 membutuhkan waktu 0,17 jam, M4-J2 membutuhkan waktu 0,08 jam, dan M4-J3 membutuhkan waktu 0,10 jam.
- M5-J1 membutuhkan waktu 4,00 jam, M5-J2 membutuhkan waktu 4,00 jam, dan M5-J3 membutuhkan waktu 4,00 jam.
- M6-J1 membutuhkan waktu 0,22 jam, M6-J2 membutuhkan waktu 0,11 jam, dan M6-J3 membutuhkan waktu 0,13 jam.
- M7-J1 membutuhkan waktu 0,56 jam, M7-J2 membutuhkan waktu 0,28 jam, dan M7-J3 membutuhkan waktu 0,33 jam.

### Nawaz Enscore and Ham

Tahapan penjadwalan menggunakan metode *Nawaz Enscore and Ham* adalah sebagai berikut:

- Menjumlahkan waktu setiap proses *job*

Dalam melakukan penjumlahan waktu setiap proses *job* pada produksi pintu di PT. XYZ dapat memperhitungkan waktu dari setiap *job* yang bertujuan supaya dapat mengidentifikasi *job* yang membutuhkan waktu paling besar sehingga mempermudah

proses perankingan pada tahap berikutnya. Hasil perhitungan waktu proses setiap *job* tersaji pada tabel 4.

**Tabel 4.** Perhitungan waktu proses produksi (dalam satuan jam)

| Mesin atau alat                 | J1          | J2          | J3          |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| M1                              | 0,08        | 0,07        | 0,08        |
| M2                              | 0,33        | 0,17        | 0,20        |
| M3                              | 0,13        | 0,07        | 0,08        |
| M4                              | 0,17        | 0,08        | 0,10        |
| M5                              | 4,00        | 4,00        | 4,00        |
| M6                              | 0,22        | 0,11        | 0,13        |
| M7                              | 0,56        | 0,28        | 0,33        |
| <b>Total waktu penyelesaian</b> | <b>5,49</b> | <b>4,78</b> | <b>4,92</b> |

Keterangan:

J1 = *Glass door*

J2 = *Sliding door*

J3 = *Minimalist door*

2. Mengurutkan *job* pada jumlah waktu proses dimulai dari yang terbesar hingga yang terkecil.

Setelah menghitung total waktu produksi, langkah berikutnya adalah mengurutkan hasil total waktu berdasarkan durasi terbesar. Hal ini sesuai dengan prinsip kerja metode NEH yang mengutamakan prioritas pada tugas-tugas dengan durasi penyelesaian lebih lama dibandingkan tugas-tugas dengan durasi lebih singkat. Oleh karena itu, dilakukan pengurutan berdasarkan total waktu produksi. Hasil pengurutan *job* mulai dari waktu proses terbesar hingga terkecil tersaji pada tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5.** Urutan *Job* Mulai dari Waktu Proses Terbesar Hingga Terkecil (dalam satuan jam)

| <i>Job</i> | Urutan | Total waktu |
|------------|--------|-------------|
| J1         | 1      | 5,49        |
| J3         | 2      | 4,92        |
| J2         | 3      | 4,78        |

Pada tabel 5 diketahui bahwa hasil pengurutan *job* yang pertama yaitu J1 dengan total waktu 5,49, kedua yaitu J3 dengan total waktu 4,92, dan ketiga yaitu J2 dengan total waktu 4,78.

3. Menyusun Iterasi 1,  $W = i+1$

Langkah berikutnya yaitu menentukan iterasi 1 dengan alternatif berdasarkan rumus  $W=i+1$ . Jadi alternatif yang digunakan  $W=1+1$  atau  $W=2$  dengan memilih 2 *job* yang berada di urutan pertama dan kedua pada urutan *job* terbesar yaitu J1 dan J3, sehingga hasil perhitungan iterasi  $W=2$  diperoleh beberapa kemungkinan yaitu:

a. J1-J3

b. J3-J1

Dari kedua alternatif tersebut akan dipilih *makespan* terkecil. *Makespan* kedua alternatif tersebut tersaji pada tabel 6 dan tabel 7.

