

***HYBRID FIREFLY ALGORITHM (FA) DAN BAT ALGORITHM
(BA) UNTUK MENYELESAIKAN PERMUTATION
FLOWSHOP SCHEDULLING PROBLEM (PFSP)***

SKRIPSI



PUTRI INTAN PERMATASARI

**PRODI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

***HYBRID FIREFLY ALGORITHM (FA) DAN BAT ALGORITHM
(BA) UNTUK MENYELESAIKAN PERMUTATION
FLOWSHOP SCHEDULLING PROBLEM (PFSP)***

SKRIPSI



PUTRI INTAN PERMATASARI

**PRODI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

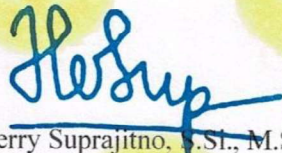
***HYBRID FIREFLY ALGORITHM (FA) DAN BAT ALGORITHM (BA)
UNTUK MENYELESAIKAN PERMUTATION FLOWSHOP
SCHEDULLING PROBLEM (PFSP)***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang
Matematika Pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga**

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si.
NIP. 196804041994031020

Pembimbing II



Auli Damayanti, S.Si., M.Si.
NIP. 197511072003122004

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : *Hybrid Firefly Algorithm (FA) dan Bat Algorithm (BA) untuk menyelesaikan Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)*

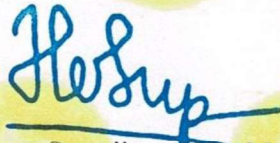
Penyusun : Putri Intan Permatasari

NIM : 081811233066

Tanggal Ujian :

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si.

NIP. 196804041994031020

Pembimbing II

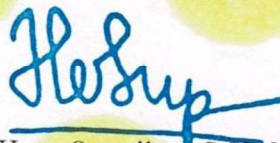


Auli Damayanti, S.Si., M.Si.

NIP. 197511072003122004

Mengetahui :

Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si.

NIP. 196804041994031020

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



SURAT PERNYATAAN TENTANG ORIGINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Putri Intan Permatasari

NIM : 081811233066

Program Studi : S-1 Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

“ Hybrid Firefly Algorithm (FA) dan Bat Algorithm (BA) untuk menyelesaikan Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP) “

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 11 Agustus 2022



Putri Intan Permatasari

081811233066

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Hybrid Firefly Algorithm (FA) Dan Bat Algorithm (BA) Untuk Menyelesaikan Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)*”

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, bantuan, serta doa dalam menyelesaikan skripsi ini, yakni kepada:

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., MT., Ak selaku Ketua Rektor Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat menempuh pendidikan di Program Studi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Prof. Dr. Moh. Yasin, Drs., M.Si. selaku Ketua Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
3. Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga dan Koordinator Prodi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
4. Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si. selaku dosen wali yang telah memberikan nasihat, arahan, serta masukan dalam menghadapi perkuliahan.
5. Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Auli Damayanti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan perbaikan dan masukan serta memotivasi penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
6. Seluruh dosen Universitas Airlangga, khususnya dosen program studi Matematika, atas segala ilmu, nasihat, dan pengalaman yang diberikan selama perkuliahan.
7. Kedua orang tua penulis, yaitu ayah Soeminto dan ibu Hilda Aryanti, yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan yang besar dalam penyelesaian

proposal ini.

8. Adik tersayang, Andini Dwi Permatasari yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan menghibur penulis.
9. Eka Rahmawati, Farah Biba, Hayuningtyas, Fidayanti, Vintania, dan Nurul Hanifah yang selalu memberikan semangat, motivasi, dukungan dan selalu mengingatkan penulis.
10. Teman-teman Matematika 2018 Universitas Airlangga yang telah memberikan bantuan dan berbagi ilmu kepada penulis selama perkuliahan.
11. Serta rekan-rekan lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah mendukung dan membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat sebagai bahan pustaka dan penambah pengetahuan pembaca khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga.

