

**PENENTUAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN
MENGUNAKAN METODE *VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(VRP) *TIME WINDOWS* UNTUK WILAYAH BANDUNG
UTARA**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

Oleh :

FAJRINA AULIA

NRP : 143010181



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

2018

PENENTUAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE *VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) TIME WINDOWS* UNTUK WILAYAH BANDUNG UTARA

FAJRINA AULIA
NRP : 143010181

ABSTRAK

Peningkatan jumlah sampah di kota Bandung ditunjang oleh sarana dan prasarana pengolahan sampah yang mendukung supaya tidak terjadi penumpukan sampah. Proses pengumpulan sampah merupakan kontribusi terbesar dalam biaya pengolahan sampah. Rute pengumpulan sampah dapat dibuat dengan memperhatikan keterbatasan yang ada, seperti : jumlah kendaraan, jumlah TPS, waktu angkut dan sistem pengangkutan sampah. Dengan keadaan kurangnya sistem pengangkutan sampah yang optimal khususnya pada Perusahaan Daerah Kebersihan Kota Bandung Wilayah Utara maka dilakukan kembali penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan rute alternative pengangkutan sampah dengan mempertimakan biaya operasional.

Kondisi pengumpulan sampah dapat dianalogikan dengan model Vehicle Routing Problem dengan menambahkan Time Windows setelah rute alternative di dapatkan. Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) menyelesaikan permasalahan dengan dengan meminimalkan biaya untuk jarak tempuh dan jumlah kendaraan yang digunakan. Pengangkutan sampah ini mempertimbangkan waktu operasional pelayanannya.

Dalam penentuan rute pengangkutan sampah wilayah Bandung Utara menggunakan metode savings dan clustering. Rute yang dapat dihasilkan menggunakan Vehicle Routing Problem with Time Windows berhasil menghemat jarak kurang lebih sejauh 37,9 Km, yaitu 38% dari jarak sebelumnya, menghemat waktu tempuh yang sebelumnya adalah kurang lebih 32 jam menjadi 27 jam yaitu dengan penghematan sebesar 5%.

Vehicle Routing Problem with Time Windows juga berpengaruh terhadap biaya yang di gunakan untuk operasional. Biaya penghematan yaitu sebesar kurang lebih Rp. 6.065.800-, dan jika di persenkan penghematan sebesar 45%.

Kata kunci : Pengangkutan sampah, Vehicle Routing Problem with Time Windows, Savings, Clustering.

DETERMINATION OF WASTE TRANSPORT ROUTES USING THE VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS (VRPTW) METHOD FOR NORTH BANDUNG AREA

FAJRINA AULIA
NRP : 143010181

ABSTRACK

The increase of trash quantity in Bandung support by the facilities of trash manufacturing in order not to trash hoarding. Processing of trash collection has a big contribution for cost trash collection. The trash collecting grovte can construet by observe the lemits like: number of transportations, number of TPS, time for contain and trash countaining system. With the limitedness of optimum the trash containing system, specially for PD. Kebersihan Kota Bandung North region, it become effective for work the observation for get some trash containing alternative route consider the operational cost.

The condition of trash collection can be analogy by Vehicle Routing Problem models add Time Windows after get the alternative route. Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) solve the problem with cost minimalizing for the distance and number of transportation used. This trash containing consider by the serve timing operation,

In deciding of trash containing route North Bandung region is used by saving and clustering method. The output route from Vehicle Routing Problem with Time Windows used success thtift the distance 37,9 Km or 38% from the distance before, it's thrift 32 hours become 27 hours with 5% thrift.

Vehicle Routing Problem with Time Windows also influence to operational cost. The thrift cost is around Rp. 6.065.800-, and if the percentage of savings is equal to 45%.

Kata kunci : Trash Containing, Vehicle Routing Problem with Time Windows, Savings, Clustering.

**PENENTUAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN
MENGUNAKAN METODE *VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(VRP) *TIME WINDOWS* UNTUK WILAYAH BANDUNG
UTARA**

Oleh

Fajrina Aulia

NRP : 1403010181

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal

Pembimbing

Penelaah

(Ir. Wahyu Katon, MT.)
MT.)

