

**SKRIPSI**

***HYBRID ALGORITMA CAT SWARM OPTIMIZATION (CSO)  
DAN TABU SEARCH (TS) UNTUK PENYELESAIAN  
PERMUTATION FLOWSHOP SCHEDULING PROBLEM (PFSP)***



**QORIMA EMILA PUSPARANI**

**PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
2016**

**SKRIPSI**

***HYBRID ALGORITMA CAT SWARM OPTIMIZATION (CSO)  
DAN TABU SEARCH (TS) UNTUK PENYELESAIAN  
PERMUTATION FLOWSHOP SCHEDULING PROBLEM (PFSP)***



**QORIMA EMILA PUSPARANI**

**PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
2016**

**Hybrid Algoritma Cat Swarm Optimization (CSO) dan Tabu Search  
(TS) Untuk Penyelesaian Permutation Flowshop Scheduling  
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

Pembimbing II

*[Signature]*  
**Dr. Herry Supralitno, M.Si**  
NIP. 19690404 199403 1 020

*[Signature]*  
**Auli Damayanti, S.Si, M.Si**  
NIP. 19751107 200312 2 004



**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

**Judul** : *Hybrid Algoritma Cat Swarm Optimization (CSO) dan Tabu Search (TS) untuk Penyelesaian Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)*

**Penyusun** : Qorima Emila Pusparani

**NIM** : 081211233013

**Pembimbing I** : Dr. Herry Suprajitno, M.Si

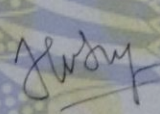
**Pembimbing II** : Auli Damayanti, S.Si, M.Si


**Tanggal Sidang** : 27 Januari 2016

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Herry Suprajitno, M.Si  
NIP. 19680404 199403 1 020


  
Auli Damayanti, S.Si, M.Si  
NIP. 19751107 200312 2 004

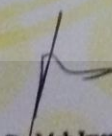
Mengetahui,

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

Koordinator Program Studi S1 Matematika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

  
Badrus Zaman, S.Kom., M.Cs.  
NIP. 19780126 200604 1 001

  
Dr. Moh. Imam Utoyo, M.Si  
NIP. 19640103 199810 1 001

## PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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



**SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Qorima Emila Pusparani

NIM : 081211233013

Program Studi : Matematika

Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

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

**Hybrid Algoritma Cat Swarm Optimization (CSO) dan Tabu Search (TS)**

**Untuk Penyelesaian Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 1 Februari 2016



Qorima Emila Pusparani  
NIM. 081211233013



## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayah yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad SAW, pemimpin sekaligus sebaik-baiknya suri tauladan bagi kehidupan umat manusia, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Hybrid Algoritma Cat Swarm Optimization (CSO) dan Tabu Search (TS) untuk Penyelesaian Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)”**.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak dan dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi yang telah mengizinkan penulis untuk melanjutkan pendidikan di Universitas Airlangga.
2. Dr.Windarto, M.Si selaku dosen wali selama menjadi mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah banyak memberikan arahan serta nasihat demi kesuksesan menjadi mahasiswa.
3. Badrus Zaman, S.Kom, M.Cs.selaku Ketua Departemen Matematika.
4. Dr.Imam Utoyo, M.Si selaku Koordinator Prodi S1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

5. Dr. Herry Supradjitno, M.Si dan Auli Damayanti, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan informasi, inspirasi, arahan, serta masukan dalam penulisan skripsi ini.
6. Kedua orang tua, Sugeng dan Susiyah, kakak Cangghih Yogi Hantoro S.T, adik Egasilva Najwa Akhirasiwi, beserta segenap keluarga besar penulis yang telah memberikan do'a, dukungan, cinta kasih, dan kepercayaan yang begitu besar.
7. Dimas Riski Pradana S.T selaku orang spesial bagi penulis, telah memberikan dukungan dan semangat.
8. Sahabat-sahabat saya, Firdha, Ibnu, Alfiannizar, Ghanda, Baim, Ardeo, Riski Fajar, Bachtiar Hisworo, Robert, Cakra, Ubaidilah, Tito, dan teman-teman Matematika 2012.
9. Seluruh Dosen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberi banyak pengetahuan yang sangat bermanfaat bagi penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai bahan pustaka dan penambah informasi khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini, masih banyak kekurangan sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan agar skripsi ini lebih baik lagi.

