

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *MIGRATING BIRDS OPTIMIZATION*  
PADA PENYELESAIAN MASALAH *HYBRID FLOWSHOP SCHEDULING***

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh  
Gelar Sarjana Matematika*



Oleh:

Ilma Nur Amalia Hasanah

NIM. 2003898

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

**2024**

**LEMBAR HAK CIPTA**

**Implementasi Algoritma *Migrating Birds Optimization* pada  
Penyelesaian Masalah *Hybrid Flowshop Scheduling***

Oleh:

Ilma Nur Amalia Hasanah

2003898

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh Gelar Sarjana  
Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Ilma Nur Amalia Hasanah 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

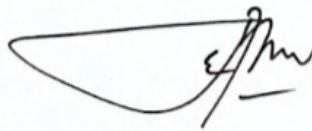
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

ILMA NUR AMALIA HASANAH

**Implementasi Algoritma *Migrating Birds Optimization* pada  
Penyelesaian Masalah *Hybrid Flowshop Scheduling***

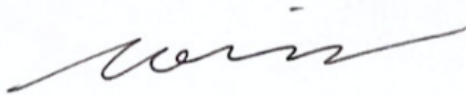
Disetujui dan disahkan oleh pembimbing,  
Pembimbing I



**Dr. H. Endang Cahya MA, M.Si.**

**NIP. 196506221990011001**

Pembimbing II



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

**NIP. 197711282008122001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



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

**NIP. 198207282005012001**

## Implementasi Algoritma *Migrating Birds Optimization* pada Penyelesaian Masalah *Hybrid Flowshop Scheduling*

### ABSTRAK

Implementasi Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) untuk menyelesaikan masalah *Hybrid Flowshop Scheduling* (HFS) merupakan fokus penelitian ini. HFS adalah suatu masalah penjadwalan produksi yang melibatkan beberapa tahapan produksi dengan setidaknya satu tahap yang mengoperasikan mesin serupa secara paralel. HFS diselesaikan untuk menghasilkan penjadwalan produksi yang meminimumkan waktu penyelesaian proses terakhir (*makespan*). Penyelesaian masalah HFS menggunakan Algoritma MBO dilakukan dengan cara menginisialisasi parameter, yaitu jumlah populasi, solusi tetangga, nilai *sharing*, dan iterasi maksimum. Setiap solusi dievaluasi berdasarkan *makespan*. Selanjutnya, pembangkitan solusi tetangga dilakukan melalui *swapping permutation* dan mengevaluasi ulang *makespan* dari solusi tetangga. Berdasarkan evaluasi tersebut, pemimpin atau solusi terbaik diperbarui. Proses ini berulang hingga iterasi maksimum tercapai. Hasil implementasi menunjukkan bahwa algoritma MBO berhasil memberikan solusi masalah penjadwalan produksi di suatu pabrik tekstil dengan *makespan* yang minimum.

**Kata Kunci:** *Hybrid flowshop*, Penjadwalan, Algoritma *Migrating Birds Optimization*, Optimisasi, *Makespan*.

***Implementation of Migrating Birds Optimization Algorithm on Solving the  
Hybrid Flowshop Scheduling Problem***

***ABSTRACT***

*The implementation of Migrating Birds Optimization (MBO) Algorithm to solve the Hybrid Flowshop Scheduling (HFS) problem is the focus of this research. HFS is a production scheduling issue that involves several production stages, with at least one stage operating similar machines in parallel. HFS is solved to generate a production schedule that minimizes the completion time of the final process (makespan). The solution of the HFS problem using the MBO algorithm is carried out by initializing parameters, namely population size, neighbor solutions, sharing value, and maximum iterations. Each solution is evaluated based on the makespan. Next, the generation of neighboring solutions is performed through swapping permutation and re-evaluating the makespan of the neighboring solutions. Based on this evaluation, the leader or the best solution is updated. This process is repeated until the maximum number of iterations is reached. The results of the implementation show that the MBO algorithm successfully provides a solution to the production scheduling problem in a textile factory with a minimum makespan.*

***Key Words:*** *Hybrid flowshop, Scheduling, Migrating Birds Optimization Algorithm, Optimization, 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 I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penjadwalan .....	5
2.2 Penjadwalan <i>Flowshop</i> .....	5
2.3 <i>Hybrid Flowshop Scheduling</i> (HFS) .....	6
2.4 Diagram Gantt .....	7
2.5 Algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> (MBO) .....	8
2.6 Langkah Kerja Algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> (MBO) .....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Deskripsi Masalah .....	12
3.2 Tahapan Penelitian.....	12
3.3 Model Optimisasi <i>Hybrid Flowshop Scheduling</i> (HFS) .....	14
3.4 Teknik Penyelesaian Masalah HFS dengan Algoritma MBO .....	17
3.5 Contoh Kasus .....	21
BAB IV PEMBAHASAN.....	33
4.1 Data Penelitian .....	33