(Dr. Ir. Yogi Yogaswara,

Mengetahui,

Ketua Program Studi

(Dr. Ir. Toto Ramadhan, MT.)

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
LEMBARAN PENGESAHAN	iii
LEMBARAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xii
Bab I Pendahuluan	
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Perumusan Masalah	I-3
I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	I-3
I.4. Asumsi dan Pembatasan Masalah	I-3
I.5. Lokasi Penelitian.....	I-4
I.6. Sistematika Penulisan Laporan	I-5
Bab II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori	
II.1. Sampah.....	II-1
II.2. <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	II-1
II.3. Jenis-jenis <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	II-4
II.3.1. <i>Capacitated VRP</i> (CVRP).....	II-4
II.3.2. <i>VRP with Time Windows</i> (VRPTW)	II-4
II.3.3. <i>Multiple Depot VRP</i> (MDVRP)	II-5
II.3.4. <i>VRP with Pick-Up and Delivering</i> (VRPPD).....	II-6
II.3.5. <i>Split Delivery VRP</i> (SDVRP)	II-7
II.3.6. <i>Stochastic VRP</i> (SVRP).....	II-8
II.4. Formulasi <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	II-8
II.5. Permasalahan <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	II-10

II.6. Metode Penghematan Clarke-Wright (Clarke-Wright Saving Approach)	II-Error! Bookmark not defined.
II.7. Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)	II-Error!
	Bookmark not defined.
II.7.1 Kelemahan <i>Vehicle Routing Problem With Time Windows</i>	II-Error!
	Bookmark not defined.
Bab III Usulan Pemecahan Masalah	III-Error! Bookmark not defined.
III.1 Model Pemecahan Masalah	III-Error! Bookmark not defined.
III.1.1 Survei Lapangan	III-Error! Bookmark not defined.
III.1.2 Studi Literatur	III-Error! Bookmark not defined.
III.1.3 Rumusan Masalah Penelitian	III-Error! Bookmark not defined.
III.1.4 Tujuan Pemecahan Masalah	III-Error! Bookmark not defined.
III.1.5 Pengumpulan Data	III-Error! Bookmark not defined.
III.1.6 Pengolahan Data	III-Error! Bookmark not defined.
III.1.7. Analisa dan Pembahasan	III-Error! Bookmark not defined.
III.1.8 Kesimpulan dan Saran	III-Error! Bookmark not defined.
III.2 Langkah-langkah Pemecahan Masalah VRPTW dengan Metode <i>Savings</i>	III-Error! Bookmark not defined.
Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data	IV-Error! Bookmark not defined.
IV.1 Pengumpulan Data	IV-Error! Bookmark not defined.
IV.1.2 Data Umum Perusahaan	IV-Error! Bookmark not defined.
IV.1.2 Data Jumlah TPS, Volume dan Waktu Loading Sampah.....	IV-Error!
	Bookmark not defined.
IV.2. Pengolahan Data.....	IV-Error! Bookmark not defined.
IV.2.1. Matriks Jarak TPS	IV-Error! Bookmark not defined.
IV.2.2. Matriks <i>Savings</i>	IV-Error! Bookmark not defined.
IV.2.3. Matrik Hasil <i>Savings</i>	IV-Error! Bookmark not defined.
IV.2.3. Clustering	IV-Error! Bookmark not defined.
IV.2.4. Time Windows	IV-Error! Bookmark not defined.
Bab V Analisa dan Pembahasan	V-Error! Bookmark not defined.
V.1. Analisa.....	V-Error! Bookmark not defined.
V.2. Pembahasan	V-Error! Bookmark not defined.

Bab VI Kesimpulan dan Saran **VI-Error! Bookmark not defined.**
VI.1. Kesimpulan **VI-Error! Bookmark not defined.**
VI.2. Saran..... **VI-Error! Bookmark not defined.**



Bab I Pendahuluan

I.1. Latar Belakang Masalah

Sampah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Dalam UU No 18 tahun 2008 tentang Pengolahan Sampah, disebutkan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan.