Surabaya, Februari 2016

Penyusun,

Qorima Emila Pusparani



Qorima Emila Pusparani, 2016, *Hybrid Algoritma Cat Swarm Optimization (CSO) dan Tabu Search (TS) untuk Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)*, Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Auli Damayanti, S.Si, M.Si, Prodi S1-Matematika, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

---

---

## ABSTRAK

Pada skripsi ini membahas tentang *Hybrid* algoritma *Cat Swarm Optimization (CSO)* dan *Tabu Search (TS)* untuk penyelesaian *Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)*. Tujuan dalam permasalahan ini yaitu menemukan waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh *job* di semua mesin yang disebut *makespan*. *Hybrid* algoritma *Cat Swarm Optimization (CSO)* dan *Tabu Search (TS)* merupakan kombinasi dari dua algoritma dengan memproses *TS* setelah proses *CSO* selesai. Proses pada algoritma *CSO* dimulai dari inisialisasi parameter, membangkitkan populasi awal dan kecepatan awal, menghitung nilai *makespan*, menentukan  $x_{best}$ , menentukan nilai *SPC*, menempatkan *flag* di setiap individu kucing dan memprosesnya pada mode *tracing* dan *seeking*, dan menentukan solusi akhir yang terbaik, solusi terburuk masuk ke dalam *Tabu list*, solusi pada *Tabu list* tidak di modifikasi (*swap*), *update Tabu list*, menghitung nilai *makespan*, melakukan modifikasi *swap* hingga lima kali, dan terakhir memilih solusi *makespan* terkecil, mengulangi proses ini sampai iterasi maksimum terpenuhi. Data yang digunakan data *4-job 3-mesin*, data *20-job 5-mesin*, dan data *20-job 10-mesin*. Program dibuat menggunakan bahasa *C++* menggunakan aplikasi *Borland C++*. Nilai *makespan* terkecil untuk data data *4-job 3-mesin* adalah 62, data *20-job 5-mesin* adalah 1308, dan data *20-job 10-mesin* adalah 1719 satuan waktu.

**Kata Kunci:** Algoritma *Cat Swarm Optimization*, Algoritma *Tabu Search*, *Hybrid*, *Permutation Flowshop Scheduling Problem*.

Qorima Emila Pusparani, 2016, **Hybrid Algorithms Cat Swarm Optimization (CSO) and Tabu Search (TS) for the completion of the Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)**, This thesis is under the guidance of Dr. Herry Suprajitno and Auli Damayanti, S.Si, M.Si, M.Si. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, University of Airlangga, Surabaya.

---

## ABSTRACT

This paper present a Hybrid Cat Swarm Optimization (CSO) algorithm and Tabu Search (TS) algorithm use for solving Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP). The purpose of this problem is to find the minimum time of total job's working on machine (makespan). Hybrid algorithm CSO and TS algorithm is a combination of two algorithms by putting the TS after the CSO algorithm. The process of this algorithm starts with initialization parameters, forming the initial population of the cat, calculating the objective value, calculating the value of makespan, determining Self Position Considering (SPC), determining the flags for each cat, processing each cat based on its flag, and determining the best global, electoral solution to enter the Tabu list in the TS algorithm process, TS algorithm process towards a solution that is not included in the Tabu list with swap mutation, updating the Tabu list, looking for solutions for the smallest distance, this process continues until the maximum iteration fulfilled. The data used is data of 4 jobs 3 machines, data of 20 jobs 5 machines, and data of 20 jobs 10 machines. The program is created by using C ++ language, using Borland C ++ software. The best minimum makespan for the job of data 4 jobs 3 machines is 62, the data 20 jobs 5 machines is 1308, the data 20 jobs 10 machines is 1719 units of time.

**Keywords:** *Cat Swarm Optimization Algorithms, Tabu Search Algorithm, Hybrid, Permutation Flowshop Scheduling Problem.*

