

**PENERAPAN *STUDENT PSYCHOLOGY BASED
OPTIMIZATION ALGORITHM* UNTUK MENYELESAIKAN
*VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH SIMULTANEOUS
PICKUP AND DELIVERY***

SKRIPSI



AHMAD WILDAN AMRULLAH

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

2022

**PENERAPAN *STUDENT PSYCHOLOGY BASED
OPTIMIZATION ALGORITHM* UNTUK MENYELESAIKAN
*VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH SIMULTANEOUS
PICKUP AND DELIVERY***

SKRIPSI



AHMAD WILDAN AMRULLAH

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

2022

**PENERAPAN *STUDENT PSYCHOLOGY BASED*
OPTIMIZATION ALGORITHM UNTUK MENYELESAIKAN
VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH SIMULTANEOUS
*PICKUP AND DELIVERY***

SKRIPSI

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

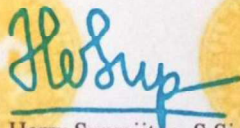
Ahmad Wildan Amrullah

081811233063

Disetujui oleh :

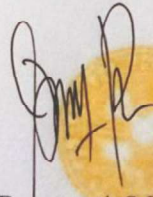
Pembimbing I

Pembimbing II



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

NIP. 196804041994031020



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

NIP. 197511072003122004

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penerapan *Student Psychology Based Optimization Algorithm* untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery*

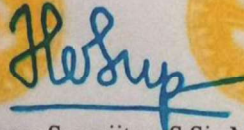
Penyusun : Ahmad Wildan Amrullah

NIM : 081811233063

Tanggal Ujian : 31 Agustus 2022

Disetujui oleh :

Pembimbing I



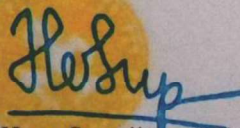
Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si.
NIP. 196804041994031020

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 sumber sesuai dengan kaidah ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ahmad Wildan Amrullah

NIM : 081811233063

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

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

“Penerapan *Student Psychology Based Optimization Algorithm* untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery*”

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 20 September 2022



Ahmad Wildan Amrullah

NIM. 081811233063

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah kepada penulis, karena Dia-lah penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “Penerapan *Student Psychology Based Optimization Algorithm* untuk Menyelesaikan *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery*” ini dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memperoleh gelar sarjana.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Moh Nasih, SE., M.T., Ak., CMA. selaku Rektor Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar di lingkungan Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Moh Yasin, M.Si sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
3. Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si selaku Ketua Departemen Matematika dan Koordinator Program Studi S1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga serta dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Auli Damayanti, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang memberikan bimbingan dan saran demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Asri Bkti Pratiwi S.Si., M.Si selaku dosen wali yang selalu memberikan saran dan bimbingan selama proses perkuliahan.
6. Seluruh dosen Program Studi S1 Matematika yang telah menyampaikan ilmu dan bimbingan selama perkuliahan.
7. Seluruh staf Tata Usaha Departemen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Salim dan Ibu Maspupah, Mas Hafid, Mbak Riris, serta saudara-saudara tercinta Aldi dan Riska yang selalu

mendukung serta memberikan doa kepada penulis selama proses kuliah hingga penulisan skripsi ini.

9. Teman-teman penulis Fadil, Karine, Anisa, Cahyani dan semua rekan-rekan dari Tim Soal MLC 2021 yang tak lelah menguras waktu, tenaga dan pikiran untuk MLC dan semua itu memberikan semangat dan motivasi bagi penulis di masa-masa terakhir perkuliahan.
10. Teman-teman KKN Nadiar, Erin, Alfina, Fikri, Kamal, Zein, Isti, Gheralda dan Orchid yang memberikan pengalaman menarik di masa-masa pengabdian bersama masyarakat.
11. Teman-teman mahasiswa Program Studi S1 Matematika 2018 dan seluruh pengurus HIMATIKA tahun 2019 dan 2020 yang telah memberikan banyak pengalaman selama perkuliahan.
12. Teman-teman DUTA FST 2019 dan seluruh pengurus Keilmuan BEM UNAIR 2019 yang memberikan pengalaman organisasi yang menarik dan sangat membantu penulis untuk mengembangkan skill.
13. Seluruh pihak – pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungannya selama ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan peneliti yang akan mengembangkan atau melanjutkan topik penelitian ini.

