

---

---

# Journal Of Industrial Engineering And Technology (Jointech) Universitas Muria Kudus

Journal homepage :  
<http://journal.UMK.ac.id/index.php/jointech>

---

---

## Penjadwalan Produksi Untuk Meminimumkan Nilai *Makespan* Dengan Metode Algoritma Genetika Dan Algoritma *Tabu Search* Pada Pt Karsa Wijaya Pratama

Velyda Noer Praniasty<sup>1</sup>, Zeny Fatimah Hunusalela<sup>2,\*</sup>, Sahat Sinambela<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, Jl. Nangka  
\* email Korespondensi : [zeny.fh86@gmail.com](mailto:zeny.fh86@gmail.com)

---

### INFO ARTIKEL

*Article history :*

Received : 8-5-2024

Accepted : 18-6-2024

---

Kata Kunci:

Penjadwalan Produksi

Algoritma Genetika

Algoritma *Tabu Search*

*Makespan*

---

### ABSTRAK

Masalah pada PT Karsa Wijaya Pratama adalah sering terjadi keterlambatan pengiriman produk ke konsumen yang disebabkan oleh penjadwalan produksi yang tidak tepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk memilih penjadwalan produksi yang tepat guna meminimalisir keterlambatan produk sampai ke tangan konsumen. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode Algoritma Genetika dan Algoritma *Tabu Search*. Tahap selanjutnya membandingkan hasil dari masing-masing metode dengan metode yg digunakan perusahaan saat ini serta melakukan tahap analisa dengan nilai *Efficiency Index* (EI) dan *Relative Error* (RE). Berdasarkan hasil dari pengolahan data diperoleh metode penjadwalan produksi yang terpilih adalah menggunakan metode Algoritma Genetika dengan *makespan* sebesar 111,82 jam dengan urutan job J4-J2-J3-J1, nilai *Efficiency Index* (EI) 1,21 dan nilai *Relative Error* (RE) sebesar 21%. Sehingga diharapkan dapat penjadwalan produksi menjadi lebih efektif serta dapat mengurangi keterlambatan pengiriman produk ke konsumen.

---

### PENDAHULUAN

Rismawati & Trisanto (2020), menyatakan salah satu masalah penting dalam sistem produksi adalah bagaimana melakukan pengaturan dan penjadwalan produksi agar pesanan dapat selesai sesuai dengan kontrak atau perjanjian. Penjadwalan produksi dapat diartikan sebagai menentukan kapan dan di mana setiap operasi yang diperlukan untuk memproduksi produk harus dilakukan. Atau diartikan sebagai penetapan waktu untuk memulai dan menyelesaikan setiap prosedur operasi (Kadim, 2017). Dalam suatu proses produksi, umumnya dimulai dari pesanan konsumen dan dilanjutkan ke bagian produksi dalam bentuk

