

**PENERAPAN ALGORITMA *DIFFERENTIAL EVOLUTION*
(DE) UNTUK MENYELESAIKAN *NURSE SCHEDULING*
PROBLEM (NSP)**

SKRIPSI



PATRICIA SAROHA SUMARNA

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PENERAPAN ALGORITMA *DIFFERENTIAL EVOLUTION* (DE)
UNTUK MENYELESAIKAN *NURSE SCHEDULING PROBLEM* (NSP)**

SKRIPSI



PATRICIA SAROHA SUMARNA

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

2022

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

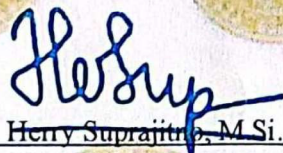
**PENERAPAN ALGORITMA *DIFFERENTIAL EVOLUTION* (DE)
UNTUK MENYELESAIKAN *NURSE SCHEDULING PROBLEM* (NSP)**

SKRIPSI

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

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Henry Suprajitno, M.Si.

NIP. 196804041994031020

Pembimbing II,



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

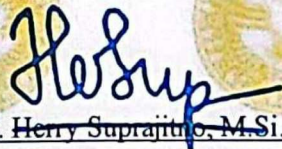
NIP. 197511072003122004

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penerapan Algoritma *Differential Evolution* (DE)
Untuk Menyelesaikan *Nurse Scheduling Problem*
(NSP)
Penyusun : Patricia Saroha Sumarna
NIM : 081811233092
Tanggal Ujian : 19 Agustus 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,


Dr. Henry Suprajitno, 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. Henry Suprajitno, M.Si.

NIP. 196804041994031020

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Patricia Saroha Sumarna
NIM : 081811233092
Program Studi : S-1 Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S-1)

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

"Penerapan Algoritma *Differential Evolution* (DE) untuk Menyelesaikan *Nurse Scheduling Problem* (NSP)"

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, Agustus 2022



Patricia Saroha Sumarna

NIM. 081811233092

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.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Penerapan Algoritma *Differential Evolution* (DE) Untuk Menyelesaikan *Nurse Scheduling Problem* (NSP) ”.

Dalam penulisan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Moh. Nasih, SE., M.T., Ak., CMA selaku Rektor Universitas Airlangga yang memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menimba ilmu serta pengalaman.
2. Prof. Dr. Moh. Yasin, Drs., M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menimba ilmu serta pengalaman.
3. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika, Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, dan dosen pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
4. Auli Damayanti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
5. Abdulloh Jaelani, S.Si., M.Si. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan berupa kritik dan saran yang bermanfaat.
6. Bapak dan Ibu dosen khususnya dosen program studi S-1 Matematika Universitas Airlangga atas segala ilmu, nasihat, dan pengalaman yang diberikan kepada penulis.
7. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Nanang Sumarna, S.E. dan Ibu Betty Marlina Nababan serta keempat adik kandung (Ael, Acel, Ui, Cio) dan segenap keluarga besar yang tidak ada henti-hentinya yang selalu

mendoakan, mendukung, memotivasi, menghibur dan mengingatkan penulis.

8. HIMATIKA UNAIR 2019 dan 2020 khususnya bidang Pengabdian Masyarakat yang telah memberikan kesempatan penulis untuk berkontribusi dan menjadi wadah untuk mengembangkan diri.
9. Teman-teman ‘POO’ (Luthfiana, Ais, Della, Derre, Dhea, Naomi, Yosefa, Flo, Rara, Rizka, Pinkan) serta teman-teman Matematika 2018 yang selalu memberikan dukungan dan saran kepada penulis selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman ‘Gatau Apa’ (Fira, Isah) yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis mengharapkan saran dan kritik sehingga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta dapat dikembangkan lebih lanjut.

Surabaya, Agustus 2022

Penulis

Patricia Saroha Sumarna, 2022. **Penerapan Algoritma *Differential Evolution* (DE) Untuk Menyelesaikan *Nurse Scheduling Problem* (NSP)**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Auli Damayanti, S.Si., M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Penjadwalan merupakan sebuah fungsi pengambilan keputusan yang dilakukan perusahaan manufaktur atau jasa, salah satunya rumah sakit yang dimana perawat merupakan peran vital bagi kinerja rumah sakit untuk itu dilakukanlah penjadwalan perawat. *Nurse Scheduling Problem* (NSP) adalah suatu permasalahan penjadwalan perawat untuk membuat *shift* penjadwalan sejumlah n perawat dengan menemukan satu dari beberapa pola *shift* yang mungkin untuk tiap perawat. NSP dapat diselesaikan dengan beberapa pendekatan salah satunya metode metaheuristik. *Differential Evolution* (DE) adalah salah satu algoritma metaheuristik yang terinspirasi dari proses evolusi biologi. Pada DE terdapat empat proses utama yaitu insialisasi parameter, mutasi, *crossover*, dan seleksi. Bahasa pemrograman yang digunakan pada skripsi ini adalah C++ yang akan mengimplementasikan tiga tipe data yaitu data empat perawat, data 18 perawat, dan data 36 perawat. Berdasarkan hasil dari program, dapat disimpulkan bahwa semakin besar iterasi dan ukuran populasi maka nilai fungsi tujuan yang didapatkan lebih baik sedangkan perubahan pada probabilitas *crossover* tidak memberikan pengaruh terhadap nilai fungsi tujuan.

