



PAPER – OPEN ACCESS

Analisis Perbaikan Penjadwalan Flowshop Menggunakan Metode Whale Optimization Algorithm

Author : Friska Maria Elisabeth Sihombing, dkk
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1873
Electronic ISSN : 2654-7031
Print ISSN : 2654-7031

Volume 6 Issue 1 – 2023 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Analisis Perbaikan Penjadwalan *Flowshop* Menggunakan Metode *Whale Optimization Algorithm*

Friska Maria Elisabeth Sihombing^a, Bernike Putri Sembiring^a, Hubert Yohanes^a, Rizky Adinda^a, Dedek Ayu Lestari^a

^aDepartemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155

mariashabeth@gmail.com, bernikeputrisembiring@gmail.com, hubertyohanes@gmail.com, radinda53@gmail.com, dedekayu86@gmail.com

Abstrak

PT. Pusaka Prima Mandiri adalah sebuah perusahaan bergerak dalam bidang produksi cat tembok sejak tahun 2013 dan berlokasi di jalan Brigjen Zein Hamid km 6,9 Deli Tua Medan Sumatera Utara. PT. Pusaka Prima Mandiri menggunakan aliran *pure flow shop* dalam melakukan kegiatan produksi, dimana aliran ini mengharuskan setiap *job* melewati seluruh mesin yang bekerja yang dimulai dari proses awal hingga proses akhir. Penjadwalan merupakan kegiatan pengurutan dari pengerjaan suatu produk secara menyeluruh yang dilakukan oleh beberapa mesin dengan mempertimbangkan fasilitas, peralatan maupun tenaga kerja. Permasalahan yang ditemukan pada PT. Pusaka Prima Mandiri adalah waktu penyelesaian kegiatan produksi terlalu lama yang disebabkan oleh adanya urutan proses produksi yang kurang sesuai dapat menyebabkan *makespan* yang terlalu lama. Apabila permasalahan-permasalahan tersebut terus berlanjut, maka tidak menutup kemungkinan perusahaan akan sering mengalami keterlambatan dalam memenuhi permintaan konsumen. Hal ini dapat berdampak kepada produktivitas maupun citra perusahaan kedepannya. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memperoleh jadwal produksi yang sesuai sehingga dapat meminimasi total waktu penyelesaian (*makespan*) menggunakan metode *Whale Optimization Algorithm*, membandingkan hasil *makespan* menggunakan metode *Whale Optimization Algorithm* dengan *makespan* perusahaan serta memperoleh metode terbaik dan efisien berdasarkan nilai *Efficiency Index* dan *Relative Error* pada metode *Whale Optimization Algorithm* dan metode FCFS. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah menggunakan *Whale Optimazation Algorithm* (WOA) yang merupakan metode pencarian ruang solusi yang optimal dengan meniru perilaku paus dalam mencari mangsanya. Berdasarkan perhitungan diperoleh bahwa *makespan* yang diperoleh berdasarkan metode aktual perusahaan adalah 274 menit, sedangkan hasil *makespan* berdasarkan metode usulan adalah 192 menit.

Kata Kunci: Penjadwalan *Flowshop*; *Whale Optimazation Algorithm* (WOA); *Makespan*

Abstract

PT. Pusaka Prima Mandiri is a company engaged in the production of wall paint since 2013 and is located on Jalan Brigjen Zein Hamid km 6.9 Deli Tua Medan, North Sumatra. PT. Pusaka Prima Mandiri uses a pure flow shop flow in carrying out production activities, where this flow requires that each work pass through all working machines starting from the initial process to the final process. Scheduling is a sequencing activity of working on a product as a whole which is carried out by several machines taking into account the facilities, equipment and workforce. The problems found at PT. Pusaka Prima Mandiri is the time to complete production activities that are too long caused by an inappropriate order in the production process which can cause too long

makespans. If these problems continue, it is possible that companies will often experience delays in fulfilling consumer demand. This can have an impact on future productivity and company image. The purpose of this research is to obtain an appropriate production schedule so as to minimize the total turnaround time (makespan) using the Whale Optimization Algorithm method, compare the results of makespan using the Whale Optimization Algorithm method by creating companies and obtain the best and efficient method based on the value of Efficiency Index and Relative Error on the Whale Optimization Algorithm method and the FCFS method. The method used to solve this problem is to use the Whale Optimization Algorithm (WOA) which is a method of finding the optimal solution space by imitating the behavior of pauses in searching for prey. Based on the calculations that have been done, it was found that the makespan obtained based on the company's actual method was 274 minutes, while the makespan based on the tourist method was 192 minutes.