4.2 Model Optimisasi .....	39
4.3 Validasi .....	41
4.4 Tahapan Implementasi.....	41
4.5 Hasil Implementasi.....	42
4.6 Analisis Parameter.....	43
4.7 Analisis Hasil Implementasi.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Contoh Penjadwalan HFS .....	21
Tabel 3.2 Populasi Awal Burung .....	21
Tabel 3.3 Pengurutan dan Transformasi Bilangan Acak .....	22
Tabel 3.4 Nilai <i>Makespan</i> Setiap Burung .....	30
Tabel 3.5 Solusi Tetangga dari Setiap Burung untuk $k = 3$ dan $x = 1$ .....	30
Tabel 3.6 <i>Makespan</i> yang Dihasilkan dari Solusi Tetangga.....	31
Tabel 4.1 Data Jumlah <i>Job</i> .....	35
Tabel 4.2 Data Jumlah Mesin.....	36
Tabel 4.3 Data Waktu Pemrosesan .....	37
Tabel 4.4 Data 36 <i>Job</i> dan 10 <i>Stage</i> .....	38
Tabel 4.5 Hasil Uji Parameter Jumlah Populasi.....	44
Tabel 4.6 Hasil Uji Parameter Banyaknya Solusi Tetangga.....	45
Tabel 4.7 Hasil Uji Parameter Nilai <i>Sharing</i> .....	46
Tabel 4.8 Hasil Uji Parameter Iterasi Maksimum.....	47



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Hybrid Flowshop Environment</i> .....	7
Gambar 2.2 Gambar Contoh Diagram Gantt .....	8
Gambar 2.3 Gambar Burung Bermigrasi Membentuk Formasi "V" .....	9
Gambar 3.1 Gambaran Formasi "V" Algoritma MBO.....	18
Gambar 3.2 Gambaran Pembaruan Pemimpin Sisi Kiri .....	19
Gambar 3.3 Gambaran Pembaruan Pemimpin Sisi Kanan .....	19
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Algoritma MBO.....	20
Gambar 3.5 Formasi Solusi Awal.....	22
Gambar 3.6 Formasi Baru Setelah 1 Iterasi .....	32
Gambar 3.7 Diagram Gantt untuk Contoh Kasus .....	32
Gambar 4.1 Hasil Komputasi Contoh Kasus .....	41
Gambar 4.2 Urutan <i>Job</i> untuk $n = 15$ , $k = 15$ , $x = 7$ , dan $m = 1000$ .....	42
Gambar 4.3 Diagram Gantt untuk $n = 15$ , $k = 15$ , $x = 7$ , dan $m = 1000$ .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program MBO.....	55
Lampiran 2. Perhitungan Manual untuk Solusi Tetangga.....	61

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K. R. (1974). *Introduction to Sequencing and Scheduling*. Wiley.  
<https://books.google.co.id/books?id=o8lTAAAAMAAJ>
- Benkalai, I., Rebaine, D., Gagn'e, C., & Baptiste, P. (2016). *The migrating birds optimization metaheuristic for the permutation flow shop with sequence dependent setup times*. *IFAC (International Federation of Automatic Control)*, 49(12), 408-413.
- Colomi, A., Dorigo, M., & Maniezzo, V. (1991). Distributed Optimization by Ant Colonies. *Varela, F. and Bourgine, P., Eds., Proceedings of the European Conference on Artificial Life*, 134–142.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2013.07.056>
- Duman, E., Uysal, M., & Alkaya, A. F. (2011). Migrating Birds Optimization: A new metaheuristic approach and its performance on quadratic assignment problem. *Information Sciences*, 217, 254–253. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2012.06.032>
- Efendi, I. (2016). *Penyelesaian Masalah Penjadwalan Flowshop dengan Algoritma Iterated Greedy dan Algoritma Social Cognitive Optimization* [Skripsi]. Universitas Jember.
- Febianti, E., Muharni, Y., Falti, D., Herlina, L., & Kulsum. (2023). Usulan Penjadwalan Mesin Paralel Menggunakan Metode Ant Colony Optimization Algorithm dan Longest Processing Time. *Journal of Integrated System*, 6(1), 42–52. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.5610>
- Fitriani, K., & Setiawati, L. (2022). Penjadwalan Produksi Flowshop Menggunakan Metode Algoritma Cds dan Improve Algoritma Hodgson di Cv. Al Farabi Konstruksi Besi & Fiberglass. *Abstract Of Undergraduate Research, Faculty Of Industrial Technology, Bung Hatta University*.

