

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA
PADA VEHICLE ROUTING PROBLEM
DALAM PENGOPTIMALAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH
DI KECAMATAN KERTAPATI PALEMBANG**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika**



Oleh

**RINA MAYA SARI
NIM 08011181621003**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
APRIL 2020**

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA *VEHICLE ROUTING PROBLEM* DALAM PENGOPTIMALAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN KERTAPATI PALEMBANG

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika

Oleh

RINA MAYA SARI
NIM 08011181621003

Inderalaya, April 2020

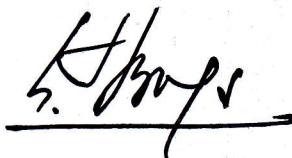
Pembimbing Pembantu



Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc

NIP. 197510061998032002

Pembimbing Utama



Dr. Bambang Suprihatin, M.Si

NIP. 197101261994121001

Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika



Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 195807271986031003

LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO

“Allah SWT is the best planner and create the best scenario”

“Satu tetes keringat orangtuaku seribu langkah aku harus maju”

“Dream, Believe and Make it Happen”

Skripsi ini aku persembahkan kepada:

- *Allah SWT**
- *Kedua orangtuaku**
- *Saudara-saudaraku**
- *Dosen dan Guruku**
- *Sahabatku**
- *Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Penerapan Algoritma Genetika pada Vehicle Routing Problem dalam Pengoptimalan Rute Pengangkutan Sampah di Kecamatan Kertapati Palembang**". Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta sahabat, keluarga dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Dengan penuh rasa hormat dan kasih sayang penulis mempersembahkan skripsi ini untuk Ayahanda **Alm.Hendrik Syafei** dan Ibunda **Astutiana** yang telah membimbing, mendidik dengan penuh kasih sayang serta selalu memberikan do'a yang berlimpah kepada penulis. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika dan ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis.
2. Bapak **Drs. Putra BJ Bangun, M.Si**, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran selama masa perkuliahan di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.

3. Bapak **Dr. Bambang Suprihatin, M.Si** selaku Dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu untuk memberikan banyak pemikiran, bimbingan, saran, motivasi, nasehat terbaik yang sangat berarti bagi penulis.
4. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc** selaku Dosen pembimbing kedua yang telah menyediakan waktu untuk memberikan banyak pemikiran, bimbingan, saran, motivasi, nasehat terbaik yang sangat berarti bagi penulis.
5. Bapak **Drs. Putra BJ Bangun, M.Si**, bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si**, dan ibu **Sisca Octrina, M.Sc**, selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan tanggapan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
6. **Guru dan Seluruh Dosen** Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama menempuh pendidikan.
7. Ibu **Hamidah** dan bapak **Irwansyah** yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
8. Saudara-saudaraku **Rahmansyah,ST., Andriansyah,ST., Hidayat, SM.**, dan **Yunita Sari** yang selalu memberikan perhatian, kasih sayang, dukungan moril maupun materil kepada penulis sampai saat ini.
9. Teman seperjuangan di perkuliahan **Mita Pratiwi, Kesuma Putri Kinasih, Khusnul Latiffah, Nurul Fadhila Yanita, Eka Monita Setiani, Yulischa Jesi Anggela, Shinta Elpatrika Abelia,S.Si.**, dan seluruh teman-teman angkatan **2016** yang selalu menemani keseharian penulis dengan penuh kebahagiaan.