Keywords: Flowshop Scheduling; Whale Optimazation Algorithm (WOA); Makespan

1. Pendahuluan

Penjadwalan produksi merupakan salah satu kegiatan dari perencanaan produksi. Penjadwalan mencakup kegiatan pengurutan dari pengerjaan suatu produk dengan merata yang dilakukan oleh sejumlah mesin beserta juga mempertimbangkan fasilitas, peralatan maupun tenaga kerja [1].

Penjadwalan juga dapat diartikan proses pengalokasian sumber daya dengan maksud menjalankan beberapa pekerjaan dengan jangka waktu tertentu. Penjadwalan tidak dapat dipisahkan dalam menentukan urutan suatu proses pengerjaan produk dimana ukuran kinerja dari penjadwalan adalah diperolehnya urutan proses pengerjaan yang lebih baik [2].

Teknik ataupun cara yang digunakan dalam penjadwalan tergantung pada volume produksi, keadaan operasi, serta kerumitan ataupun kompleksitas dari pekerjaan tersebut. Banyak perusahaan sering menyelesaikan suatu pekerjaan secara bersamaan dengan melakukan penggabungan jadwal kerja untuk mempercepat kegiatan produksi [3]. Hal tersebut seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Waktu Penyelesaian Permintaan Konsumen

No	Permintaan Masuk	Keterangan
1	Mei 2021	Selesai tepat waktu
2	Juni 2021	Terlambat
3	Juli 2021	Terlambat
4	Agustus 2021	Selesai tepat waktu
5	September 2021	Selesai tepat waktu

Masalah penjadwalan biasanya mengikutsertakan penanganan beberapa komponen yang umumnya diketahui dengan sebutan *job*. *Job* adalah susunan dari beberapa faktor-faktor asal yang diketahui sebagai kegiatan atau operasi. Dengan begitu, kesalahan ketika menyusun penjadwalan produksi selain bisa merusak upaya kontrol mesin produksinya, serta dapat melibatkan banyaknya produksi perusahaan [4].

Sejumlah tujuan yang ingin didapatkan ketika melakukan penjadwalan adalah:

- Menambah produktivitas mesin dengan cara mengurangi waktu mengganggu pada mesin.
- Mengurangi stok produk setengah jadi secara meminimalisir banyaknya rata-rata tugas yang mengantri terhadap mesin dikarenakan mesin itu sibuk.
- Meminimalisir keterlambatan disebabkan sudah melewati batas waktu dengan cara meminimalisir maksimum keterlambatan dan banyaknya pekerjaan yang tidak sesuai waktunya.
- Mengurangi ongkos produksi [5].

Selain itu, tujuan yang ingin didapatkan dalam menjalankan penelitian ini ialah sebagai berikut:

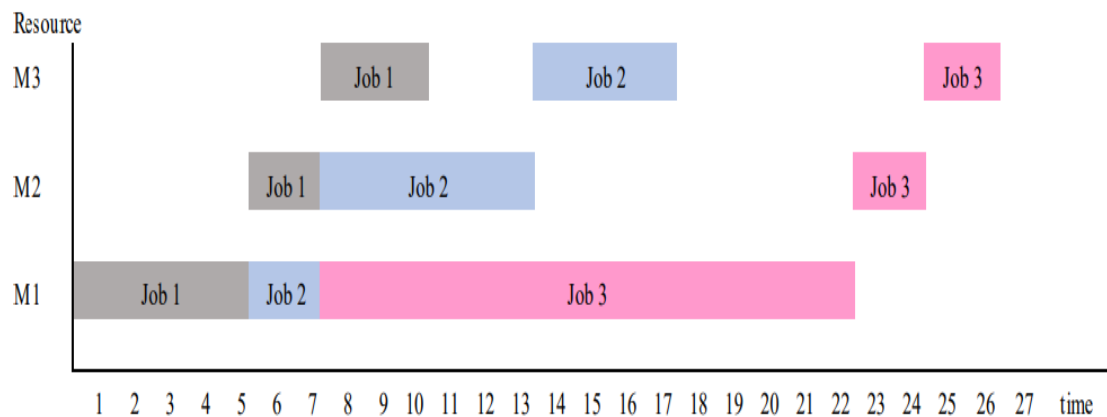
- Memperoleh jadwal produksi yang sesuai sehingga dapat meminimasi total waktu penyelesaian (*makespan*) menggunakan metode *Whale Optimization Algorithm*.
- Membandingkan hasil *makespan* menggunakan metode *Whale Optimization Algorithm* dengan *makespan* perusahaan.
- Memperoleh metode terbaik dan efisien berdasarkan nilai *Efficiency Index* dan *Relative Error* pada metode *Whale Optimization Algorithm* dan metode FCFS.