Surabaya, 06 Januari 2022

Penyusun

Putri Intan Permatasari

Putri Intan Permatasari, 2022. *Hybrid Firefly Algorithm dan Bat Algorithm untuk menyelesaikan Permutation Flowshop Schedulling Problem (PFSP)*. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si. dan Auli Damayanti, S.Si., M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menyelesaikan *Permutation Flowshop Schedulling Problem* (PFSP) dengan menggunakan *Hybrid Firefly Algorithm* (FA) dan *Bat Algorithm* (BA). *Permutation Flowshop Schedulling Problem* (PFSP) merupakan suatu permasalahan optimasi yang melibatkan n -job dan m -mesin sehingga diperoleh urutan pengerjaan setiap *job* pada masing-masing mesin dengan total waktu (*makespan*) yang minimum. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini yaitu *Hybrid Firefly Algorithm* (FA) dan *Bat Algorithm* (BA). *Firefly Algorithm* (FA) merupakan algoritma yang terinspirasi dari perilaku kunang-kunang, sedangkan *Bat Algorithm* (BA) merupakan algoritma yang terinspirasi dari perilaku kelelawar. Langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah *Permutation Flowshop Schedulling Problem* yaitu melakukan proses *firefly algorithm* terlebih dahulu hingga maksimum iterasi tercapai kemudian dilanjutkan proses *bat algorithm* hingga maksimum iterasi tercapai dan diperoleh solusi terbaik. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi ini yaitu bahasa pemrograman C++. Program diimplementasikan pada tiga contoh kasus yaitu data kecil, data sedang, dan data besar. Berdasarkan hasil *running* program diperoleh bahwa semakin besar maksimum iterasi maka solusi yang diperoleh akan semakin baik, sedangkan semakin besar jumlah populasi maka solusi yang diperoleh belum tentu semakin baik dan perubahan nilai awal *pulse rate* tidak mempengaruhi hasil solusi.

Kata kunci : *Permutation Flowshop Schedulling Problem* (PFSP), *Firefly Algorithm* (FA), *Bat Algorithm* (BA).

Putri Intan Permatasari, 2022. *Hybrid Firefly Algorithm and Bat Algorithm to solve the Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)*. This thesis is under the guidance of Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si. and Auli Damayanti, S.Si., M.Si. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

The writing of this thesis aims to solve the Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP) using the Hybrid Firefly Algorithm (FA) and the Bat Algorithm (BA). Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP) is an optimization problem involving n -job and m -machine so that the sequence of work on each job is obtained on each machine with a minimum total time (makespan). The methods used to solve this problem are the Hybrid Firefly Algorithm (FA) and the Bat Algorithm (BA). Firefly Algorithm (FA) is an algorithm inspired by firefly behavior, while the Bat Algorithm (BA) is an algorithm inspired by bat behavior. The steps taken to solve the Permutation Flowshop Scheduling Problem problem are to carry out the firefly algorithm process first until the maximum iteration is reached then continue the bat algorithm process until the maximum iteration is reached and the best solution is obtained. The programming language used to complete this thesis is the C++ programming language. The program is implemented in three case examples, namely small data, medium data, and large data. Based on the results of the running program, it was obtained that the greater the maximum iteration, the better the solution obtained, while the larger the population, the solution obtained is not necessarily the better and the change in the initial value of the pulse rate does not affect the outcome of the solution.

keyword : Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP), Firefly Algorithm (FA), Bat Algorithm (BA).

DAFTAR ISI

<i>HALAMAN JUDUL</i>	i
<i>LEMBAR PERNYATAAN</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORIGINALITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penjadwalan	4
2.2. Permutation Flow Shop Scheduling Problem	4
2.2.1. Model Matematis dari Permutation Flow Shop Scheduling Problem	5
2.2.2. Gantt Chart.....	6
2.3. <i>Firefly Algorithm</i>	6