10. Sahabatku **Fathia Rizka,A.Md.Kep, Umy Fadhillah, A.Md.Keb** dan **Putri Nida Farihah**, yang telah memberikan semangat, doa dan nasehat yang sangat berarti bagi penulis.
11. Kakak tingkat angkatan **2013, 2014, 2015** dan Adik tingkat angkatan **2018**.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan seluruh pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Inderalaya, April 2020

Penulis

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA
PADA VEHICLE ROUTING PROBLEM
DALAM PENGOPTIMALAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH
DI KECAMATAN KERTAPATI**

By

**Rina Maya Sari
08011181621003**

ABSTRACT

Vehicle Routing Problem (VRP) is often applied in optimizing vehicle routes. Genetic Algorithm (GA) is one of the methods used to solve problems related to biological genetic processes. Waste transportation in Kertapati District is divided into three working areas. Each working area consists of Temporary Disposal Sites or *Tempat Pembuangan Sementara* (TPS). Each waste transportation route starts and ends at the Final Disposal Site or *Tempat Pembuangan Akhir* (TPA). First working area consists of 4 TPS namely TPS Pertamina, TPS Mataram, TPS Karya Jaya Terminal, and TPS Pasar Simpang Sungki. Second working area consists of 4 TPS, TPS YWKA, TPS Pasar Kertapati, TPS Depan Stasiun, and TPS Gajah Mungkur. Third working area consists of 3 TPS, TPS Simpang Sungki, TPS Kertapati and TPS Pintu Besi. By applying GA method on VRP, the optimal routes obtained are: Work area 1 with distance of 35.51 km obtained 5 optimal solutions. Working area 2 with distance of 35.04 km obtained 6 optimal solutions. Working area 3 with a total distance of 34.44 km.

Key Words: Optimization, Optimal Route, Vehicle Routing Problem, Genetic Algorithm

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA
PADA *VEHICLE ROUTING PROBLEM*
DALAM PENGOPTIMALAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH
DI KECAMATAN KERTAPATI**

Oleh

**Rina Maya Sari
080111181621003**

ABSTRAK

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan permasalahan optimasi yang sering diaplikasikan dalam pengoptimalan rute kendaraan. Algoritma Genetika (GA) adalah salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang didasarkan pada proses genetik organisme biologis. Pengangkutan sampah di Kecamatan Kertapati terbagi dalam tiga wilayah kerja. Setiap wilayah kerja terdiri dari beberapa Tempat Pembuangan Sementara (TPS). Setiap rute pengangkutan sampah berawal dan berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Pada wilayah kerja pertama terdiri dari 4 TPS diantaranya TPS Pertamina, TPS Mataram, TPS Terminal Karya Jaya, dan TPS Pasar Simpang Sungki. Pada wilayah kerja kedua terdiri dari 4 TPS diantaranya TPS YWKA, TPS Pasar Kertapati, TPS Depan Stasiun, dan TPS Gajah Mungkur. Sedangkan untuk wilayah kerja ketiga terdiri dari 3 TPS diantaranya TPS Simpang Sungki, TPS Kertapati dan TPS Pintu Besi. Dengan menerapkan GA pada VRP diperoleh rute optimal: Wilayah kerja 1 dengan total jarak tempuh 35,51 km diperoleh 5 solusi optimal. Wilayah kerja 2 dengan jarak tempuh 35,04 km diperoleh 6 solusi optimal. Wilayah Kerja 3 dengan total jarak tempuh 34,44 km.