Pemecahan masalah yang diharapkan adalah memperoleh jadwal produksi yang optimal dengan *makespan* yang minimal dalam menyelesaikan seluruh tugas dengan terdapatnya batasan daya muat dan batasan mesin dalam mencapai fungsi tujuannya [6].

Penjadwalan *flow shop* adalah pola aliran berawal dari satu mesin dilanjut ke mesin yang lainnya. Dalam parameter pengukuran dibutuhkan penjadwalan secara terus menerus dan tidak ditemui waktu menganggur. Kalkulasi dalam penjadwalan wajib dipikirkan saat ditemui saran yang cocok disertai bertambahnya jumlah *job* atau mesin [7].

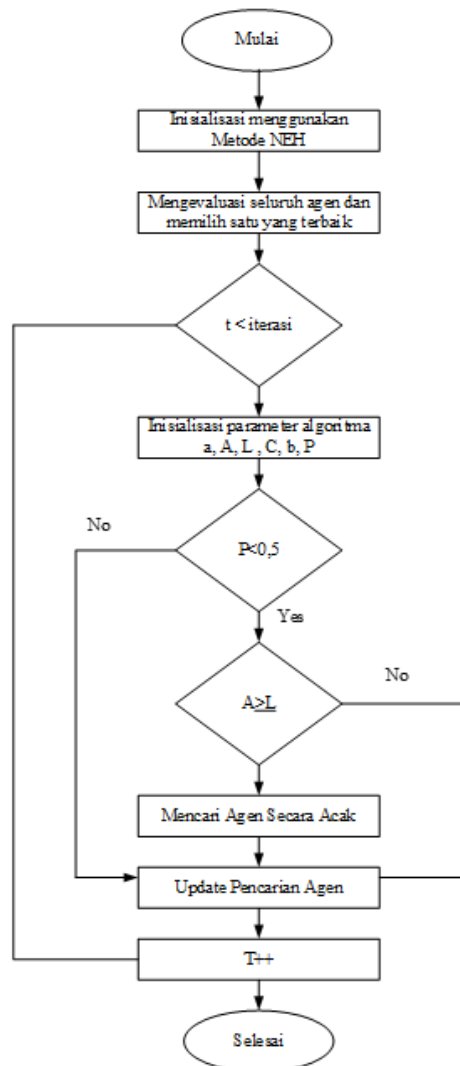
Dalam proses *job shop*, tiap pekerjaan mempunyai urutan operasi khusus dimana masing-masing pekerjaan berpindah dari satu mesin atau stasiun kerja menuju mesin menggunakan masing-masing pola [8].

Gantt chart ialah diagram yang dipakai guna menjalankan penjadwalan sumber daya berdasarkan peruntukan waktu yang telah ditentukan. Pembuatan *gantt chart* dapat mempermudah pemahaman pembaca ketika memperlihatkan waktu, pekerjaan yang dikerjakan dan urutan pengerjaannya [9]. Kekurangan dari *gantt chart* yaitu tidak menampilkan korelasi tiap kegiatan, tidak fleksibel karena tidak gampang untuk melakukan pembaruan serta tidak dapat memperlihatkan jadwal yang sistematis guna pekerjaan yang berukuran besar serta rumit [10].



Gambar 1. Gantt Chart

Algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) merupakan metode metaheuristik yang mengikuti sikap paus dalam (*humpback whales*) ketika memakan buruannya. Strategi yang dipakai pada metode ini ialah serangan jaringan gelembung dan pencarian makanannya [11]. *Flowchart* langkah-langkah metode *Whale Optimization Algorithm* (WOA) terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Metode Whale Optimization Algorithm (WOA)

2. Metodologi Penelitian

Penelitian pada tugas besar ini dijalankan di PT. Pusaka Prima Mandiri yang terletak di jalan Zein Hamid km 6,9 Deli Tua, Medan, Sumatera Utara. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan September-November 2022.

Penelitian yang dipakai ialah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif dipakai guna meneliti populasi tertentu serta menggunakan variabel pengumpulan data dan analisis yang bersifat kuantitatif. Metode penelitian yang dipakai ialah seperti berikut [12]:

- Observasi

Observasi merupakan teknik pengamatan langsung di lapangan mengenai pengukuran waktu kerja memakai metode *stopwatch time study*.