Tingkat pencemaran lingkungan sangat memprihatinkan, data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menyatakan bahwa total sampah di Indonesia mencapai 187,2 juta ton per tahun. Meningkatnya kepadatan penduduk serta keterbatasan lahan untuk menampung sisa konsumsi menjadi salah satu faktor utama penyebab volume sampah yang terus menggunung. Indonesia bahkan masuk dalam peringkat kedua dunia sebagai penghasil sampah plastik ke Laut setelah Tiongkok. Hal ini berkaitan dengan data KLHK yang menyebut plastik hasil dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu satu tahun, sudah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik. Jumlah itu ternyata setara dengan luasan 65,7 hektare kantong plastik atau sekitar 60 kali luas lapangan sepak bola.

Dirjen pengelolaan sampah, limbah dan B3 KLHK Tuti Hendrawati Mintarsih menyebutkan total jumlah sampah Indonesia di 2019 akan mencapai 68 juta ton dan sampah plastik diperkirakan akan mencapai 9,52 juta ton atau 14 persen dari total sampah yang ada. Target pengurangan timbunan sampah secara keseluruhan sampai dengan 2019 adalah 25 persen, sedangkan 75 persen penanganan sampahnya dengan cara '*composting*' dan daur ulang bawa ke tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Sistem pengolahan sampah di perkotaan perlu perhatian khusus, selain karena pengolahan sampah daerah perkotaan sangat penting karena melihat dari timbunan sampah yang dihasilkan besar, semua ini adalah dampak dari pertumbuhan penduduk yang tinggi juga karena terbatasnya lahan yang akan difungsikan sebagai

tempat pengolahan sampah. Problematika sampah timbul karena tidak seimbangnya produksi sampah dengan pengolahannya dan semakin menurunnya daya dukung alam sebagai tempat pembuangan sampah. Kuantitas sampah terus bertambah dengan cepat, sedangkan dilain hal kemampuan mengolah sampah masih belum memadai. Hal ini perlu diperhatikan karena masalah sampah merupakan masalah yang tidak dapat diabaikan, karena di dalam semua aspek kehidupan selalu dihasilkan sampah.

Operasional pengolahan sampah pada umumnya berawal dari munculnya sampah pemukiman, kemudian pemilihan di tempat pembuangan sementara (TPS) selanjutnya diangkut menuju tempat pembuangan akhir (TPA). Hubungan keseluruhan pengolahan sampah di pengaruhi oleh transportasi dan rute pengangkutannya.

Permasalahan ini akan memiliki beberapa kendala sebagai berikut :

1. Masing-masing rute akan berawal dan berakhir di satu depot.
2. Setiap konsumen hanya akan dikunjungi oleh satu kendaraan.
3. Total permintaan setiap rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan Q.

Permasalahan penentuan rute distribusi ini tentu hampir semua perusahaan atau instansi pemerintah harus bisa mengatasinya agar keinginan konsumen atau masyarakat dapat terpenuhi, tidak terkecuali dengan PD.Kebersihan kota Bandung.

Proses pengangkutan sampah diawali dengan pengambilan sampah di bak-bak yang telah disediakan sesuai dengan rute yang telah ditentukan oleh PD. Kebersihan menggunakan kendaraan dump truk yang berkapasitas 10m³ untuk kemudian dibawa ke SPA (Stasiun Pembungan Antara). Secara garis besar, kendaraan pengangkut sampah didalam kota beroperasi dari pool ke TPS/ Bak lalu ke SPA kemudian kembali lagi ke pool. Berkaitan dengan hal ini, *unloading* sampah yang sebelumnya telah dikumpulkan di TPA/Bak wilayah Bandung Utara di SPA di daerah Leuwi Gajah sering kali tidak bergerak sesuai dengan pola yang telah ada, akibatnya terdapat truk-truk yang seringkali harus menginap karna adanya antrian pembuangan sampah di SPA.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, permasalahan yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana menentukan rute alternatif pengangkutan sampah ?
2. Berapakah jumlah armada yang yang dibutuhkan untuk pengambilan sampah agar semua TPS terlayani dan berapa biaya efisiensi (penghematan) yang didapatkan?
3. Bagaimana menyusun jadwal pengangkutan sampah dari masing-masing TPS ?

