

Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* dengan Menggunakan
Gabungan Algoritma Genetika dan *Simulated Annealing*

Skripsi

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Matematika Program Studi Matematika



oleh

Yusup Syarif Firmansyah

1603396

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2020

LEMBAR PENGESAHAN
YUSUP SYARIF FIRMANSYAH
PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM* DENGAN
MENGUNAKAN GABUNGAN ALGORITMA GENETIKA DAN
SIMULATED ANNEALING

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Khusnul Novianingsih, M.Si.

NIP. 197711282008122001

Pembimbing II



Husty Serviana Husain, M.Si.

NIP. 198009182008122002

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Matematika,



Dr. H. Dadang Juandi, M.Si.,

NIP. 196401171992021001

Surat Pernyataan

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "*Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan Algoritma Genetika dan Simulated Annealing*" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2020

Yusup Syarif Firmansyah

NIM 1603396

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Ibu Yeni dan Bapak Syaripudin yang telah mendukung baik dalam do'a dan kasih sayang agar selalu berusaha dengan maksimal dalam mengerjakan skripsi ini.
2. Yth. Ibu Dr. Khusnul Novianingsih, M.Si., selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan serta bimbingan dalam membantu penulisan dari awal hingga akhir penulisan skripsi ini.
3. Yth Ibu Husty Serviana Husain, M.Si., selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan serta bimbingan dalam membantu penulisan dari awal hingga akhir penulisan skripsi ini.
4. Yth. Ibu Entit Puspita, S.Pd., M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik yang memberikan arahan serta motivasi selama menjalani perkuliahan S1 penulis.
5. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Matematika yang telah memberikan ilmunya dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
6. Dhiya Fitriya yang selalu menyemangati penulis setiap saat.
7. Sahabat-sahabat di kos-kosan Dayat, Kamal, Yopi, Naufal, Ramadhan, dan Sahl yang selalu ada untuk berbagi.
8. Rekan-rekan mahasiswa Matematika UPI 2016 terimakasih untuk dukungan, bantuan, canda tawa dan kebersamaan selama menjalankan studi S1.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu yang telah mendukung dan membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan serta ketulusan dari pihak-pihak yang telah membantu penulis. Semoga tercatat menjadi amal baik baginya dan mendapat ridha Allah SWT.

Yusup Syarif Firmansyah, 2020
*Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan
Algoritma Genetika dan Simulated Annealing*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* dengan Menggunakan Gabungan Algoritma Genetika dan *Simulated Annealing*

ABSTRAK

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) adalah permasalahan pendistribusian sejumlah barang oleh kendaraan yang tersedia dengan kapasitas tertentu dari suatu depot ke sejumlah pelanggan lalu kembali ke depot. Tujuan penyelesaian CVRP adalah untuk menentukan rute pendistribusian dengan total jarak terpendek. Pada penelitian ini, digunakan gabungan algoritma genetika dan *simulated annealing* (GASA) untuk menyelesaikan permasalahan CVRP. Algoritma GASA bekerja dengan cara melakukan tahapan-tahapan pada Algoritma GA yaitu merepresentasikan kromosom, menghitung nilai *fitness*, seleksi, *crossover*, dan mutasi, kemudian dilanjutkan ke tahapan-tahapan Algoritma SA yaitu memodifikasi solusi terbaik yang diperoleh dari Algoritma GA sebelumnya, membandingkan nilai *fitness* solusi hasil modifikasi dengan solusi terbaik pada Algoritma GA, setelah itu melakukan kembali tahapan-tahapan Algoritma GA sampai iterasi maksimum tercapai. Dengan demikian gabungan GA dan SA mempunyai peluang besar untuk memberikan solusi optimal global. Hasil implementasi model CVRP dan Algoritma GASA pada masalah pendistribusian es krim suatu perusahaan di Kota Bandung diperoleh kesimpulan bahwa Algoritma GASA dapat menyelesaikan masalah tersebut dengan baik.

Kata Kunci: Algoritma Genetika (GA), *Simulated Annealing* (SA), *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP), optimisasi

Yusup Syarif Firmansyah, 2020
Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan Algoritma Genetika dan Simulated Annealing

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Solving of Capacitated Vehicle Routing Problems by Using Combined Genetic Algorithm and Simulated Annealing

ABSTRACT

The capacitated vehicle routing problem (CVRP) is a problem of distributing a number of goods using vehicles with limited carrying capacity that needed to pick up or deliver items at various locations, such as round trips from a store to customers. The goal of CVRP is to obtain a route with shortest travel distance. This research proposed the combination of genetics algorithm with simulated annealing (GASA) to solve CVRP. The first step in GASA is to represent customer as chromosomes, calculate fitness values, selection, crossover, and mutation. After that we continue to optimize the problem using SA algorithm by modifying the best solution produced by GA algorithm, comparing the fitness of modified best solution with the best solution of GA, and return to GA algorithm until maximum iteration achieved. Thus, GASA has greater chance to obtain global optimal solution. To simulate the algorithm, GASA was used for CVRP of an ice cream company in Bandung City and was able to solve it well.