- Teknik Wawancara

Wawancara merupakan sebuah keadaan atau sebuah proses jalinan antara pewawancara dan sumber informasi atau orang yang di wawancarai secara komunikasi langsung. Wawancara berisi tentang hal-hal yang berkaitan dengan objek penelitian, sketsa umum perusahaan, struktur organisasi, data mesin dan peralatan.

- Studi Literatur

Studi literatur ialah teknik yang dipakai guna mendapatkan ide atau sumber referensi dalam penelitian yang berkaitan dengan metode *Whale Optimization Algorithm* (WOA) .

Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini ialah:

- Data urutan *job* perusahaan
- Data waktu proses produksi
- Data waktu siklus
- Data jumlah mesin yang digunakan

Langkah-Langkah penggunaan metode *Whale Optimization Algorithm* (WOA) adalah sebagai berikut:

- Menentukan fungsi tujuan.
- Menjalankan pembangkitan populasi awal secara mekanisme acak berjumlah N. Populasi itu berwujud urutan *job* sepanjang n.
- Melakukan perhitungan manfaat tujuan.
- Menentukan sampel elit.
- Mengerjakan perhitungan *Linier Fitness Ranking* (LFR).
- Elitisme dipakai guna menyimpan sampel yang mempunyai nilai fungsi tujuan terbaik pada tiap iterasi.
- Penetapan induk pindah silang.
- Melakukan pindah silang untuk membentuk kromosom baru.
- Melakukan perhitungan fungsi tujuan dan menentuka mana yang terbaik.
- Melakukan rekapitulasi urutan *job* hasil *genetic algorithm*.
- Melakukan penyempurnaan urutan *job* yang menjadi vektor posisi.
- Melakukan pembentukan urutan *job* menggunakan metode LRV.
- Menentukan posisi paus terbaik.
- Melakukan pembaharuan posisi paus [13].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang didapat berdasarkan studi literatur adalah sebagai berikut: Jumlah mesin yang digunakan pada PT. Pusaka Mandiri dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis dan Jumlah Mesin

No	Jenis Mesin	Jumlah Mesin (Unit)
1	Mesin <i>Mixer</i> 1	1
2	Mesin <i>Mixer</i> 2	1
3	Mesin <i>Shrink</i>	1
4	Mesin <i>Combiner</i>	1
5	Mesin <i>Cutting</i>	1
6	Mesin <i>Packaging</i>	1

Waktu proses pada kegiatan produksi pada PT. Pusaka Mandiri dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Proses

No	Job	Mesin (menit)		
		M1	M2	M3
1	J1	5	6	11
2	J2	8	4	7
3	J3	11	9	3
4	J4	14	15	20

3.2. Pengolahan Data

Hasil rekapitulasi terbaik yang diperoleh dari penjadwalan menggunakan metode NEH akan dibuat sebagai inisialisasi paus pada algoritma *Whale Optimization* [14]. Hasil Rekapitulasi seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Penjadwalan Algoritma Genetika

Paus	Urutan	Total <i>Makespan</i>
1	1 – 4 – 2 – 3	212
2	2 – 1 – 4 – 3	213
3	3 – 4 – 2 – 1	214
4	2 – 4 – 3 – 1	220
5	3 – 2 – 4 – 1	219

sehabis diperoleh posisi terbaru paus, kemudian posisi diurutkan lagi menggunakan metode LRV [15]. Urutan *job* terhadap posisi terbaru paus seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Urutan *Job* Terbaru

Paus	Urutan <i>Job</i>			Total <i>Makespan</i>	
1	1	4	2	3	212
2	1	4	2	3	212
3	1	2	4	3	217
4	1	3	4	2	222
5	1	4	3	2	192

Sehingga, berdasarkan perhitungan di atas diperoleh bahwa urutan *job* yang menghasilkan waktu *makespan* terkecil adalah 1-4-3-2 sebesar 192 menit. Sedangkan, untuk hasil perhitungan *makespan* menggunakan metode perusahaan, merupakan metode *First Come First Served* diperoleh urutan *job* 1-2-3-4. Lalu dihitung perhitungan total *makespan* berlandaskan urutan tadi memakai data waktu proses sehingga menghasilkan *makespan* sebesar 274.