- Ginting, R. (2009). *Penjadwalan Mesin* (Edisi Pertama). Graha Ilmu.
- Glover, F. (1989). Tabu Search—Part I. *ORSA Journal on Computing*, 1(3), 190–206. <https://doi.org/10.1287/ijoc.1.3.190>
- Guz, C. O., Janiak, A., & Lichtenstein, M. (2001). *Metaheuristic Algorithms for Hybrid Flow-Shop Scheduling Problem with Multiprocessor Tasks*.
- Heizer, J. H., & Render, B. (2006). *Operations Management*. Pearson/Prentice Hall. <https://books.google.co.id/books?id=matfQgAACAAJ>
- Holland, J. H. (1992). Genetic Algorithms. *Scientific American*, 267(1), 66–73. <http://www.jstor.org/stable/24939139>
- Jacobs, F. R. (2010). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management*. McGraw-Hill Higher Education.
- Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995). Particle Swarm Optimization. *Proceedings of ICNN'95-International Conference on Neural Networks*, 4, 1942–1948.
- Krishnanand, K. N., & Ghose, D. (2006). Glowworm swarm based optimization algorithm for multimodal functions with collective robotics applications. *Multiagent and Grid Systems*, 2(3), 209–222. <https://doi.org/10.3233/MGS-2006-2301>
- Lissaman, P. B. S., & Shollenberger, C. A. (1970). Formation Flight of Birds. *Science*, 168(3934), 1003–1005. <https://doi.org/10.1126/science.168.3934.1003>
- Madenoglu, F. S. (2019). Solving The Hybrid Flow Shop Scheduling Problem Using Heuristic Algorithms. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(3), 14–25. <https://doi.org/10.15295/bmij.v7i3.1226>
- Meng, L., Lu, C., Zhang, B., Ren, Y., Lv, C., Sang, H., Li, J., & Zhang, C. (2021). Constraint programming for solving four complex flexible shop scheduling problems. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, 3(2), 147–160. <https://doi.org/10.1049/cim2.12005>

- Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey Wolf Optimizer. *Advances in Engineering Software*, 69, 46–61. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2013.12.007>
- Monica, A. (2017). *Penyelesaian Permasalahan Hybrid Flow Shop Scheduling untuk Meminimasi Makespan dengan Algoritma Grey Wolf Optimizer* [Skripsi]. Universitas Katolik Parahyangan.
- Pratiwi, F. R., Rahman, A., & Tantrika, C. F. M. (2014). Penjadwalan Hybrid Flowshop Dengan Integer Linear Programming Untuk Meminimasi Makespan (Studi Kasus: PT. Dwisutra Setia Agung Surabaya). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 2(5).
- Pratiwi, K. S., Anugraha, R. A., & Astuti, M. D. (2018). Penjadwalan Hybrid Flowshop dengan Sequence-Dependent Set-Up Time Menggunakan Algoritma Simulated Annealing untuk Meminimasi Makespan Produksi pada Proses Dyeing. *E-Proceeding of Engineering*, 5(3), 1–8.
- Pratiwi, Y. E., (2019). *Penyelesaian Masalah Hybrid Flowshop Scheduling (HFS) dengan Algoritma Migrating Birds Optimization (MBO)* [Skripsi]. Universitas Jember.
- Pratiwi, Y. E., Kusbudiono, Riski, A., & Hadi, A. F. (2020). Hybrid Flow-shop Scheduling (HFS) Problem Solving with Migrating Birds Optimization (MBO) Algorithm. *Mathematics and Statistics*, 8(2), 58–62. <https://doi.org/10.13189/ms.2020.081310>
- Putra, M. A. A. (2019). *Penjadwalan Produksi untuk Meminimasi Makespan dan Jam Lembur Menggunakan Backward Scheduling* [Skripsi]. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran.”
- Ratnasari, A. (2015). *Optimasi Penjadwalan Hybrid Flowshop Untuk Produk Flexible Packaging dengan Metode Algoritma Genetika* [Skripsi]. Universitas Brawijaya.

- Ruiz, R., & Vázquez-Rodríguez, J. A. (2010). The hybrid flow shop scheduling problem. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 205, Issue 1, pp. 1–18). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.09.024>
- Tongur, V., & Ülker, E. (2014). Migrating Birds Optimization for Flow Shop Sequencing Problem. *Journal of Computer and Communications*, 02(04), 142–147. <https://doi.org/10.4236/jcc.2014.24019>
- Tongur, V., & Ülker, E. (2017). 0-1 Çok Boyutlu SÖrt ÇantasÖ Probleminin Göçmen Kuúlar Optimizasyon AlgoritmasÖ ile Çözümü Migrating Birds Optimization (MBO) Algorithm to Solve 0-1 Multidimensional Knapsack Problem. (*UBMK'17*) *2nd International Conference on Computer Science and Engineering*, 786–789.
- Uetake, T., Tsubone, H., & Ohba, M. (1995). A production scheduling system in a hybrid flow shop. *Int. J. Production Economics*, 41, 395–398.
- Wren, A. (1995). Scheduling, Timetabling and Rostering - A Special Relationship? *Selected Papers from the First International Conference on Practice and Theory of Automated Timetabling*, 46–75.