Surabaya, Agustus 2022

Penulis,

Ahmad Wildan Amrullah

Ahmad Wildan Amrullah, 2022. **Penerapan *Student Psychology Based Optimization Algorithm* untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery***. 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

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan salah satu bentuk permasalahan optimasi untuk menentukan rute kendaraan dengan biaya minimal, sedangkan *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery* (VRPSPD) merupakan salah satu pengembangan dari VRP dengan setiap pelanggannya membutuhkan dua jenis layanan yaitu pengiriman dan pengambilan barang yang dilakukan secara bersamaan. Tujuannya adalah untuk menentukan rute kendaraan dengan total jarak minimum namun tidak melebihi kapasitas maksimum kendaraan. Untuk menyelesaikan permasalahan VRPSPD akan digunakan *Student Psychology Based Optimization Algorithm* (SPBO) yang merupakan algoritma metaheuristik yang mengadopsi perilaku manusia, yaitu psikologi murid yang akan berusaha dan belajar sebaik mungkin agar menjadi murid terbaik di kelas. . Para murid di dalam kelas dapat dikategorikan menjadi empat macam berdasarkan kemampuan mereka yaitu murid terbaik, murid cakap, murid rata-rata, dan murid yang berusaha secara acak. Kinerja algoritma SPBO bergantung pada kinerja keempat macam kategori murid tersebut. langkah dalam *Student Psychology Based Optimization*, dimulai dengan prosedur input data, inisialisasi parameter, membangkitkan performa awal murid, evaluasi fungsi tujuan, menentukan murid terbaik sementara, memperbarui performa murid, *update* fungsi tujuan, menentukan murid terbaik. Program dibuat menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan bantuan *Software Code::Blocks 20.03* dan diimplementasikan pada tiga contoh kasus yaitu data berukuran kecil (13 pelanggan), data sedang (22 pelanggan), dan data besar (100 pelanggan). Berdasarkan hasil *running* program diperoleh solusi terbaik untuk data kecil adalah 81 satuan jarak, data berukuran sedang adalah 114 satuan jarak dan data berukuran besar adalah 2534 satuan jarak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah iterasi dan jumlah murid atau populasi maka hasil yang diperoleh cenderung lebih baik. Sementara untuk jumlah mata pelajaran tidak berpengaruh pada hasil yang diperoleh.

Kata kunci : *Student Psychology Based Optimization Algorithm, Vehicle Routing Problem, Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery.*

Ahmad Wildan Amrullah, 2022. **Implementation Student Psychology Based Optimization Algorithm to solve Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery.** This undergraduate thesis was supervised by Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si. and Auli Damayanti, S.Si., M.Si. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Vehicle Routing Problem (VRP) is a form of optimization problem to determine vehicle routes with minimal costs, while the Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD) is one of the developments of VRP with each customer requires two types of services, namely delivery and pick up service simultaneously. The goal is to determine the vehicle route with a minimum total distance but not exceeding the maximum vehicle capacity. To solve the VRPSPD problem, the Student Psychology Based Optimization Algorithm (SPBO) will be used, which is a metaheuristic algorithm that adopts human behavior, namely the psychology of students who will try and learn as best they can to become the best student in the class. . The students in the class can be categorized into four types based on their abilities, namely the best students, good students, average students, and students who try randomly. The performance of the SPBO algorithm depends on the performance of the four categories of students. The steps in Student Psychology Based Optimization, starting with the data input procedure, initializing parameters, generating initial student performance, evaluating the objective function, determining the best student temporarily, updating student performance, updating the objective function, determining the best student. The program was created using the C++ programming language with the help of Software Code::Blocks 20.03 and implemented in three case examples, namely small data (13 customers), medium data (22 customers), and big data (100 customers). Based on the results of the running program, the best solution for small data is 81 distance units, medium-sized data is 114 distance units and large data is 2534 distance units. So it can be concluded that the more the number of iterations and the number of students or population, the results obtained tend to be better. Meanwhile, the number of subjects has no effect on the results obtained.