Kata Kunci : Optimasi, Rute Optimal, *Vehicle Routing Problem*, Algoritma Genetika.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|-----------------------------------|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERSEMPAHAN | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| ABSTRACT | vii |
| ABSTRAK | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Pembatasan Masalah..... | 4 |
| 1.4 Tujuan | 4 |
| 1.5 Manfaat | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Graf | 5 |
| 2.1.1 Definisi Graf | 5 |
| 2.1.2 Jenis-jenis Graf | 6 |
| 2.1.3 Istilah dalam Graf | 8 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|----|
| 2.1.4 | Graf Berbobot | 8 |
| 2.1.5 | Graf Eulerian..... | 9 |
| 2.2 | <i>Vehicle Routing Problem</i> | 9 |
| 2.3 | Algoritma Genetika | 10 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | | |
|-----|-------------------------|----|
| 3.1 | Tempat | 16 |
| 3.2 | Waktu..... | 16 |
| 3.3 | Metode Penelitian | 16 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Pengoptimalan Rute Pengangkutan Sampah Wilayah Kerja 1 | 21 |
| 4.1.1 | Pengkodean..... | 21 |
| 4.1.2 | Evaluasi Rute Pengangkutan Sampah | 22 |
| 4.1.3 | Seleksi Rute Pengangkutan Sampah..... | 23 |
| 4.1.4 | Kawin Silang | 30 |
| 4.1.5 | Mutasi | 32 |
| 4.1.6 | <i>Decoding</i> | 34 |
| 4.2 | Pengoptimalan Rute Pengangkutan Sampah Wilayah Kerja 2 | 37 |
| 4.2.1 | Pengkodean..... | 37 |
| 4.2.2 | Evaluasi Rute Pengangkutan Sampah | 38 |
| 4.2.3 | Seleksi Rute Pengangkutan Sampah..... | 39 |
| 4.2.4 | Kawin Silang | 45 |
| 4.2.5 | Mutasi | 48 |
| 4.2.6 | <i>Decoding</i> | 50 |

| | |
|--|----|
| 4.3 Pengoptimalan Rute Pengangkutan Sampah Wilayah Kerja 3 | 52 |
| 4.3.1 Pengkodean | 52 |
| 4.3.2 Evaluasi Rute Pengangkutan Sampah | 53 |
| 4.3.3 Seleksi Rute Pengangkutan Sampah..... | 53 |
| 4.3.4 Kawin Silang | 56 |
| 4.3.5 Mutasi | 57 |
| 4.3.6 <i>Decoding</i> | 58 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | 60 |
| 5.2 Saran..... | 61 |
| DAFTAR PUSTAKA 62 | |
| LAMPIRAN..... 66 | |

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1 Data Pengangkutan Sampah di Kecamatan Kertapati.....19