**Tabel 6.** *Makespan* calon urutan parsial alternatif 1 (J1-J3) (dalam satuan jam)

| Mesin atau alat | Time  | J1   | J3   |
|-----------------|-------|------|------|
| M1              | Start | 0    | 0,08 |
|                 | End   | 0,08 | 0,16 |
| M2              | Start | 0,08 | 0,41 |
|                 | End   | 0,41 | 0,61 |
| M3              | Start | 0,41 | 0,54 |
|                 | End   | 0,54 | 0,62 |
| M4              | Start | 0,54 | 0,71 |
|                 | End   | 0,71 | 0,81 |
| M5              | Start | 0,71 | 4,71 |
|                 | End   | 4,71 | 8,71 |
| M6              | Start | 4,71 | 4,93 |
|                 | End   | 4,93 | 5,06 |
| M7              | Start | 4,93 | 5,49 |
|                 | End   | 5,49 | 5,82 |

Pada tabel 6 maka hasil perhitungan waktu penyelesaian pada iterasi  $W=2$  alternatif calon urutan 1 *job* J1-J3 didapatkan *makespan* sebesar 5,82. Pada perhitungan waktu penyelesaian iterasi  $W=2$  alternatif 2 akan dilakukan cara yang sama pada urutan *job* J3-J1 didapatkan *makespan* sebesar 5,48. Dibawah ini hasil perhitungan *makespan* pada urutan *job* J3-J1 tersaji pada tabel 7.

**Tabel 7.** *Makespan* calon urutan parsial alternatif 2 (J3-J1) (dalam satuan jam)

| Mesin atau alat | Time  | J3   | J1   |
|-----------------|-------|------|------|
| M1              | Start | 0    | 0,08 |
|                 | End   | 0,08 | 0,16 |
| M2              | Start | 0,08 | 0,28 |
|                 | End   | 0,28 | 0,61 |
| M3              | Start | 0,28 | 0,36 |
|                 | End   | 0,36 | 0,49 |
| M4              | Start | 0,36 | 0,46 |
|                 | End   | 0,46 | 0,63 |
| M5              | Start | 0,46 | 4,46 |
|                 | End   | 4,46 | 8,46 |
| M6              | Start | 4,46 | 4,59 |
|                 | End   | 4,59 | 4,81 |
| M7              | Start | 4,59 | 4,92 |
|                 | End   | 4,92 | 5,48 |

#### 4. Menyusun Iterasi 2, $W = 3$

Pada iterasi ke-2, rumus menentukan alternatif yang digunakan metode NEH yaitu  $W=i+1$  dimana  $i=2$ , maka  $W=2+1$  jadi  $W=3$ . Artinya, dari beberapa kemungkinan alternatif urutan pekerjaan (*job*) secara random yang telah dihitung dan diseleksi sebelumnya, tiga urutan dengan nilai terkecil akan dipilih untuk melanjutkan proses

tahapan. Dengan demikian urutan parsial berdasarkan  $W=3$  diperoleh tiga alternatif yang terkecil yaitu:

- a. J1-J3-J2
- b. J3-J2-J1
- c. J2-J1-J3

Dari ketiga alternatif *makespan* tersebut dapat dilihat bahwa alternatif dengan urutan job J2-J1-J3 merupakan *makespan* yang terkecil yaitu dengan hasil 5,67. Berikut merupakan *makespan* urutan parsial alternatif J2-J1-J3 tersaji pada tabel dibawah ini.

**Tabel 8.** *Makespan* calon urutan parsial alternatif 3(J2-J1-J3) (dalam satuan jam)

| Mesin atau alat | Time  | J2   | J1   | J3    |
|-----------------|-------|------|------|-------|
| M1              | Start | 0    | 0,07 | 0,15  |
|                 | End   | 0,07 | 0,15 | 0,23  |
| M2              | Start | 0,07 | 0,24 | 0,57  |
|                 | End   | 0,24 | 0,57 | 0,77  |
| M3              | Start | 0,24 | 0,31 | 0,44  |
|                 | End   | 0,31 | 0,44 | 0,52  |
| M4              | Start | 0,31 | 0,39 | 0,56  |
|                 | End   | 0,39 | 0,56 | 0,66  |
| M5              | Start | 0,39 | 4,39 | 8,39  |
|                 | End   | 4,39 | 8,39 | 12,39 |
| M6              | Start | 4,39 | 4,50 | 4,72  |
|                 | End   | 4,50 | 4,72 | 4,85  |
| M7              | Start | 4,50 | 4,78 | 5,34  |
|                 | End   | 4,78 | 5,34 | 5,67  |