Keywords : *Student Psychology Based Optimization Algorithm, Vehicle Routing Problem, Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery.*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	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	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	5
2.2 <i>Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery</i> (VRPPD)	6
2.3 <i>Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery</i> (VRPSPD)	6
2.4 <i>Student Psychology Based Optimization Algorithm</i> (SPBO)	9
2.4.1 Murid Terbaik (<i>Best Student</i>)	9
2.4.2 Murid Cakap (<i>Good Student</i>)	10
2.4.3 Murid Rata-Rata (<i>Average Student</i>)	11
2.4.4 Murid yang berusaha secara acak (<i>Student Who Try to Improve</i> <i>randomly</i>)	11
2.5 Langkah-langkah <i>Student Psychology Based Optimization Algorithm</i>	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
BAB IV PEMBAHASAN.....	17
4.1 Prosedur Penerapan <i>Student Psychology Based Optimization Algorithm</i> (SPBO) untuk menyelesaikan <i>Vehicle Routing Problem with Simultaneous</i> <i>Pickup and Delivery</i> (VRPSPD).....	17
4.1.1 <i>Input Data</i>	18
4.1.2 Inisialisasi Parameter	19
4.1.3 Membangkitkan Performa Awal Murid	20
4.1.4 Mengevaluasi Nilai Fungsi Tujuan.....	20
4.1.5 Menentukan Murid Terbaik Sementara	22
4.1.6 Memperbarui Performa Murid.....	23
4.1.7 <i>Update</i> Fungsi Tujuan dan Performa Murid.....	26
4.1.8 Menentukan Solusi Terbaik.....	26
4.2 Data.....	27
4.3 Penyelesaian Secara Manual Untuk Contoh Kasus VRPSPD Menggunakan Data Kecil	28
4.3.1 <i>Input Data</i> dan Inisialisasi Parameter	28
4.3.2 Membangkitkan Performa Awal Murid	28
4.3.3 Mengevaluasi Performa Awal Murid	29
4.3.4 Menentukan Murid Terbaik Sementara	32
4.3.5 Memperbarui Performa Murid.....	32
4.3.6 Evaluasi Performa Baru Murid.....	38
4.3.7 <i>Update</i> nilai Fungsi Tujuan	39
4.3.8 Mengecek Jumlah Mata Pelajaran.....	39
4.3.9 Mengecek Jumlah Maksimum Iterasi.....	40
4.3.10 Menentukan Solusi Terbaik	40
4.4 Program	41
4.5 Implementasi Program pada <i>Vehicle Routing Problem with Simultaneous</i> <i>Pickup and Delivery</i> (VRPSPD).....	42
4.5.1 Implementasi pada Data Berukuran Kecil	42
4.5.2 Implementasi pada Data Berukuran Sedang	43

4.5.3 Implementasi pada Data Berukuran Besar.....	45
BAB V PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Performa Awal Murid	28
4.2	Hasil Pengurutan Performa Setiap Murid	29
4.3	Pembentukan Rute Solusi Awal	31
4.4	Hasil Penentuan Kategori Murid	32
4.5	Performa Baru <i>murid</i> ₅	33
4.6	Penentuan Sub Kategori Murid Cakap	34
4.7	Nilai Rata-rata setiap Ujian	34
4.8	Performa Baru <i>murid</i> ₂	35
4.9	Performa Baru <i>murid</i> ₄	35
4.10	Performa Baru <i>murid</i> ₁	36
4.11	Nilai Tertinggi Setiap Ujian	36
4.12	Nilai Terendah Setiap Ujian	37
4.13	Performa Baru <i>murid</i> ₃	37
4.14	Performa Baru Murid	38
4.15	Pembentukan Rute Solusi Baru	38
4.16	<i>Update</i> Nilai Fungsi Tujuan	39
4.17	Nilai Fungsi Tujuan Setelah Melalui Proses <i>Update</i>	41
4.18	Hasil <i>Running</i> Program Menggunakan Data Kecil	43
4.19	Rute Terbaik pada Implementasi Data Kecil	43
4.20	Hasil <i>Running</i> Program Menggunakan Data Sedang	44
4.21	Rute Terbaik pada Implementasi Data Sedang	44
4.22	Hasil <i>Running</i> Program Mengguakan Data Besar	45
4.23	Rute Terbaik pada Implementasi Data Besar	46

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Penyelesaian VRP dengan 9 Pelanggan dan 3 Kendaraan	5
4.1	Prosedur <i>Student Psychology Based Optimization Algorithm</i>	18
4.2	Prosedur Input Data	19
4.3	Prosedur Inisialisasi Parameter	19
4.4	Prosedur Membangkitkan Performa Awal Murid	20
4.5	Prosedur Menentukan Rute Pelanggan	21
4.6	Prosedur Menghitung Nilai Fungsi Tujuan	22
4.7	Prosedur Menentukan Murid Terbaik	23
4.8	Prosedur Menghitung Nilai Maks, Min dan Rata-rata	24
4.9	Prosedur Memperbarui Performa Murid	25
4.10	Prosedur <i>Update</i> Fungsi Tujuan dan Performa Murid	26
4.11	Prosedur Menentukan Solusi Terbaik	27

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	<i>Flowchart Penerapan Student Psychology Based Optimization Algorithm untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery</i>
2	<i>Flowchart Pembaruan Performa Murid</i>
3	Data Kecil <i>Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery</i> (VRPSPD) dengan 13 pelanggan
4	Data Sedang <i>Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery</i> (VRPSPD) dengan 22 pelanggan
5	Data Besar <i>Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery</i> (VRPSPD) dengan 100 pelanggan
6	<i>Source Code Program</i>
7	Hasil <i>Running</i> Program pada Data Kecil
8	Hasil <i>Running</i> Program pada Data Sedang
9	Hasil <i>Running</i> Program pada Data Besar
10	Hasil <i>Running</i> Program pada Data Kecil dan Data Sedang Berdasarkan Presentase Barang yang Diangkut Kendaraan
11	Hasil <i>Running</i> Program pada Data Besar Berdasarkan Presentase Barang yang Diangkut Kendaraan