

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *GREY WOLF OPTIMIZER*
PADA PENYELESAIAN MASALAH *HYBRID FLOWSHOP SCHEDULING*
(Studi Kasus: Pabrik Mebel di Kota Bekasi)**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Matematika*



Oleh:
Fatimah Az Zahra
NIM 2100600

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

LEMBAR HAK CIPTA

IMPLEMENTASI ALGORITMA *GREY WOLF OPTIMIZER* PADA PENYELESAIAN MASALAH *HYBRID FLOWSHOP SCHEDULING* (Studi Kasus: Pabrik Mebel di Kota Bekasi)

Oleh
Fatimah Az Zahra

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam

© Fatimah Az Zahra 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
April 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penu

LEMBAR PENGESAHAN

FATIMAH AZ ZAHRA

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *GREY WOLF OPTIMIZER* PADA
PENYELESAIAN MASALAH *HYBRID FLOWSHOP SCHEDULING***

(Studi Kasus: Pabrik Mebel di Kota Bekasi)

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing,

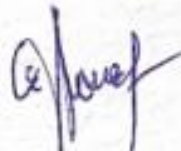
Pembimbing I



Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si.

NIP. 197711282008122001

Pembimbing II

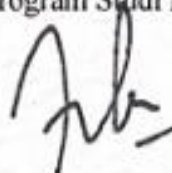


Dra. Encum Sumiaty, M.Si.

NIP. 196304201989032002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

Penelitian ini membahas masalah *Hybrid Flowshop Scheduling* (HFS), yaitu permasalahan penjadwalan produksi yang melibatkan beberapa tahap pemrosesan dengan mesin paralel di setiap tahapnya, dengan tujuan utama meminimalkan *makespan* untuk meningkatkan efisiensi produksi. Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO), yang meniru perilaku beburu serigala abu-abu, diimplementasikan untuk menyelesaikan masalah HFS dengan cara merepresentasikan setiap serigala dalam populasi sebagai solusi kandidat berupa urutan penjadwalan. Proses optimasi dilakukan dengan memperbarui posisi serigala berdasarkan serigala α , β , dan δ , serta mengevaluasi solusi menggunakan fungsi objektif berupa *makespan*. Hasil implementasi menunjukkan bahwa GWO mampu mengurangi *makespan* dari 2660 menit menjadi 2505 menit, sehingga meningkatkan efisiensi penjadwalan. Penelitian ini juga membandingkan solusi yang dihasilkan algoritma GWO dengan solusi algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) pada penelitian sebelumnya. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa GWO menghasilkan *makespan* yang lebih kecil sehingga mengindikasikan potensi efektivitas GWO dalam menyelesaikan masalah HFS.

Kata Kunci: Penjadwalan, *Hybrid Flowshop*, *Grey Wolf Optimizer*, *Makespan*.

ABSTRACT

This research studies a Hybrid Flowshop Scheduling (HFS) problem, that is a production scheduling problem involving multiple processing stages with parallel machines at each stage to minimize makespan. The Grey Wolf Optimizer (GWO) algorithm, which mimics the hunting behavior of gray wolves, is implemented to solve the problem by representing each wolf in the population as a candidate solution. The optimization process is carried out by updating the wolves's positions based on the alpha, beta, and delta wolves and evaluating solutions using the objective function, which is the makespan. The implementation results show that GWO successfully reduces the makespan from 2660 to 2505 minutes. In addition, the GWO algorithm was also compared with the Migrating Birds Optimization (MBO) algorithm to solve the problem in a previous study. The result shows that GWO produces a smaller makespan than MBO. It indicates the effectiveness of GWO in solving HFS problem.

Key Words: *Scheduling, Hybrid Flowshop, Grey Wolf Optimizer, Makespan.*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Penjadwalan	5
2.2 Penjadwalan <i>Flowshop</i>	6
2.3 <i>Hybrid Flowshop Scheduling</i> (HFS).....	6
2.4 Algoritma <i>Grey Wolf Optimizer</i> (GWO).....	7
2.5 Diagram Gantt.....	11
2.6 Penelitian Terdahulu	11
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Deskripsi Masalah.....	14
3.2 Tahapan Penelitian	14
3.3 Formulasi Model Optimisasi HFS	15
3.4 Teknik Penyelesaian Model dengan algoritma GWO.....	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21