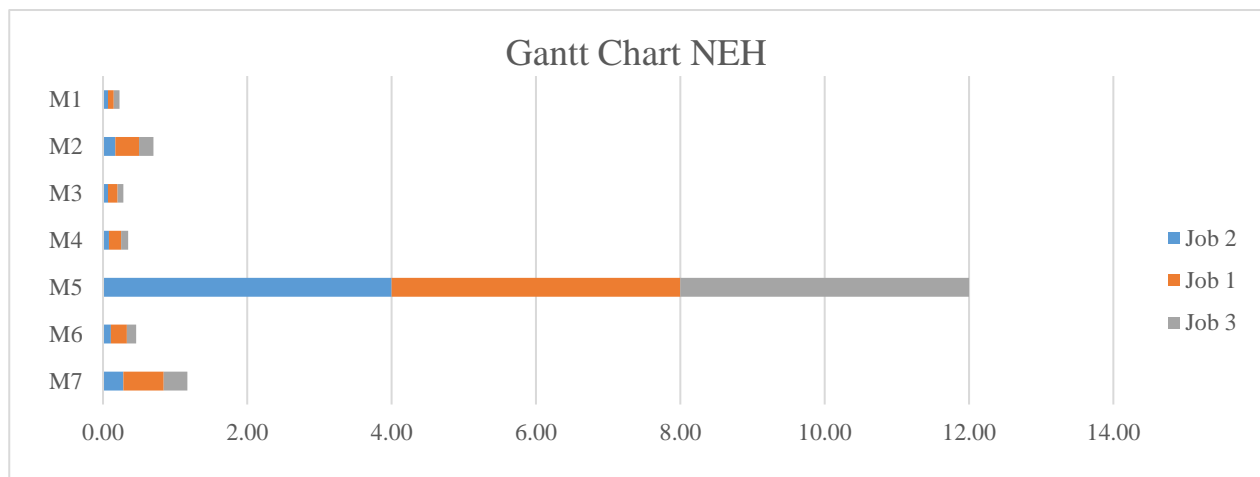
##### 5. Rekapitulasi *Makespan*

Langkah berikutnya yaitu pengumpulan seluruh perhitungan *makespan* untuk semua total job yang telah di perhitungkan sebelumnya. Hasil rekapitulasi *makespan* tersaji pada tabel 9.

**Tabel 9.** Rekapitulasi perhitungan *makespan* (dalam satuan jam)

| Iterasi | Alternatif | Hasil |
|---------|------------|-------|
| 1       | J1-J3      | 5,82  |
|         | J3-J1      | 5,48  |
|         | J1-J3-J2   | 6,10  |
| 2       | J3-J2-J1   | 5,76  |
|         | J2-J1-J3   | 5,67  |

Dari perhitungan diatas, *makespan* yang dapat diambil adalah *makespan* terkecil dengan semua urutan pekerjaan yang ada didalamnya, sehingga dapat memaksimalkan proses produksi secara efisien. Dengan menggunakan metode NEH, *makespan* terkecil dihasilkan yaitu 5,67 dengan urutan parsial J2-J1-J3. Artinya job 2 dilakukan terlebih dahulu, diikuti oleh job 1, selanjutnya job 3 dan terakhir job 3. Selain tabel perhitungan, *output* lain yang dihasilkan adalah *gantt chart* yang tersaji pada gambar 3.