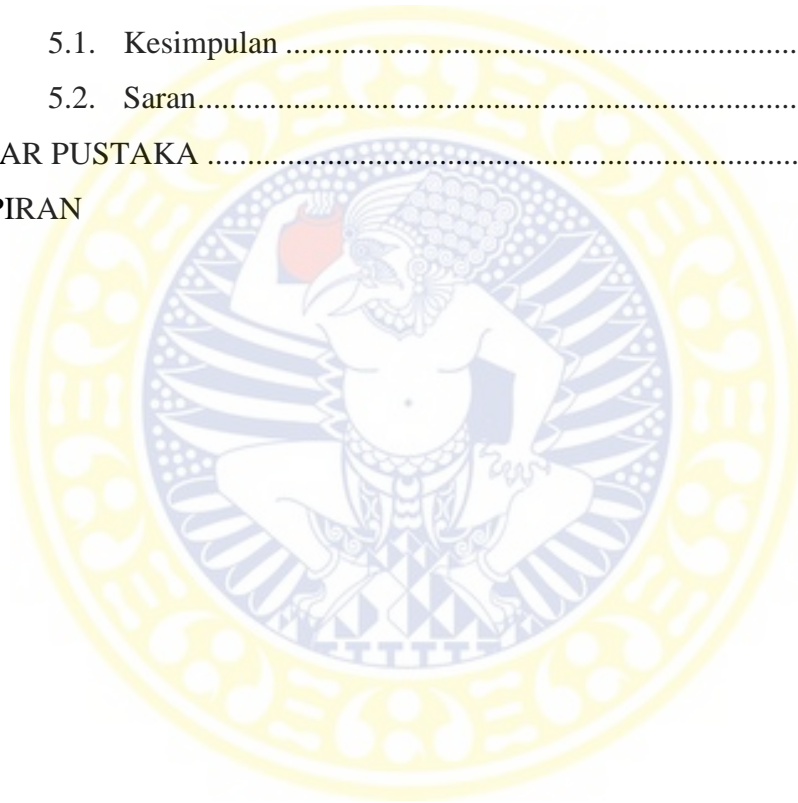
## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH PROPOSAL .....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Manfaat .....	5
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penjadwalan .....	6
2.1.1. Elemen-elemen Penjadwalan .....	6
2.1.2. Diagram Gantt .....	7
2.1.3. <i>Makespan</i> .....	8
2.2 <i>Flowshop</i> .....	9
2.3 <i>Roulette Wheel Selection</i> .....	11
2.4 Algoritma <i>Cat Swarm Optimization (CSO)</i> .....	12
2.4.1 <i>Mode Seeking</i> .....	14
2.4.2 <i>Mode Tracing</i> .....	16



2.5	Algoritma <i>Tabu Search</i> (TS) .....	17
2.6	<i>Hybrid</i> .....	20
2.7	Borland C++ .....	20
BAB III	METODE PENELITIAN.....	24
BAB IV	PEMBAHASAN	
4.1	<i>Permutation Flowshop Scheduling Problem (PFSP)</i> .....	31
4.2	<i>Hybrid</i> Algoritma CSO dan algoritma TS .....	31
4.2.1	Input Data dan Inisialisasi Parameter .....	33
4.2.2	Pembangkitan Populasi Awal.....	34
4.2.3	Pembangkitan Kecepatan Awal .....	34
4.2.4	Representasi Permutasi .....	35
4.2.5	Menghitung Fungsi Tujuan .....	36
4.2.6	Menentukan <i>xbest</i> .....	38
4.2.7	Menentukan <i>Self Position Considering</i> .....	38
4.2.8	Penentuan <i>Flag</i> .....	39
4.2.9	Proses <i>Mode Tracing</i> .....	40
4.2.10	Proses <i>Mode Seeking</i> .....	42
4.2.11	Memilih <i>Bad</i> Solusi untuk <i>Tabu List</i> .....	47
4.2.12	Proses Algoritma <i>Tabu Search</i> .....	48
4.2.13	Menyimpan Solusi Terbaik .....	50
4.3	Data .....	51
4.4	Penyelesaian Secara Manual PFSP dengan Menggunakan Data 4- <i>Job</i> 3-Mesin.....	51
4.4.1	Inisialisasi Parameter.....	52
4.4.2	Membangkitkan Populasi Awal .....	52
4.4.3	Membangkitkan Kecepatan Awal .....	53
4.4.4	Transformasi ke dalam Representasi Permutasi.....	54
4.4.5	Menghitung <i>Makespan</i> Populasi Awal .....	54
4.4.6	Menentukan <i>Self Position Considering</i> .....	57
4.4.7	Penempatan <i>Flag</i> .....	58
4.4.8	<i>Mode Tracing</i> .....	58