4.1 Model Optimisasi.....	21
4.2 Contoh Kasus	23
4.3 Implementasi.....	36
4.3.1 Data Penelitian	36
4.3.2 Model Optimisasi pada Studi Kasus	41
4.3.3 Validasi.....	42
4.3.4 Hasil Implementasi	43
4.3.5 Analisis Hasil Implementasi	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Contoh Penjadwalan <i>Hybrid Flowshop Scheduling</i>	24
Tabel 4.2 Populasi Awal Serigala Abu-abu.....	24
Tabel 4.3 Nilai <i>Makespan</i> Setiap Serigala	32
Tabel 4.4 Pembaruan Posisi Serigala.....	34
Tabel 4.5 Nilai <i>Makespan</i> Pembaruan Posisi	35
Tabel 4.6 Posisi Baru Serigala.....	35
Tabel 4.7 Data Jumlah Job	38
Tabel 4.8 Data Jumlah Mesin.....	39
Tabel 4.9 Data Waktu Pemrosesan Job.....	39
Tabel 4.10 Data Waktu Pemrosesan 45 Job pada 8 Tahap	40
Tabel 4.11 Hasil Uji Parameter Jumlah Populasi.....	48
Tabel 4.12 Hasil Uji Parameter Iterasi Maksimum.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Ilustrasi Alur Kerja dalam <i>Hybrid Flowshop</i> (Kurdi, 2019)	7
Gambar 2.3 Hierarki Sosial Serigala Abu-abu (Mirjailili dkk., 2014)	8
Gambar 2.4 Contoh Diagram Gantt (Ribeiro, 2006)	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Algoritma GWO.....	20
Gambar 4.1 Diagram Gantt pada Contoh Kasus	36
Gambar 4.2 Hasil Komputasi Contoh Kasus.....	43
Gambar 4.3 Jadwal Optimal pada Pabrik Garmen	44
Gambar 4.4 Diagram Gantt Jadwal Optimal pada Pabrik Garmen	44
Gambar 4.5 Hasil Penerapan GWO pada Data Hasanah (2024).....	46
Gambar 4.6 Diagram Gantt Hasil Optimasi GWO pada Data Hasanah (2024)	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program GWO	55
------------------------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

- Almufti, S. M., Ahmad, H. B., Marqas, R. B., & Asaad, R. R. (2021). Grey wolf optimizer: Overview, modifications and applications. *International Research Journal of Science, Technology, Education, and Management*, 1(1), 1-1. Grey-wolf-optimizer-Overview-modifications-and-applications.pdf
- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2018). *Principles of sequencing and scheduling*. John Wiley & Sons. Principles of Sequencing and Scheduling - Kenneth R. Baker, Dan Trietsch - Google Books
- Colak, M., & Keskin, G. A. (2021). An extensive and systematic literature review for hybrid flowshop scheduling problems. (PDF) An extensive and systematic literature review for hybrid flowshop scheduling problems
- Cui, Z., & Gu, X. (2015). An improved discrete artificial bee colony algorithm to minimize the *makespan* on hybrid flow shop problems. *Neurocomputing*, 148, 248-259. An improved discrete artificial bee colony algorithm to minimize the *makespan* on hybrid flow shop problems - ScienceDirect
- Elmaghraby, S. E., & Karnoub, R. E. (1997). Production control in hybrid flowshops: an example from textile manufacturing. In *The Planning and Scheduling of Production Systems: Methodologies and Applications* (pp. 163-198). Boston, MA: Springer US. Production control in hybrid flowshops: an example from textile manufacturing | SpringerLink
- Ginting, R. (2009). *Penjadwalan mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hasanah, I. N. A. (2024). Implementasi Algoritma *Migrating Birds Optimization* Pada Penyelesaian Masalah *Hybrid Flowshop Scheduling*. Universitas Pendidikan Indonesia
- Hashem, M. H., Abdullah, H. S., & Ghathwan, K. I. (2023). Grey Wolf Optimization Algorithm: A Survey. *Iraqi Journal of Science*, 5964-5984. Grey-Wolf-Optimization-Algorithm-A-Survey
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to operations research*. McGraw-Hill. (PDF) Introduction To Operations Research
- Kamsyakawuni, A., Palupi, K., & Pradjaningsih, A. (2020). Penerapan Algoritma *Elephant Herding Optimization* (EHO) pada Masalah *Hybrid Flowshop Scheduling* (HFS). *Journal of Applied Informatics and Computing*, 4(1), 13-16. (PDF) Penerapan algoritma Elephant Herding Optimization (EHO) pada Masalah Hybrid Flowshop Scheduling (HFS)