**Gambar 3.** *Gantt Chart NEH*

Pada gambar 3 *gantt chart* NEH memiliki keterkaitan durasi waktu untuk menentukan panjang setiap batang horizontal pada grafik. Berikut merupakan penjelasan *gantt chart* yaitu:

- M1-J2 membutuhkan waktu 0,07 jam, M1-J1 membutuhkan waktu 0,08 jam, dan M1-J3 membutuhkan waktu 0,08 jam.
- M2-J2 membutuhkan waktu 0,17 jam, M2-J1 membutuhkan waktu 0,33 jam, dan M2-J3 membutuhkan waktu 0,20 jam.
- M3-J2 membutuhkan waktu 0,31 jam, M3-J1 membutuhkan waktu 0,13 jam, dan M3-J3 membutuhkan waktu 0,08 jam.
- M4-J2 membutuhkan waktu 0,08 jam, M4-J1 membutuhkan waktu 0,17 jam, dan M4-J3 membutuhkan waktu 0,10 jam.
- M5-J2 membutuhkan waktu 4,00 jam, M5-J1 membutuhkan waktu 4,00 jam, dan M5-J3 membutuhkan waktu 4,00 jam.
- M6-J2 membutuhkan waktu 0,11 jam, M6-J1 membutuhkan waktu 0,22 jam, dan M6-J3 membutuhkan waktu 0,13 jam.
- M7-J2 membutuhkan waktu 0,28 jam, M7-J1 membutuhkan waktu 0,56 jam, dan M7-J3 membutuhkan waktu 0,33 jam.

### Hasil perbandingan Metode FCFS dan NEH

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode NEH dalam penelitian ini dan metode FCFS yang diterapkan oleh perusahaan, maka hasil perbandingan ditampilkan pada tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil *Makespan* Metode FCFS dan NEH

| No | Metode | Urutan Job | <i>Makespan</i> (Jam) |
|----|--------|------------|-----------------------|
| 1  | FCFS   | J1-J2-J3   | 6,10                  |
| 2  | NEH    | J2-J1-J3   | 5,67                  |

Dari hasil perbandingan maka didapatkan bahwa urutan *job* dengan metode *Nawaz Enscore and Ham* yaitu J2-J1-J3 memberikan nilai *makespan* yang lebih kecil yaitu sebesar 5,67 jam sedangkan metode yang digunakan perusahaan yaitu metode FCFS dengan urutan *job* J1-J2-J3 menghasilkan nilai *makespan* sebesar 6,10 jam, metode *Nawaz Enscore and Ham*

memberikan perbaikan waktu *makespan* sebesar 0,43 jam. Sementara penelitian lain menunjukkan NEH menghasilkan *makespan* 3,44 jam dengan urutan J2-J1-J3 sedangkan metode FCFS dirumah industri wahyu menghasilkan *makespan* 9,39. Hal ini memperkuat bahwa metode NEH memberikan hasil yang optimal dalam meminimalkan waktu produksi.

## Simpulan

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan metode NEH dalam penjadwalan produksi menghasilkan *makespan* paling kecil dan waktu penyelesaian produksi yang efisien dibandingkan dengan metode penjadwalan yang saat ini diterapkan oleh perusahaan. Metode NEH menghasilkan *makespan* sebesar 5,67 melalui tiga iterasi dengan urutan job J2-J1-J3. Hasil ini membuktikan bahwa metode NEH dapat meminimalkan *makespan* dan dapat digunakan sebagai referensi untuk perusahaan saat menjadwalkan produksi mereka.

Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, maka sebaiknya mengkaji berbagai metode penjadwalan lainnya guna membandingkan keefektifan setiap metode dalam meningkatkan efisien produksi.