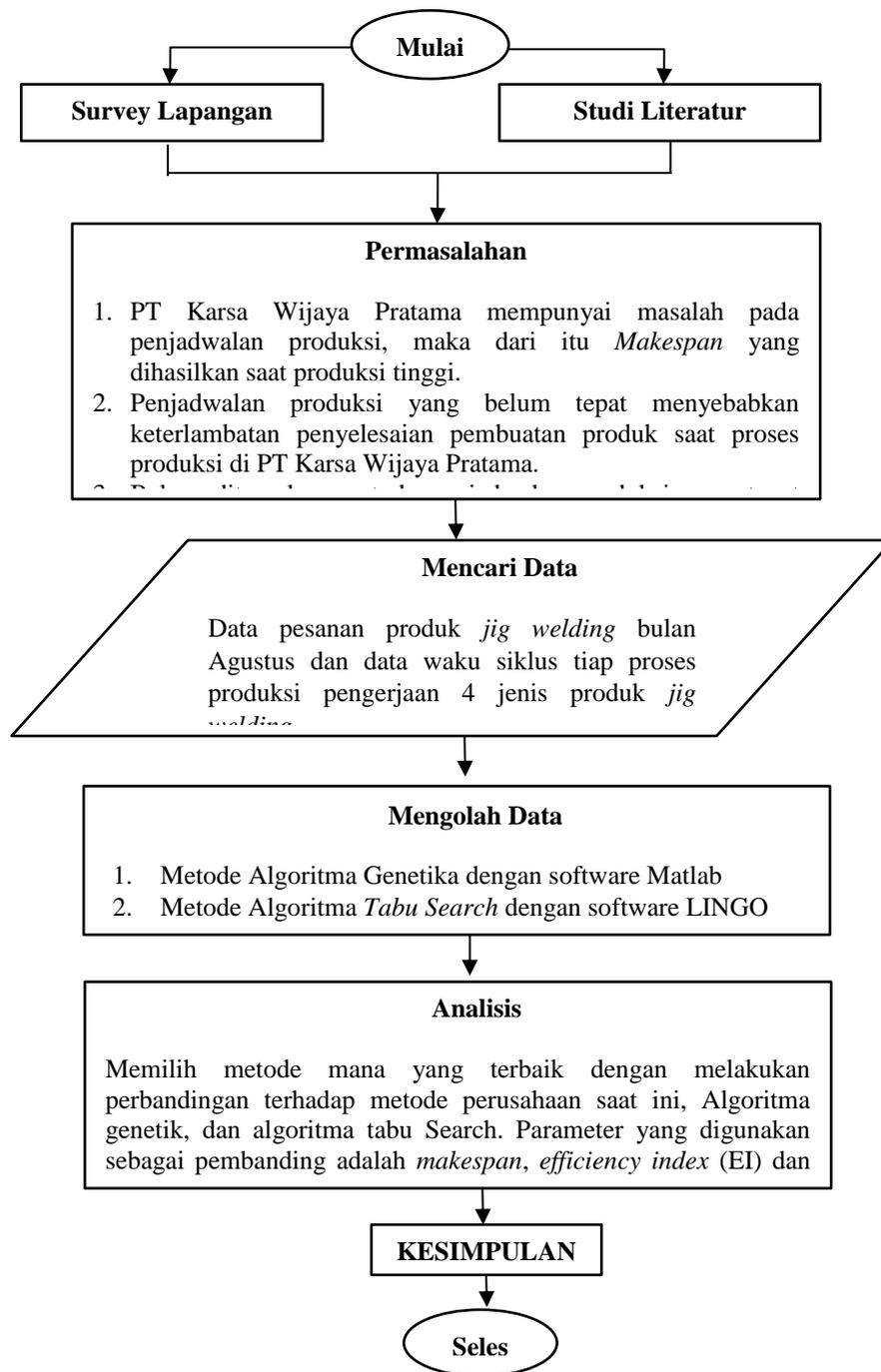
informasi mengenai jumlah unit yang dipesan untuk masing-masing jenis produk. Berdasarkan informasi tersebut, bagian produksi akan melakukan penjadwalan produksi, yaitu merencanakan pengalokasian waktu proses mesin, tenaga kerja, dan kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan untuk memenuhi pesanan tersebut (Rudyanto & Arifin, 2010).

Menurut Sofyan (2013), penjadwalan memiliki tujuan untuk meminimumkan waktu proses, waktu tunggu langganan dan tingkat persediaan serta penggunaan yang efisien dari fasilitas, tenaga kerja dan peralatan. Setiap perusahaan perlu untuk melakukan sebaik mungkin agar dapat memperoleh hasil yang maksimum dari sumber daya produksi yang dimilikinya. Dengan penjadwalan yang baik, maka akan memberikan dampak positif yaitu rendahnya biaya operasi dan waktu pengiriman, sehingga bisa meningkatkan kepuasan pelanggan (Herjanto, 2007).