4.4.9	<i>Mode Seeking</i> .....	61
4.4.10	<i>Update Fungsi Tujuan</i> .....	67
4.4.11	Tabu Search (TS) .....	69
4.5	Implementasi Program Pada Contoh Kasus PFSP .....	72
4.5.1	Implementasi Pada Data 4- <i>Job</i> 3-Mesin .....	72
4.5.2	Implementasi Pada Data 20- <i>Job</i> 5-Mesin .....	73
4.5.3	Implementasi Pada Data 20- <i>Job</i> 10-Mesin .....	74
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1.	Kesimpulan .....	75
5.2.	Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		77
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Populasi Awal Kucing	53
4.2	Kecepatan Awal Kucing	53
4.3	Solusi Awal	54
4.4	<i>Makespan</i> Populasi Awal	56
4.5	Nilai <i>Makespan</i> Terurut dan SPC Populasi Awal	57
4.6	<i>Flag</i> Populasi Awal	58
4.7	Representasi Permutasi Individu Mode <i>Tracing</i>	60
4.8	Nilai <i>Makespan</i> pada Mode <i>Tracing</i>	61
4.9	Kandidat Solusi $x_2$	61
4.10	Kandidat Solusi dalam <i>Seeking Mode Pool</i> Kucing 2	63
4.11	Representasi Permutasi dalam <i>Seeking Mode Pool</i> Kucing 2	64
4.12	Nilai <i>Makespan</i> dan <i>Fitness</i> pada <i>Seeking Memory Pool</i> Kucing 2	64
4.13	Probabilitas Terpilih dan Probabilitas Relatif <i>Seeking Memory Pool</i> kucing 2	65
4.14	Seleksi <i>Roulette Wheel</i> Kucing 2	66
4.15	Kandidat Solusi <i>Seeking Memory Pool</i> Kucing 4	67
4.16	Nilai Fungsi Tujuan Solusi Baru	68
4.17	Hasil Perbandingan Nilai Fungsi Tujuan	68
4.18	Solusi Persekitaran dari 4 Individu	69



4.19	Nilai <i>Makespan</i> Setiap Individu	70
4.20	Hasil <i>Swap Mutation</i>	71
4.21	Solusi Terbaik	72
4.22	Perbandingan Solusi Terbaik Data 4- <i>Job</i> 3-Mesin	73
4.23	Perbandingan Solusi Terbaik Data 20- <i>Job</i> 5-Mesin	73
4.24	Perbandingan Solusi Terbaik Data 20- <i>Job</i> 10-Mesin	74



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Diagram Gantt untuk penjadwalan 3-mesin 4-job	7
2.2	Pola <i>Pure Flowshop</i>	9
2.3	Pola <i>Reentrant Flowshop</i>	10
4.1	Prosedur <i>Hybrid</i> Algoritma CSO dan Algoritma TS	32
4.2	Prosedur Inisialisasi Parameter	33
4.3	Prosedur Input Data	33
4.4	Prosedur Pembangkit Populasi Awal	34
4.5	Prosedur Pembangkit Kecepatan Awal	35
4.6	Prosedur Konversi ke dalam Representasi Permutasi	36
4.7	Prosedur Menghitung Fungsi Tujuan Setiap Kucing	37
4.8	Prosedur Menentukan <i>xbest</i>	38
4.9	Prosedur Menentukan <i>Self Position Considering</i>	39
4.10	Prosedur Penentuan <i>Flag</i>	40
4.11	Prosedur <i>Update</i> Kecepatan pada Mode <i>Tracing</i>	41
4.12	Prosedur <i>Update</i> Posisi tiap Kucing pada Mode <i>Tracing</i>	41
4.13	Prosedur Mode <i>Seeking</i>	42
4.14	Prosedur Pengupdatean Posisi sesuai SRD dan CDC	43
4.15	Prosedur Hitung Probabilitas Terpilih dan <i>Seeking Memory Pool</i>	44
4.16	Prosedur Seleksi <i>Roulette Wheel</i>	45

4.17	Prosedur Penyimpanan <i>Local Best Seeking</i>	46
4.18	Prosedur Perbandingan Solusi	47
4.19	Prosedur Pemilihan <i>bad</i> solusi untuk <i>Tabu List</i>	48
4.20	Prosedur Proses Algoritma <i>Tabu Search</i>	49
4.21	Prosedur Proses <i>Swap Mutation</i>	49
4.22	Prosedur Menyimpan Solusi Terbaik	50





**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Nomor</b>	<b>Judul Lampiran</b>
1	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Cat Swarm Optimization</i> dan <i>Tabu Search</i>
2	Data 1, Data 2, dan Data3
3	<i>Source Code</i> Program
4	Hasil <i>Running</i> Program untuk Data 1
5	Hasil <i>Running</i> Program untuk Data 2
6	Hasil <i>Running</i> Program untuk Data 3
7	Antarmuka Program