- Komaki, G. M., & Kayvanfar, V. (2015). Grey Wolf Optimizer algorithm for the two-stage assembly flow shop scheduling problem with release time. *Journal of computational science*, 8, 109-120. Grey Wolf Optimizer algorithm for the two-stage assembly flow shop scheduling problem with release time - ScienceDirect
- Kurdi, M. (2019). Ant colony system with a novel Non-DaemonActions procedure for multiprocessor task scheduling in multistage hybrid flow shop. *Swarm and evolutionary computation*, 44, 987-1002. Ant colony system with a novel Non-DaemonActions procedure for multiprocessor task scheduling in multistage hybrid flow shop - ScienceDirect
- Lestari, V., Kamsyakawuni, A., & Santoso, K. A. (2019). Implementasi algoritma Grey Wolf Optimizer (GWO) di Toko Citra Tani Jember. *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, 19, 65-74. Implementasi algoritma GWO di Toko Citra Tani Jember | *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*
- Limas, A. V., Sudirwan, J., & Fadlilah, S. N. (2014). Perancangan Sistem Penjadwalan Mesin Hybrid Flow Shop dengan algoritma Levyflight Discrete Firefly. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 5(2), 671-684. Perancangan Sistem Penjadwalan Mesin Hybrid Flow Shop dengan Levyflight Discrete Firefly | *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*
- Mail, A., Nusran, M., Chairani, N., Nur, T., & Faturrahman, R. (2018). Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith dan Palmer Pada PT. Bobi Agung Indonesia". *Journal Of Industrial Engineering Management*, 8(2), 41-47. Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith dan Palmer
- Maulana, S.K., Widodo, E., & Hisyam, I. (2023). Analisis Performansi Algoritma Grey Wolf Optimizer dan Algoritma Genetika untuk Model Persediaan Multi Supplier Multi Buyer dengan Pertimbangan Biaya Transportasi. *Matrik : Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*. Analisis Performansi algoritma GWO dan AG untuk Model Persediaan Multi Supplier Multi Buyer dengan Pertimbangan Biaya Transportasi | Semantic Scholar
- Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey wolf optimizer. *Advances in engineering software*, 69, 46-61. Grey Wolf Optimizer - ScienceDirect
- Monica, A. (2017). Penyelesaian permasalahan Hybrid Flow Shop Scheduling untuk meminimasi *makespan* dengan algoritma Grey Wolf Optimizer. Penyelesaian permasalahan Hybrid Flow Shop Scheduling untuk meminimasi *makespan* dengan algoritma Grey Wolf Optimizer

- Mosavi, S. K., Jalalian, E., Soleimani, F., & Branch, U. (2018). A comprehensive survey of grey wolf optimizer algorithm and its application. *Int. J. Adv. Robot. Expert Syst.*, 1(6), 23-45. A comprehensive survey of grey wolf optimizer algorithm and its application
- Pinedo, M. L. (2012). *Scheduling: Theory, algorithms, and systems* (5th ed.). Springer. *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems* | SpringerLink
- Pratiwi, Y. E., Kusbudiono, K., Riski, A., & Hadi, A. F. (2020). Hybrid flow-shop scheduling (HFS) problem solving with migrating birds optimization (MBO) algorithm. Universitas Jember. *Hybrid Flow-Shop Scheduling (HFS) Problem Solving with Migrating Birds Optimization (MBO) Algorithm*
- Ribeiro, S. A., Schmitz, E. A., Silva, M. F. D., & de Alencar, A. J. S. (2021). A Dynamic *Job Shop* Model for Scheduling Tasks in a Software Development Environment. *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management*, 18, e202118001. (PDF) A Dynamic *Job Shop* Model for Scheduling Tasks in a Software Development Environment
- Ruiz, R., & Vázquez-Rodríguez, J. A. (2010). The hybrid flow shop scheduling problem. *European journal of operational research*, 205(1), 1-18. The hybrid flow shop scheduling problem - ScienceDirect
- Wilson, J. M. (2003). Gantt charts: A centenary appreciation. *European Journal of Operational Research*, 149(2), 430-437. Gantt charts: A centenary appreciation - ScienceDirect