PT Karsa Wijaya Pratama merupakan perusahaan yang bergerak di bidang fabrikasi manufaktur dengan sistem produksi *engineering to order* dan *make to order*. Perusahaan kerap memiliki masalah produk yang kerap terlambat sampai ke konsumen, hal tersebut terjadi karena belum diterapkannya penjadwalan produksi yang tepat. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan metode penjadwalan produksi yang tepat. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk aliran produksi *flowshop* adalah algoritma genetika dan algoritma *tabu search*. Menurut (Falih, 2021), (Iskandar et al., 2018) algoritma *tabu search* dapat mengurangi waktu *makespan* dan keterlambatan pengiriman produk. Sedangkan menurut (Muharni & Utami, 2019) implementasi algoritma genetika pada penjadwalan produksi dapat mengurangi waktu *makespan*. Pada penelitian ini penggunaan dua metode tersebut dilakukan agar dapat mengetahui perbandingan *makespan* dan pengurutan pekerjaan yang lebih baik. Penelitian dilakukan untuk membantu perusahaan melakukan perbaikan penjadwalan produksinya. Sehingga PT Karsa Wijaya Pratama dapat mempertimbangkan metode penjadwalan produksi yang tepat dengan metode algoritma genetika dan algoritma *tabu search* dibandingkan dengan metode penjadwalan produksi yang digunakan oleh perusahaan. Dengan adanya penelitian ini, perusahaan diharapkan dapat meminimalisir resiko keterlambatan produk dengan memperbaiki sistem penjadwalan produksinya.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan pada PT Karsa Wijaya Pratama yang beralamat di daerah Bekasi, Jawa Barat. Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan survey ke lapangan untuk mengetahui masalah yang terjadi, kemudian melakukan identifikasi penyebab masalah, serta pengumpulan data. Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah varian produk, data waktu tiap proses untuk tiap varian produk, jumlah permintaan, waktu kerja produksi, data keterlambatan pengiriman. Gambar 1 menunjukan tahapan pada penelitian ini :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Data Waktu Penyelesaian

Setelah memperoleh hasil waktu baku di masing-masing stasiun kerja untuk setiap *job*. Berikutnya melakukan perhitungan waktu penyelesaian. *resume* hasil perhitungan waktu penyelesaian untuk setiap *job* pada masing-masing stasiun kerja pada tabel 1. Dan berikut ini adalah contoh perhitungan waktu penyelesaian stasiun kerja *cutting* pada produk WRD-1 Tipe 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Penyelesaian} &= \text{Waktu Set up} + (\text{Waktu Baku} \times \text{Jumlah Permintaan}) \\ &= 1,82 + (143,97 \times 2) \\ &= 289,76 \text{ menit atau } 4,83 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 1. *Resume* Waktu Penyelesaian

| Nama Produk  | Stasiun Kerja | Waktu Setup (Menit) | Waktu Baku (Menit) | Jumlah Permintaan (Unit) | Waktu Penyelesaian (Menit) | Waktu Penyelesaian (Jam) |
|--------------|---------------|---------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| WRD-1 Tipe 1 | I             | 1.82                | 143.97             | 2                        | 289.76                     | 4.83                     |
|              | II            | 0.76                | 39.60              |                          | 79.96                      | 1.33                     |
|              | III           | 1.13                | 673.51             |                          | 1348.14                    | 22.47                    |
|              | IV            | 1.20                | 121.41             |                          | 244.02                     | 4.07                     |
|              | V             | -                   | -                  |                          | -                          | -                        |
|              | VI            | 1.05                | 184.15             |                          | 369.35                     | 6.16                     |
|              | VII           | 1.73                | 239.89             |                          | 481.51                     | 8.03                     |
|              | VIII          | 1.59                | 274.80             |                          | 551.20                     | 9.19                     |
| WRD-1 Tipe 2 | I             | 1.82                | 139.25             | 2                        | 280.31                     | 4.67                     |
|              | II            | 0.76                | 31.67              |                          | 64.10                      | 1.07                     |
|              | III           | 1.13                | 967.82             |                          | 1936.77                    | 32.28                    |
|              | IV            | 1.20                | 243.55             |                          | 488.30                     | 8.14                     |
|              | V             | -                   | -                  |                          | -                          | -                        |
|              | VI            | 1.05                | 247.05             |                          | 495.16                     | 8.25                     |
|              | VII           | 1.73                | 252.00             |                          | 505.73                     | 8.43                     |
|              | VIII          | 1.59                | 276.43             |                          | 554.46                     | 9.24                     |
| WRD-1 Tipe 3 | I             | 1.82                | 166.80             | 2                        | 335.41                     | 5.59                     |
|              | II            | 0.76                | 29.72              |                          | 60.21                      | 1.00                     |
|              | III           | 1.13                | 915.71             |                          | 1832.55                    | 30.54                    |
|              | IV            | 1.20                | 190.08             |                          | 381.35                     | 6.36                     |
|              | V             | -                   | -                  |                          | -                          | -                        |
|              | VI            | 1.05                | 236.05             |                          | 473.15                     | 7.89                     |
|              | VII           | 1.73                | 192.97             |                          | 387.67                     | 6.46                     |
|              | VIII          | 1.59                | 253.82             |                          | 509.23                     | 8.49                     |
| WRD-1 Tipe 4 | I             | 1.82                | 133.42             | 2                        | 268.65                     | 4.48                     |
|              | II            | 0.76                | 21.24              |                          | 43.24                      | 0.72                     |
|              | III           | 1.13                | 517.12             |                          | 1035.37                    | 17.26                    |
|              | IV            | 1.20                | 146.57             |                          | 294.33                     | 4.91                     |
|              | V             | 1.82                | 97.86              |                          | 197.55                     | 3.29                     |
|              | VI            | 1.05                | 195.19             |                          | 391.43                     | 6.52                     |
|              | VII           | 1.73                | 174.41             |                          | 350.56                     | 5.84                     |
|              | VIII          | 1.59                | 206.58             |                          | 414.75                     | 6.91                     |