## Referensi

- Arief, R. F., Joycelin, Jesslyn, Alex, & Reynaldi, A. J. (2023). Analisis Manajemen Proyek pada Ide Bisnis Love Earth Plan (LEP). *Jurnal Mirai Management*, 8(1), 326–347.
- Apnena, R. D. (2021). Optimasi Penjadwalan Flow Shop Perusahaan Garment dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS), Algoritma Nawaz Ensore Ham (NEH), dan Algoritma Pour dengan Kriteria Minimasi Makespan. *Journal of Informatics and Electronic Engineering*, 1(1), 32–35. <https://doi.org/10.36275/stsp.v18i2.118>
- Arifandi, D., Lasalewo, T., & Hasanuddin, H. (2022). Analisis Metode NEH untuk Meminimalkan Makespan pada Penjadwalan Produksi di Rumah Industri Wahyu. *Jambura Industrial Review*, 2(2), 65–74. <https://doi.org/10.37905/jirev.v2i2.15861>
- Azzat, N. N., & Zulfa, M. C. (2023). Optimasi penjadwalan produksi dengan algoritma heuristik POUR untuk reduksi makespan pada CV CJ Furniture. *Integrasi*, 8(1), 14–22. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/integrasi/article/view/5977/pdf>
- Darmawan, A. (2022). Usulan Perbaikan Penjadwalan Produksi Inner Liner pada Kulkas dengan Menggunakan Metode Nawaz Ensore Ham di PT. XYZ, 3(2), 30–33.
- Darmawan, F. (2022). Usulan Perbaikan Penjadwalan Produksi Inner Liner pada Kulkas dengan Menggunakan Metode Nawaz Ensore Ham di PT. XYZ, 3(2), 30–33.

- Fadli, M. R., & Sulistiyowati, W. (2019). Optimalisasi Penjadwalan Produksi Pipa di Line 18 dengan Metode FCFS, EDD, SPT (Studi Kasus: PT WTUR). *Jurnal Proxima*, 3(2), 44–54.
- Hamad, A., & Suseno, S. (2023). Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Algoritma Nawaz Ensore Ham dan Harmony Search Algorithm untuk Meminimasi Makespan. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(3), 218–226. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i3.2210>
- Irfansah, M. A., Hardiyanti, F., & Indrawan, R. (2023). Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan Nawaz Ensore Ham (NEH) di PT RPC Indonesia, 1–6.
- Kurniawan, N., & Suseno, S. (2023). Optimasi Sistem Penjadwalan Produksi dengan Metode Nawaz Ensore Ham (NEH) pada PT Sinar Semesta. *Jurnal Inovasi dan Kreativitas*, 3(1), 24–33. <https://doi.org/10.30656/jika.v3i1.6001>
- Manik, D. S., & Habibi, A. R. (2023). Minimalisasi Makespan pada Perusahaan Tamiya Menggunakan Algoritma Nawaz, Ensore, and Ham (NEH). *Talent Conference Series: Energy Engineering*, 6(1). <https://doi.org/10.32734/ee.v6i1.1903>
- Mufidah, A. P., & Pakarbudi, A. (2023). Optimalisasi Waktu dan Biaya dalam Pengembangan Proyek Software Menggunakan Critical Path Method. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 1–11.
- Muharni, Y., Kulsum, K., & Utami, D. A. (2019). Usulan Penjadwalan Produksi Pipa ERW Menggunakan Metode Nawaz Ensore Ham dan Genetic Algorithm. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 29. <https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.6385>
- Munandar, A., & Permana, D. S. (2020). Analisis Waste Produksi Celana dengan Metode Lean Six Sigma pada Area Sewing Line 5 di PT. XYZ. *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)*, 1(2), 89. <https://doi.org/10.32897/retims.2020.1.2.327>
- Putri, E. (2020). Usulan Perbaikan Penjadwalan Produksi Flow Shop dengan Menggunakan Metode Nawaz Ensore Ham. *Scientific Journal of Industrial Engineering*, 1(1), 10–12.
- Rafi Pratama, D., & Al Faritsy, A. Z. (2024). Implementasi Six Sigma dan Fault Tree Analysis dalam Peningkatan Kualitas Produk Tahu: (Studi Kasus: UMKM Bapak Sugiono). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 3(3), 304–312. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v3i3.451>

- 
- Rollandiaz, S., & Iskandar, Y. A. (2024). Evaluasi Keterlambatan Pengiriman Produk Bahan Bakar Minyak Menggunakan Lean Six Sigma. *INFOTECH Journal*, 10(1), 74–83. <https://doi.org/10.31949/infotech.v10i1.8796>
- Sukmono, T., & Nastiti, O. A. (2024). Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Total Waktu Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 155–160
- Wahyudi, A. T., Wicaksana, B. I. A., & Andriani, M. (2021). Penjadwalan Produksi Job Shop Mesin Majemuk Menggunakan Algoritma Non Delay untuk Meminimalkan Makespan. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 10(2), 183–190. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v10i2.4666.183-190>