Kata Kunci: *Differential Evolution, Nurse Scheduling Problem, Penjadwalan*

Patricia Saroha Sumarna, 2022. **Applying Differential Evolution (DE) Algorithm to Solve Nurse Scheduling Problem (NSP)**. This thesis is under the guidance of Dr. Herry Suprajitno, M.Si. and Auli Damayanti, S.Si., M.Si. Departement of Mathematics, Faculty of Sciences and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Scheduling is a decision-making function carried out by manufacturing or service companies, one of them is a hospital where nurses are a vital role for hospital performance. Nurse Scheduling Problem (NSP) is a nurse scheduling problem to create shift scheduling of n number of nurses by finding one of several possible shift patterns for each nurse. NSP can be solved with several approaches, one of them is metaheuristic method. Differential Evolution (DE) is a metaheuristic algorithm that solves problems by repeatedly improving solutions based on biological evolutionary processes. In DE there are four main processes, namely parameter initialization, mutation, crossover, and selection. The programming language used in this thesis is C++ which will implement three types of data, namely data for four nurses, data for 18 nurses, and data for 36 nurses. Based on the results of the program, it can be concluded that the larger the iteration and the population size, the value of the objective function obtained to be better, while changes in the crossover probability have no effect on the value of the objective function.

Keywords: *Differential Evolution, Nurse Scheduling Problem, Scheduling*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Nurse Scheduling Problem</i> (NSP).....	5
2.1.1 <i>Hard Constraint</i>	5
2.1.2 <i>Soft Constraint</i>	5
2.1.3 Model Matematika NSP	6
2.2 <i>Differential Evolution</i> (DE).....	10
2.3 Langkah-langkah Pada <i>Differential Evolution</i> (DE)	10
2.4 Pengkodean	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
BAB IV PEMBAHASAN.....	16
4.1 Penyusunan Model Matematika	16
4.1.1 <i>Hard Constraint</i>	17
4.1.2 <i>Soft Constraint</i>	18
4.1.3 Penentuan Penalti <i>Soft Constraint</i>	18

4.1.4	Fungsi Tujuan	19
4.2	Prosedur <i>Differential Evolution</i> (DE) untuk Menyelesaikan <i>Nurse Scheduling Problem</i> (NSP)	20
4.2.1	Input Data.....	21
4.2.2	Inisialisasi Parameter	22
4.2.3	Membangkitkan Populasi Awal	22
4.2.4	Modifikasi	24
4.2.5	Mengevaluasi Nilai Fungsi Tujuan	25
4.2.6	Mutasi.....	25
4.2.7	Crossover	25
4.2.8	Modifikasi Vektor Uji	27
4.2.9	Mengevaluasi Nilai Fungsi Tujuan Vektor Uji.....	27
4.2.10	Seleksi	27
4.2.11	Menentukan Solusi Terbaik	28
4.3	Data	28
4.4	Penyelesaian Secara Manual untuk Contoh Kasus NSP Menggunakan Data dengan 4 Perawat	29
4.5	Program	43
4.6	Implementasi Program pada Contoh Kasus <i>Nurse Scheduling Problem</i> (NSP)	43
4.5.1	Implementasi pada Data dengan 4 Perawat	43
4.5.2	Implementasi pada Data dengan 18 Perawat	44
4.5.3	Implementasi pada Data dengan 36 Perawat	45
BAB V PENUTUP.....		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Pembangkitan Vektor Target ke-1 Bilangan <i>Real</i>	30
4.2	Vektor Target ke-1 Bilangan Asli	31
4.3	Vektor Target ke-1 dengan Pola <i>Shift</i> Dinas Malam	32
4.4	Hasil Modifikasi Vektor Target	33
4.5	Nilai Fungsi Tujuan Populasi Awal	35
4.6	Vektor Mutan Hasil Mutasi	36
4.7	Vektor Uji Hasil Crossover	38
4.8	Nilai Fungsi Tujuan Vektor Uji	40
4.9	Populasi Baru	40
4.10	Solusi Terbaik	41
4.11	Penjadwalan	41
4.12	Hasil Running Program pada Data dengan 4 Perawat	43
4.13	Hasil Running Program pada Data dengan 18 Perawat	44
4.14	Hasil Running Program pada Data dengan 36 Perawat	46

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Prosedur Algoritma <i>Differential Evolution</i> untuk menyelesaikan <i>Nurse Scheduling Problem</i>	20
4.2	Prosedur input data	21
4.3	Prosedur inisialisasi parameter	22
4.4	Prosedur membangkitkan populasi awal	22
4.5	Prosedur konversi bilangan <i>real</i> ke bilangan asli	23
4.6	Prosedur membangkitkan pola <i>shift</i> dinas malam	24
4.7	Prosedur <i>crossover</i>	26
4.8	Prosedur konversi dua dimensi ke tiga dimensi	26
4.9	Prosedur seleksi	27
4.10	Prosedur menentukan solusi terbaik setiap iterasi	28

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul
1.	<i>Flowchart</i>
2.	Prosedur modifikasi
3.	Prosedur mengevaluasi nilai fungsi tujuan
4.	Prosedur mutasi
5.	Pembangkitan populasi awal
6.	Konversi bilangan <i>real</i> ke bilangan asli
7.	Solusi Awal Penjadwalan
8.	<i>Source code</i> program
9.	Hasil <i>running</i> program data kecil
10.	Hasil <i>running</i> program data sedang
11.	Hasil <i>running</i> program data besar
12.	Tampilan <i>running</i> program