## 2. Penjadwalan Produksi Perusahaan Saat ini

Penjadwalan produksi yang dilakukan oleh perusahaan saat ini adalah dengan mendahulukan job yang memiliki tenggat waktu penyelesaian produk atau waktu penyerahan produk paling awal. Dari data yang telah diperoleh, didapat urutan pengerjaan produksinya yaitu J2-J3-J1-J4. Tabel 2 menunjukkan waktu penyelesaian tiap *job* pada masing-masing stasiun kerja yang digunakan perusahaan saat ini yaitu:

Tabel 2. Data Waktu Penyelesaian

| Job          | Stasiun Kerja |      |       |      |      |      |      |      |
|--------------|---------------|------|-------|------|------|------|------|------|
|              | I             | II   | III   | IV   | V    | VI   | VII  | VIII |
| WRD-1 Tipe 2 | 4.67          | 1.07 | 32.28 | 8.14 | -    | 8.25 | 8.43 | 9.24 |
| WRD-1 Tipe 3 | 5.59          | 1.00 | 30.54 | 6.36 | -    | 7.89 | 6.46 | 8.49 |
| WRD-1 Tipe 1 | 4.83          | 1.33 | 22.47 | 4.07 | -    | 6.16 | 8.03 | 9.19 |
| WRD-1 Tipe 4 | 4.48          | 0.72 | 17.26 | 4.91 | 3.29 | 6.52 | 5.84 | 6.91 |

Untuk penjadwalan produksi dengan metode yang dipakai oleh perusahaan yakni metode EDD didapatkan total hasil *makespan* sebesar 135.76 jam dengan urutan pengerjaan (*job*) produksi yakni J2-J3-J1-J4. *Job* tersebut secara berurutan yaitu WRD-1 Tipe 2, WRD-1 Tipe 3, WRD-1 Tipe 1, WRD-1 Tipe 4. Adapun *makespan* untuk masing-masing stasiun kerja yakni di stasiun kerja *cutting* dimulai pada jam ke-0 dan berakhir pada jam ke-19.57, stasiun kerja *Welding* dimulai pada jam ke-4.67 dan berakhir pada jam ke-20.29, stasiun kerja *Milling* dimulai pada jam ke-5.74 dan berakhir pada jam ke-108.29, stasiun kerja Bubut dimulai pada jam ke-38.02 dan berakhir pada jam ke-113.19, stasiun kerja CNC dimulai pada jam ke-0 dan selesai pada jam ke-116.49, stasiun kerja *Finishing* dimulai pada jam ke-46.16 dan berakhir pada jam ke-123.01, stasiun kerja *Assembling* dimulai pada jam ke-54.41 dan berakhir pada jam ke-128.85, stasiun kerja *Painting* dimulai pada jam ke-62.84 dan selesai pada jam ke-135.76.