2.3.1. Intensitas Cahaya dan <i>Attractiveness</i>	7
2.3.2. <i>Distance</i>	8
2.3.3. <i>Movement</i>	8
2.3.4. Langkah-langkah <i>firefly Algorithm</i>	8
2.4. <i>Bat Algorithm</i>	9
2.4.1. Pergerakan <i>Bat</i>	9
2.4.2. <i>Local Search</i>	10
2.4.3. Perubahan <i>Loudness</i> dan <i>Pulse Rate</i>	10
2.4.4. Langkah-langkah <i>Bat Algorithm</i>	11
2.5. Hybrid.....	11
2.6. Pengkodean	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
BAB IV PEMBAHASAN	16
4.1. Prosedur Hybrid Firefly Algorithm (FA) dan Bat Algorithm (BA) untuk menyelesaikan Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)	16
4.2. Data	26
4.3. Penyelesaian secara manual contoh kasus <i>Hybrid Firefly Algorithm</i> (FA) dan <i>Bat Algorithm</i> (BA) dalam menyelesaikan <i>Permutation</i> <i>Flowshop Scheduling Problem</i> (PFSP).....	26
4.4. Program	40
4.5. Implementasi Program pada Contoh Kasus Permutation Flowshop Scheduling Problem	40
4.5.1. Implementasi pada Data Kecil	40
4.5.2. Implentasi pada Data Sedang.....	41
4.5.3. Implementasi pada Data Besar.....	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Populasi awal <i>firefly</i>	27
4.2	Hasil tranformasi populasi <i>firefly</i>	27
4.3	Fungsi tujuan dan intensitas cahaya tiap <i>firefly</i>	29
4.4	Hasil proses perbandingan tiap <i>firefly</i>	30
4.5	Hasil intensitas cahaya baru tiap <i>firefly</i>	31
4.6	<i>Movement firefly</i> terbaik	32
4.7	Solusi terbaru sementara	33
4.8	Posisi awal <i>bat</i>	33
4.9	Kecepatan awal <i>bat</i>	34
4.10	Frekuensi tiap <i>bat</i>	34
4.11	Kecepatan baru setiap <i>bat</i>	35
4.12	Posisi awal <i>bat</i>	35
4.13	Hasil pengurutan <i>job</i> dan perhitungan <i>makespan</i>	36
4.14	Perbandingan nilai <i>random</i> dan <i>pulse rate</i>	36
4.15	Hasil solusi <i>update</i>	38
4.16	<i>Loudness</i> dan <i>pulse rate</i>	39
4.17	Implementasi Data kecil	40
4.18	Implementasi Data Sedang	41
4.19	Implementasi Data Besar	42

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Gantt Chart Penjadwalan 4 mesin dan 4 <i>job</i>	4
4.1	Proses <i>Hybrid Firefly Algorithm</i> dan <i>Bat Algorithm</i>	17
4.2	Prosedur Input Data	17
4.3	Prosedur inisialisasi parameter	18
4.4	Prosedur pembangkitan awal <i>firefly</i>	19
4.5	Prosedur mengurutkan elemen <i>firefly</i>	19
4.6	Prosedur menghitung fungsi tujuan	20
4.7	Prosedur menghitung intensitas cahaya	21
4.8	Prosedur membandingkan intensitas cahaya <i>firefly</i>	21
4.9	Prosedur <i>movement</i>	22
4.10	Prosedur <i>movement firefly</i> terbaik	22
4.11	Prosedur menentukan posisi dan kecepatan <i>bat</i>	23
4.12	Prosedur menghitung frekuensi	23
4.13	Prosedur memperbarui posisi dan kecepatan <i>bat</i>	24
4.14	Prosedur <i>local search</i>	24
4.15	Prosedur menghitung <i>update loudness</i> dan <i>pulse rate</i>	25
4.16	Gambar diagram Gantt dengan urutan <i>job</i> 1-2-3-4	39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1.	Flowchart <i>Hybrid Firefly Algorithm</i> (FA) dan <i>Bat Algorithm</i> (BA) untuk menyelesaikan <i>Permutation Flowshop Scheduling Problem</i> (PFSP)
2	Data Kecil <i>Permutation Flowshop Scheduling Problem</i> (PFSP)
3	Data Sedang <i>Permutation Flowshop Scheduling Problem</i> (PFSP)
4	Data Besar <i>Permutation Flowshop Scheduling Problem</i> (PFSP)
5	<i>Source Code Program</i>
6	Hasil <i>running</i> program 4 job 5 mesin
7	Hasil <i>running</i> program 20 job 5 mesin
8	Hasil <i>running</i> program 100 job 10 mesin