Tabel 4.2 Lokasi dan Jarak Pengangkutan Sampah Wilayah Kerja 1.....19

Tabel 4.3 Lokasi dan Jarak Pengangkutan Sampah Wilayah Kerja 2.....20

Tabel 4.4 Lokasi dan Jarak Pengangkutan Sampah Wilayah Kerja 3.....20

Tabel 4.5 Rute Awal Pengangkutan Sampah di Kecamatan Kertapati.....20

Wilayah Kerja 1

Tabel 4.6 Rute Pengangkutan Sampah dan Jumlah Jarak Tempuh21

Tabel 4.7 Seleksi Rute Pengangkutan Sampah28

Tabel 4.8 Bilangan Acak untuk Proses Kawin Silang30

Tabel 4.9 Rute Pengangkutan yang Terpilih untuk Dimutasi33

Tabel 4.10 Hasil Akhir Rute Pengangkutan Sampah.....35

Wilayah Kerja 2

Tabel 4.11 Rute Pengangkutan Sampah dan Jumlah Jarak Tempuh37

Tabel 4.12 Seleksi Rute Pengangkutan Sampah44

Tabel 4.13 Bilangan Acak untuk Proses Kawin Silang46

Tabel 4.14 Rute Pengangkutan yang Terpilih untuk Dimutasi48

Tabel 4.15 Hasil Akhir Rute Pengangkutan Sampah.....50

Wilayah Kerja 3

Tabel 4.16 Rute Pengangkutan Sampah dan Jumlah Jarak Tempuh52

| | |
|---|----|
| Tabel 4.17 Seleksi Rute Pengangkutan Sampah | 55 |
| Tabel 4.18 Bilangan Acak untuk Proses Kawin Silang | 56 |
| Tabel 4.19 Rute Pengangkutan yang Terpilih untuk Dimutasi | 58 |
| Tabel 4.20 Hasil Akhir Rute Pengangkutan Sampah..... | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1. Graf dengan 4 Titik dan 6 Busur..... | 5 |
| Gambar 2.2. Graf Sederhana (<i>Simple Graph</i>)..... | 6 |
| Gambar 2.3. Graf Tidak Sederhana (<i>Unsimple Graph</i>) | 7 |
| Gambar 2.4. Graf Berarah..... | 7 |
| Gambar 2.5. Graf Berbobot..... | 9 |
| Gambar 2.6. Rute Pengangkutan Sampah di WK 1 Kecamatan Kertapati | 36 |
| Gambar 2.7. Rute Pengangkutan Sampah di WK 2 Kecamatan Kertapati | 51 |
| Gambar 2.8. Rute Pengangkutan Sampah di WK 3 Kecamatan Kertapati | 59 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. Bilangan Acak Proses Seleksi Rute Pengangkutan Sampah | 66 |
| Lampiran 2. Bilangan Acak pada Proses Kawin Silang | 66 |
| Lampiran 3. Bilangan Acak Proses Kawin Silang Kromosom 5 dan 10 | 66 |
| Lampiran 4. Bilangan Acak Proses Kawin Silang Kromosom 12 dan 21 | 67 |
| Lampiran 5. Bilangan Acak Terpilih untuk Dimutasi..... | 67 |
| Lampiran 6. Bilangan Acak Proses Seleksi Rute Pengangkutan Sampah | 67 |
| Lampiran 7. Bilangan Acak pada Proses Kawin Silang | 68 |
| Lampiran 8. Bilangan Acak Proses Kawin Silang Kromosom 3 dan 16 | 68 |
| Lampiran 9. Bilangan Acak Terpilih untuk Dimutasi..... | 68 |
| Lampiran 10. Bilangan Acak Proses Seleksi Rute Pengangkutan Sampah | 69 |
| Lampiran 11. Bilangan Acak pada Proses Kawin Silang | 69 |
| Lampiran 12. Bilangan Acak Proses Kawin Silang Kromosom 1 dan 5 | 69 |
| Lampiran 13. Bilangan Acak Terpilih untuk Dimutasi..... | 69 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecamatan Kertapati merupakan salah satu kecamatan dengan jumlah penduduk yang tinggi di Kota Palembang. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Tahun 2018 jumlah penduduk di Kecamatan Kertapati sebanyak 89,597 jiwa. Hal tersebut dapat mengakibatkan jumlah volume sampah yang terus meningkat karena proses pengangkutan sampah di Kota Palembang masih dilakukan secara berkala. Dimulai dengan sampah yang dikumpulkan dalam bak atau kontainer di setiap Tempat Pembuangan Sementara (TPS) kemudian diangkut oleh *dump* truk atau *arm-rol* yang selanjutnya akan dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Permasalahan yang terjadi pada proses pengangkutan sampah salah satunya adalah pemilihan rute kendaraan yang kurang tepat sehingga dapat menimbulkan tingginya biaya operasional dan mengakibatkan penumpukan sampah di setiap TPS.

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah salah satu permasalahan optimasi yang memiliki banyak aplikasi di bidang industri, transportasi, distribusi dan logistik. Batasan-batasan yang digunakan dalam perhitungan VRP disesuaikan berdasarkan variasinya (Setiady dkk, 2016). VRP digunakan untuk meminimalisir permasalahan rute kendaraan dari satu titik ke titik lain yang letaknya tersebar dengan kapasitas volume yang berbeda-beda (Fitria dkk, 2009). Rute dibuat dengan optimal agar kendaraan pengangkut sampah hanya mengunjungi tepat satu

kali disetiap titiknya guna mengurangi biaya perjalanan (Garside dan Sudaningtyas, 2014). Dalam VRP Seluruh rute pengangkutan sampah dimulai dari depot dan kendaraan pengangkut harus kembali ke depot setelah menyelesaikan perjalanan (Irmeilyana *et.al*, 2013). Jumlah volume sampah dalam satu kali pengangkutan tidak boleh melebihi kapasitas volume kendaraan pengangkut (Lubis dkk, 2016).