### 3. Penjadwalan menggunakan Metode Algoritma Genetika

Perhitungan nilai *makespan* pada metode algoritma genetik dilakukan dengan menggunakan bantuan software matlab. *Output* pada software *MATLAB* yang ditampilkan pada *command window* sebagai berikut:

```

Command Window
Individu Iterasi #Findividu -185=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -186=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -187=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -188=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -189=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -190=>P= 4 2 1 3=114.11 #fitness=0.0087635
Individu Iterasi #Findividu -191=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -192=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -193=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -194=>P= 4 2 1 3=114.11 #fitness=0.0087635
Individu Iterasi #Findividu -195=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -196=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -197=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -198=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
Individu Iterasi #Findividu -199=>P= 3 2 4 1=130.43 #fitness=0.0076669
Individu Iterasi #Findividu -200=>P= 4 2 3 1=111.82 #fitness=0.0089429
*****
***** SORT FINAL RESULT *****
=>Urutan Terbaik = 4 2 3 1 = 111.82
Dengan Nilai Makespan = 111.82 jam
Iterasi ke : 1
Total Waktu Komputasi :124.0228 detik
iterasi berhenti karena sudah mencapai iterasi maksimum 1 #f = 0.0089429
    
```

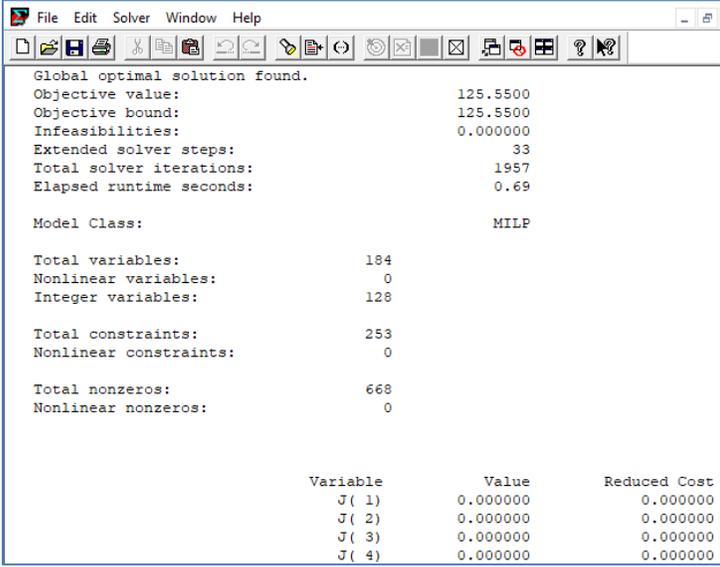
Gambar 2. *Output* Hasil Algoritma Genetika pada Software *MATLAB*

Gambar 2 menunjukkan hasil untuk penjadwalan produksi menggunakan metode Algoritma Genetika dengan bantuan *software* MATLAB diperoleh urutan pengerjaan *job* terbaik yaitu J4-J2-J3-J1 atau secara berurutan yaitu WRD-1 Tipe 4, WRD-1 Tipe 2, WRD-1 Tipe 3, WRD-1 Tipe 1 dengan hasil *makespan* sebesar 111.82 jam.

Dari hasil pengolahan data dengan Algoritma Genetika menggunakan bantuan *software* MATLAB R2020a, maka dapat diketahui pengujian parameter performansi untuk memperoleh hasil perbandingan dengan beberapa parameter yaitu nilai *Efficiency Index* (EI) sebesar 1.21 dan nilai *Relative Error* sebesar 21%.

#### 4. Penjadwalan menggunakan Metode Algoritma *Tabu Search*

Metode penjadwalan produksi ke-2 pada penelitian ini adalah dengan menggunakan algoritma *tabu search*. *Output* hasil pemrograman dengan *software* LINGO 18.00 adalah sebagai berikut.