Efisiensi dipakai guna parameter ketika menentukan metode terbagus dari hasil variasi total *makespan* dari kedua metode itu. Hasil perhitungan pada nilai total *makespan* dalam metode usulan (WOA) diperoleh total *makespan* sebesar 192 dan dalam metode perusahaan diperoleh total *makespan* sebesar 274. Maka efisiensi yang dibuat berdasarkan perbandingan dari dua metode tersebut 1,42%. sebesar 274.

Bisa diartikan jika metode usulan (WOA) lebih efisien terhadap metode yang digunakan perusahaan sekarang.

4. Kesimpulan

Penjadwalan ulang produksi dilakukan untuk memperoleh nilai *makespan* terkecil, sehingga dapat membantu perusahaan dalam menangani keterlambatan produksi. Perusahaan menggunakan metode *First Come First Serve* dalam melakukan kegiatan produksi serta urutan dari *job* ialah $\neg 1-2-3-4$ dengan waktu *makespan* 274. Metode usulan yang digunakan adalah menggunakan metode *Whale Optimization Algorithm* dengan hasil urutan *job* yang diperoleh adalah 1-4-3-2 dan waktu *makespan* yang didapatkan adalah 192. Berdasarkan perhitungan performansi yang sudah dianalisa, bisa dikatakan jika metode usulan menggunakan *Whale Optimization Algorithm* (WOA) lebih efisien dibanding metode yang diterapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 1,42% dan nilai *Relative Error* sebesar 0,4%.

References

- [1] D. Sipper and R. Bulfin, "Production: Planning, Control, and Integration". 1997.
- [2] Utama D M, Widodo D S, Wicaksono W and Ardiansyah L R. (2019) "A New Hybrid Metaheuristics Algorithm for Minimizing Energy Consumption in the Flow Shop Scheduling Problem International" *Journal of Technology* 10(3): 20-31.
- [3] K.R. Baker and D.Trietsch. (2013) "Principles of Sequencing and Scheduling" John Wiley & Son.
- [4] Utama, Dana Marsetiya, Leo Rizky and Annisa Kessy. (2015) "Penjadwalan Flowshop untuk Meminimisasi Total Tardiness Menggunakan Algoritma CEGA" *Jurnal Optimasu Sistem Industri*, 19 (2): 133-141.
- [5] Render and Heizer (2017) "A Simple And Effective Iterated Greedy Algorithm For The Permutation Flowshop Scheduling Problem" *European Journal of Operational Research*, 17(20): 33-49
- [6] Utama D M, Widodo (2020) "Minimizing Number of Tardy Jobs in Flow Shop Scheduling Using A Hybrid Whale Optimization Algorithm" *Journal of Technology* 14(2): 1-10.
- [7] S. Harto, A. K. Garside, A., and D. Utama, (2014) "Penjadwalan Produksi Menggunakan Algoritma Jadwal Non Delay Untuk Meminimalkan Makespan Studi Kasus di CV," *Bima Mebel. Spektrum Ind.* 14(4),
- [8] Dewi, F.G. (2005). "Penjadwalan Pembuatan Box Aluminium Untuk Meminimalkan Makespan". *Prosiding SEMNAS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
- [9] Nurpasca, Irandra. (2012). "Penjadwalan Produksi Flowshop Untuk Meminimasi Makespan dengan Analisis Perbandingan Metode Heuristic, Pour dan Campbell, Dudeck and Smith (CDS) pada Lantai". *Telkom University, Bandung*.
- [10] C. Srisandarajah and S. Sethi, "Scheduling Algorithms For Flexible Flowshops: Worst and Average Case Performance," *Eur. J. Oper. Res.* 43(4). 143–160.
- [11] R. Logendran, N. Nudtasomboon, and N., "Minimizing the Makespan of a Group Scheduling Problem: a New Heuristic," *Int. J. Prod. Econ.* 22(1). 217–230.
- [12] Farouq, Eko. 2013. "Simulasi Aturan Johnson Untuk Penjadwalan Produksi Flowshop di Perusahaan Furniture". Malang: Jurusan Ilmu Komputer Program Studi Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
- [13] Abdel-Basset M, Manogaran G, El-Shahat D and Mirjalili S 2018 "A Hybrid Whale Optimization Algorithm Based On Local Search Strategy For The Permutation Flow Shop Scheduling Problem Future" *Generation Computer Systems* (85) 129-45
- [14] Mirjalili S and Lewis A (2016) "The Whale Optimization Algorithm Advances in Engineering Software" (95) 51-67.
- [15] Santos D and Roa I (2018) "Minimizing The Number of Tardy Jobs in Hybrid Flow Shops with Non-Identical Multiple Processors" *Industrial and Systems Engineering* (6) 62-73.