Keywords: Genetic Algorithm (GA), Simulated Annealing (SA), Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), optimization

Yusup Syarif Firmansyah, 2020
Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan Algoritma Genetika dan Simulated Annealing

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH.....	i
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GRAFIK.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II LANDASAN TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2 Algoritma Genetika.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Algoritma Simulated Annealing.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III MODEL CVRP DAN PENYELESAIANNYA DENGAN MENGUNAKAN GABUNGAN ALGORITMA GENETIKA DAN SIMULATED ANNEALING.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2 Model CVRP.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Algoritma GASA.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL IMPLEMENTASI.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Data Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Tahapan Implementasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Hasil Implementasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Analisis Parameter GASA.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Perbandingan Hasil Algoritma GA, SA, GASA ...	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....	39

Yusup Syarif Firmansyah, 2020

Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan

Algoritma Genetika dan Simulated Annealing

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Lampiran	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1 Data Koordinat Depot dan Pelanggan serta permintaan setiap Pelanggan Error! Bookmark not defined.	
Lampiran 2 Rute Optimum Pendistribusian Es Krim pada Perusahaan X di Kota Bandung	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 Pengaruh Population rate	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 Banyaknya Generasi	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 5 Pengaruh Mutation Rate.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 Pengaruh Crossover Rate	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7 Pengaruh Temperatur.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 8 Pengaruh Penurunan Temperatur	49
Lampiran 9 Pengaruh Kriteria Penghentian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 10 Coding Program	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.....	20
Tabel 3.2.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.4.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.5.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.6.....	29
Tabel 3.7.....	30
Tabel 4.1.....	33
Table 4.2.....	Error! Bookmark not defined.
Table 4.3.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GRAFIK

Gambar 4.1 Perbandingan Jarak (km) pada Algoritma GA, SA, dan GASA..... 36

Yusup Syarif Firmansyah, 2020
*Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan
Algoritma Genetika dan Simulated Annealing*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Koordinat Depot dan Pelanggan serta permintaan setiap Pelanggan	
Error! Bookmark not defined.	
Lampiran 2 Rute Optimum Pendistribusian Es Krim pada Perusahaan X di Kota Bandung	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 Pengaruh Population rate	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 Banyaknya Generasi	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 5 Pengaruh Mutation Rate.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 Pengaruh Crossover Rate	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7 Pengaruh Temperatur.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 8 Pengaruh Penurunan Temperatur	49
Lampiran 9 Pengaruh Kriteria Penghentian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 10 Coding Program.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Tamlasari, T. A. (2010). An Enhanced Genetic Algorithm with Simulated Annealing for Job-Shop Scheduling. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, Vol. 2, No.1, 144-151.
- Anggasari F, M. F. (2017). Optimasi Kebutuhan Gizi untuk balita menggunakan Hybrid Algoritma Genetika dan Simulated Annealing. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 1, No 12, 1668-1677.
- Arkeman Y, d. (2012). *Algoritma Genetika Teori dan Aplikasinya untuk Industri dan Bisnis*. Bogor: PT IPB Press.
- Li, X. G. (2008). An Improved Genetic Algorithm-Simulated Annealing Hybrid Algorithm for the Optimization of Multiple Reservoirs. *Water Resour Manage*, 1031–1049. doi:10.1007/s11269-007-9209-5
- Negnevitsky, M. (2005). *Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems Second Edition*. England: Pearson Education.
- Panggabean, H. P. (2004). Algoritma Simulated Annealing untuk Pembentukan Sel Mesin dengan Dua Tipe Fungsi Objektif dan Dua Cara Pembatasan Sel. *JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, Vol. 6 No. 1, 10-24.
- Prana, R. (2007). *Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem*.
- Putra, N. P. (2015). *Perbandingan Metode Simulated Annealing dengan Genetic Algorithm pada Vehicle Routing Problem untuk Penentuan Rute Distribusi Bahan Pokok. (Skripsi)*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Retrieved from repository UGM: <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/91585>
- Rahman, L. N. (2018). *Implementasi Algoritma Genetika Pada Capacitated Vehicle Routing Problem. (Skripsi)*. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Stolz, E. (2018, July 17). *Evolution of a salesman: A complete genetic algorithm tutorial for Python*. Retrieved from towards data science: <https://towardsdatascience.com/evolution-of-a-salesman-a-complete-genetic-algorithm-tutorial-for-python-6fe5d2b3ca35>
- Sulistyo, M. D. (2015). Optimasi Genetic Algorithm dengan Simulated Annealing untuk Multiple Depot Capacitated Vehicle Routing Problem. *Indonesia Symposium On Computing 2015*, (pp. 62-69).
- Suprayogi. (2017). Pemecahan Masalah Rute Kendaraan dengan Trip Majemuk, Jendela Waktu dan Pengantaran-Penjemputan. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 2, No. 12, 95-104.

Yusup Syarif Firmansyah, 2020
Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Gabungan Algoritma Genetika dan Simulated Annealing

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Toth P., V. D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Siam: Philadelphia.
- Wirdianto, E. (2007). Penerapan Algoritma Simulated Annealing pada Penjadwalan Distribusi Produk. *Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 7, No. 1, 7, 7-20*.
- Yulianto. (2018). Penerapan Formula Haversine pada Sistem Informasi Geografis Pencarian Jarak Terdekat Lokasi Lapangan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 14-21*.