The screenshot shows the LINGO 18.00 Solver Output window. It displays the following information:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                125.5500
Objective bound:                125.5500
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         33
Total solver iterations:       1957
Elapsed runtime seconds:       0.69

Model Class:                    MILP

Total variables:                184
Nonlinear variables:           0
Integer variables:             128

Total constraints:              253
Nonlinear constraints:         0

Total nonzeros:                668
Nonlinear nonzeros:           0
```

| Variable | Value    | Reduced Cost |
|----------|----------|--------------|
| J( 1)    | 0.000000 | 0.000000     |
| J( 2)    | 0.000000 | 0.000000     |
| J( 3)    | 0.000000 | 0.000000     |
| J( 4)    | 0.000000 | 0.000000     |

Gambar 3. Tampilan *Output* pada *Software* LINGO

Gambar 3 menunjukkan nilai *makespan* menggunakan *software* LINGO 18.0, didapatkan nilai *makespan* terbaik yang tertera pada nilai *objective value* adalah 125.55 jam dengan urutan *job* J1-J2-J3-J4. Dari hasil pengolahan data dengan Algoritma *Tabu Search* menggunakan bantuan *software* LINGO 18.0, maka dapat diketahui pengujian parameter performansi untuk memperoleh hasil perbandingan dengan beberapa parameter yaitu nilai *Efficiency Index* (EI) sebesar 1.08 dan nilai *Relative Error* sebesar 8%.

#### 5. Perbandingan Metode Penjadwalan Produksi

Tahap selanjutnya dengan memilih metode yang terbaik dengan membandingkan hasil dari tiap metode. Hasil perbandingan dari tahap perhitungan dengan cara

membandingkan nilai makespan, IE, dan RE pada metode perusahaan saat ini, Algoritma Genetika dan Algoritma *Tabu Search* yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Metode Penjadwalan

| Metode                       | Urutan Penjadwalan | Makespan (Jam) | Efficiency Index | Relative Error |
|------------------------------|--------------------|----------------|------------------|----------------|
| Metode perusahaan saat ini   | J2-J3-J1-J4        | 135.76         | 1.00             | 0%             |
| Algoritma Genetika           | J4-J2-J3-J1        | 111.82         | 1.21             | 21%            |
| Algoritma <i>Tabu Search</i> | J1-J2-J3-J4        | 125.55         | 1.08             | 8%             |

Dari hasil perbandingan metode penjadwalan produksi yang sudah dilakukan analisis menggunakan parameter perfromasi menggunakan *Efficiency Index* (EI) dan *Relative Error* (RE) pada metode *earliest due date* (EDD), Algoritma Genetika, dan Algoritma *Tabu Search* diperoleh bahwa penjadwalan produksi yang paling optimal ialah penjadwalan produksi dengan metode Algoritma Genetika. Maka dari itu usulan perbaikan untuk penjadwalan produksi pada PT Karsa Wijaya Pratama yang paling optimal ialah dengan urutan *job* J4-J2-J3-J1 dengan *makespan* sebesar 111.82 jam.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan metode algoritma genetika dan algoritma *tabu search*, diperoleh urutan *job* penjadwalan produksi dan *makespan* yang dihasilkan dengan metode algoritma genetika yaitu J4-J2-J3-J1 atau secara detailnya yaitu *job* WRD-1 Tipe 4, WRD-1 Tipe 2, WRD-1 Tipe 3 dan WRD-1 Tipe 1 dengan *makespan* sebesar 111.82 jam, serta dengan nilai *Efficiency Index* (EI) sebesar 1.21 dan nilai *Relative Error* sebesar 21%. Sedangkan untuk metode algoritma *tabu search* urutan *job* terbaiknya yaitu J1-J2-J3-J4 atau secara detailnya yaitu *job* WRD-1 Tipe 1, WRD-1 Tipe 2, WRD-1 Tipe 3 dan WRD-1 Tipe 4 dengan *makespan* sebesar 125.55 jam serta dengan nilai *Efficiency Index* (EI) sebesar 1.08 dan nilai *Relative Error* sebesar 8%. Metode algoritma genetika dan algoritma *tabu search* menghasilkan *makespan* dan urutan *job* yang lebih baik daripada metode penjadwalan yang perusahaan gunakan, yaitu *Earliest Due Date* dengan urutan *job* J2-J3-J1-J4 dan *makespan* yang dihasilkan 135.76 jam dengan nilai *Efficiency Index* (EI) sebesar 1 dan nilai *Relative Error* sebesar 0%. Sehingga penggunaan salah satu dari kedua metode penjadwalan yang peneliti gunakan yaitu algoritma genetika dan algoritma *tabu search*, dapat meminimalisir keterlambatan penyelesaian pembuatan produk saat proses produksi. Dari perbandingan antara kedua metode yaitu algoritma genetika dan algoritma *tabu search* serta metode perusahaan. Maka metode terbaik yang dapat diterapkan pada PT Karsa Wijaya Pratama agar penjadwalan produksi dapat berjalan lebih baik yaitu metode algoritma genetika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, N. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2018). *Principles of Sequencing and Scheduling 2nd Edition*. Hoboken USA: Wiley and Sons, Inc.
- Efendi, S., Pratiknyo, D., & Sugiono, E. (2019). *Manajemen Operasional*. Jakarta: LPU-

UNAS.

- Erliana, C. I. (2015). *Analisa dan Pengukuran Kerja*. Aceh: Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
- Fadli, M. R., & Sulistiyowati, W. (2021). Optimalisasi Penjadwalan Produksi Pipa Di Line 18 dengan Metode First Come First Serve (FCFS), Earlier Due Date (EDD), Short Process Time (SPT). *Prozima: Productivity, Optimation and Manufacturing System*, Vol. 3(2), 44–54.
- Falih, M. H. N. (2021). Implementasi Algoritma Tabu Search dalam Penjadwalan Produksi PT Arkha Jayanti Persada untuk Meminimasi Nilai Makespan. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, Vol. 2(2), 41–46.
- Ginting, R. (2009). *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Herjanto, E. (2007). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Indiyanto, R. (2008). *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*. Surabaya: Penerbit Yayasan Humaniora.
- Iskandar, D., Masruri, A. A., & Saputra, D. (2018). Analisis Penjadwalan Produksi Job Shop pada UKM di Bidang Konveksi dengan Menggunakan Algoritma Tabu Search (Studi Kasus di Panca Konveksi). *Jurnal Ilmiah Teknik*, Vol. 3(2), 21–27.
- Kadim, A. (2017). *Penerapan Manajemen Produksi dan Operasi Di Industri Manufaktur*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Marwan. (2017). *Belajar Mudah MATLAB beserta Aplikasinya*. Yogyakarta: Andi.
- Meila Sari, E., & Darmawan, M. M. (2020). Pengukuran Waktu Baku Dan Analisis Beban Kerja Pada Proses Filling Dan Packing Produk Lulur Mandi Di PT. Gloria Origita Cosmetics. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, Vol. 2(1), 51–61.
- Muharni, Y., & Utami, D. A. (2019). Menggunakan Metode Nawaz Enscore Ham Dan Genetic Algorithm. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin* Untirta. Vol. 5(2), 29–39.
- Putra, B. I., & Jakaria, R. B. (2020). *Perancangan Sistem Kerja*. Sidoarjo: UMSIDA Press.
- Rismawati, N., & Trisanto, D. (2020). Analisis Dan Implementasi Metode Earliest Due Date (EDD) Untuk Meminimalisir Keterlambatan Dalam Proses Penjadwalan Perbaikan Kendaraan. *Faktor Exacta*, Vol. 13(3), 168–175.
- Rudyanto, A., & Arifin, M. (2010). Penerapan Metode Earliest Due Date Pada Penjadwalan Produksi Paving Pada Cv. Eko Joyo. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 1907–5022.
- Santosa, B. (2017). *Pengantar Metaheuristik Implementasi dengan Matlab*. Surabaya: ITS Tekno Sains.
- Sofyan, D. K. (2013). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: Penerbit ITB.
- Suyanto. (2005). *Buku Algoritma Genetika dalam Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- Zadry et al. (2015). *Analisis dan Perancangan Sistem Kerja*. Padang: Andalas University Press