Algoritma Genetika (*Genetic Algorithm*, GA) adalah metode adaptif yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi yang didasarkan pada proses genetik organisme biologis (Widodo dan Mahmudy, 2010). GA terbagi dalam beberapa tahapan, diantaranya pengkodean, proses seleksi, proses kawin silang yang mungkin menjadi solusi dan proses mutasi pada rute yang terpilih (Fanggidae dan Lado, 2015). GA hanya menggunakan sedikit perhitungan matematis dan melibatkan banyak titik populasi sehingga perhitungan nilai optimum yang dihasilkan sangat efektif (Zukhri, 2014).

Beberapa penelitian mengenai VRP sudah banyak dilakukan salah satunya oleh Hutomo dan Sari (2017). Penelitian tersebut membandingkan antara GA dengan metode *Nearest Neighbour* pada pendistribusian roti. Hasil dari penelitian tersebut GA lebih efektif dibandingkan dengan metode *Nearest Neighbour* ditinjau berdasarkan perbandingan efektivitas terhadap jarak tempuh rute pendistribusian. Menurut Dridi *et.al* (2011) perencanaan dan manajemen dalam sistem perutean kendaraan merupakan hal yang sangat penting karena dapat meminimalkan jarak tempuh dan berdampak pada pengangkutan yang lebih optimal.

Selanjutnya berdasarkan penelitian Sarwadi dan Anjar (2004) mengenai GA untuk penyelesaian permasalahan VRP. Penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan rute kendaraan agar setiap permintaan terpenuhi, muatan tidak melampaui kapasitas kendaraan dan panjang rute seluruh kendaraan dapat diminimumkan. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa GA dapat memberikan solusi mendekati optimal bagi permasalahan VRP dibandingkan dengan metode *saving*. Dalam penelitian Suwirmayanti dkk (2014) mengenai optimasi pusat *cluster K-Prototype* dengan GA. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa metode gabungan *K-Prototype* dengan GA menghasilkan optimasi tingkat *cluster* yang lebih baik bila dibandingkan *K-Prototype* tanpa GA.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya diketahui bahwa GA sangat efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimasi karena memiliki keunggulan dari segi populasi solusi yang besar, maka dari itu penting untuk menerapkan GA dalam mengoptimalkan rute pengangkutan sampah di masing-masing wilayah kerja Kecamatan Kertapati Palembang.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana menerapkan GA pada VRP untuk mengoptimalkan rute pengangkutan sampah di setiap wilayah kerja Kecamatan Kertapati Palembang.

1.3 Pembatasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi dengan rute yang dianggap simetris, dimana jarak titik pengangkutan i ke titik pengangkutan j sama dengan jarak titik pengangkutan j ke titik pengangkutan i . Setiap titik pengangkutan terhubung ke titik pengangkutan lainnya. Kapasitas truk pengangkut sampah diasumsikan sama yaitu 4 ton. Kondisi jalan dianggap lancar tanpa hambatan dan biaya angkut diabaikan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan GA pada VRP dan memperoleh rute pengangkutan sampah yang optimal di setiap wilayah kerja Kecamatan Kertapati Palembang.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu :

1. Dapat membantu mahasiswa mengembangkan wawasan mengenai penerapan optimasi pada masalah sehari-hari, khususnya masalah pengangkutan sampah.
2. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pemerintah Kota Palembang untuk mengetahui rute optimal dalam pengangkutan sampah untuk setiap wilayah kerja di Kecamatan Kertapati Palembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldous, J. M., & Wilson, R. J. (2003). *Graphs and Applications An Introductory Approach*. Milton Keynes MK7 6AA UK: Springer.
- Chand, P., Mishra, B. S. P., & Dehuri, S. (2010). A Multi Objective Genetic Algorithm for Solving Vehicle Routing Problem *International Journal of Information Technology and Knowledge Management* 2, 503-506.
- Desiana, A., Ridwan, A. Y., & Aurachman, R. (2016). Penyelesaian Vehicle Routing Problem untuk Minimasi Total Biaya Transportasi pada PT XYZ dengan Metode Algoritma Genetika. *e-Proceeding of Engineering*, 3, 2566.
- Dridi, I. H., Kammarti, R., Ksouri, M., & Borne, P. (2011). Multi Objective Optimization for the m-PDPTW: Aggregation Method With Use of Genetic Algorithm and Lower Bounds. *International Jurnal of Computers, Communications & Control*, VI 256-257.
- Fajarwati, I. A., & Anggraeni, W. (2012). Penerapan Algoritma Differential Evolution untuk Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-Up. *Jurnal Teknik ITS*, 1.
- Fanggidae, A., & Lado, F. R. (2015). *GAdan Penerapannya*. Yogyakarta: Teknosain.
- Fitria, L., Susanty, S., & Suprayogi. (2009). Penentuan Rute Truk Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah di Bandung. *Jurnal Teknik Industri*, 11, 51-60.
- Garside, A. K., & Sudaningtyas, S. (2014). Perfomansi Algoritma CODEG dalam Penyelesaian Vehicle Routing Problem. *Jurnal Teknik Industri*, 16, 51-56.
- Gen, M., & Cheng, R. (2000). *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*. Japan: A Wiley Interscience Publication.

- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning*. Canada: Addison Wesley Publishing Company Inc.
- Hutomo, H., & Sari, E. R. (2017). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Menggunakan GAdan Nearest Neighbour pada Pendistribusian Roti. *Jurnal Matematika*, 6, 1-11.
- Irmeilyana, Puspita, F. M., Indrawati, & Azizah, F. N. (2013). The Preprocessing and Probing Technique of Open Capacitated Vehicle Routing Problem with Split and Time Deadline (OCVRP-St) Model In Rubbish Transportation Problem. *International Journal of Advances in Applied Science (IJAAS)*, 2, 193-200.
- Jemai, J., Zekri, M., & Mellouli, K. (2017). Multi-Objective Genetic Algorithms for The Green Vehicle Routing Problem: A Comparative Study. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 95.
- Kumar, V. S., Thansekhar, M. R., Saravanan, R., & Amali, S. M. J. (2014). *Solving Multi Objective Vehicle Routing Problem with Time Windows by FAGA*.
- Lubis, H. A. R., Maulana, A., & Frazila, R. B. (2016). Penerapan Konsep Vehicle Routing Problem dalam Kasus Pengangkutan Sampah di Perkotaan *Jurnal Teknik Sipil*, 23.
- Rizki, S. (2012). Penerapan Teori Graf untuk Menyelesaikan Masalah Minimum Spanning Tree (MST) Menggunakan Algoritma Kruskal. 1.
- Santosa, B., & Willy, P. (2011). *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya: Guna Widya.
- Sarwadi, & Anjar, K. (2004). GAuntuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing. *Jurnal Matematika dan Komputer*, 7, 1-10.

- Setiady, R. R. D., Jati, A. N., & Azmi, F. (2016). Perancangan dan Implementasi Metode Heuristic untuk Vehicle Routing Problem pada Pegangkutan Sampah. *e-Proceeding of Engineering*, 3, 80.
- Suwirmayanti, P., Putra, I. K. G. D., & Kumara, I. N. S. (2014). Optimasi Pusat Cluster K-Prototype dengan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknologi Elektro* 13.
- Weise, T. (2009). *Global Optimization Algorithms Theory and Application*. Germany.
- Widodo, A. W., & Mahmudy, W. F. (2010). Penerapan GApada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner *Jurnal Ilmiah KurSOR*, 5.
- Zaki, A. (2017). Algoritma Dijkstra Teori dan Aplikasi. *Jurnal Matematika UNAND*, VI, 1-8.
- Zukhri, Z. (2014). *Algoritma Genetika*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.