I.3. Tujuan dan Manfaat Pemecahan Masalah

Tujuan dilakukannya penelitian di PD. Kebersihan kota Bandung :

1. Mendapatkan rute alternatif dalam pengangkutan sampah.
2. Dapat mengetahui jumlah armada yang dibutuhkan dalam pengangkutan sampah dan biaya penghematan yang didapatkan.
3. Mendapatkan jadwal pengangkutan sampah.

Manfaat bagi masyarakat adalah mengurangi dampak pencemaran sampah terhadap lingkungan. Manfaat penelitian ini adalah :

1. Untuk masyarakat Bandung yaitu menjaga kesehatan dan kebersihan kota bandung dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan.
2. Untuk pemerintah kota Bandung, khususnya PD. Kebersihan, yaitu alternatif solusi mengenai rute pengangkutan sampah yang efisien

I.4. Asumsi dan Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dan asumsi yang digunakan di dalam penelitian ini, agar pemecahan masalah bisa lebih terarah dan sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Berikut ini adalah pembatasan dan asumsi masalah yang digunakan dalam penelitian ini :

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di PD. Kebersihan kota Bandung.
2. TPS dan bak sampah yang di data hanya di wilayah Bandung Utara.
3. Untuk TPS dengan volume sampah besar digunakan kendaraan dengan rute khusus
4. Penelitian hanya berfokus pada truk sampah jenis dump truk.
5. Kapasitas kendaraan yang digunakan yaitu 10 m³
6. Jumlah kendaraan yang tersedia untuk Bandung Utara adalah 6 dump truk
7. Waktu operasional yang disediakan Pemerintahan kota Bandung 8 jam kerja
8. Pembatasan waktu yang ada pada tiap TPS
9. Waktu operasi pukul 08.00-12.00 WIB.
10. Biaya maintenance tidak diperhitungkan
11. Kendaraan yang di rental diabaikan

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Kecepatan kendaraan mengikuti aturan berlalu lintas di kota Bandung (32 Km/jam diperoleh dari rata-rata hasil pengamatan)
2. Kondisi kendaraan dalam keadaan layak pakai.
3. Perjalanan berjalan normal tidak ada hambatan dan tidak ada unsur-unsur penghambat lainnya termasuk kemacetan.
4. Perhitungan jarak dai titik i ke j sama dengan jarak dari titik j ke i (simetris)
5. Waktu loading pengambilan sampah di TPS
6. Terdapat SPA di Leuwi Gadjah
7. Kendaraan pada saat berangkat dari pool sudah dalam kondisi terisi BBM full, yang sanggup memenuhi operasionalnya.
8. Berangkat dari pool pukul 7 pagi

I.5. Lokasi Penelitian

Penyusun melakukan penelitian di PD. Kebersihan Kota Bandung Jl. Surapati No. 126, Cibeunying Kaler, Bandung, Jawa Barat 40122. Penelitian di khususkan untuk wilayah Bandung Utara.

I.6. Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika penulisan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan mengenai latar belakang masalah yang menjadi permasalahan pada PD. Kebersihan Kota Bandung khususnya wilayah Bandung Utara dan diambilnya permasalahan mengenai VRPTW (*Vehicle Routing Problem with Time Windows*) dan *Open VRP* yang didalamnya melibatkan rute dan penjadwalan pengangkutan sampah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat pemecahan masalah, pembatasan dan asumsi masalah, lokasi penelitian serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang tinjauan pustakan dan teori-teori yang berhubungan dengan kondisi perumusan yang berkaitan dengan sampah serta teori-teori mengenai VRPTW (*Vehicle Routing Problem with Time Windows*), *Open VRP*, jenis-jenis VRP, Formulasi VRP dan salah satu metode yang digunakan yaitu metode Penghematan *Clarke-Wright* dan *Clustering*.

BAB III USULAN PEMECAHAN MASALAH

Bab ini berisikan mengenai penjelasan model pemecahan masalah dan langkah-langkah yang kan digunakan untuk memecahkan permasalahan pada laporan yang akan dikerjakan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

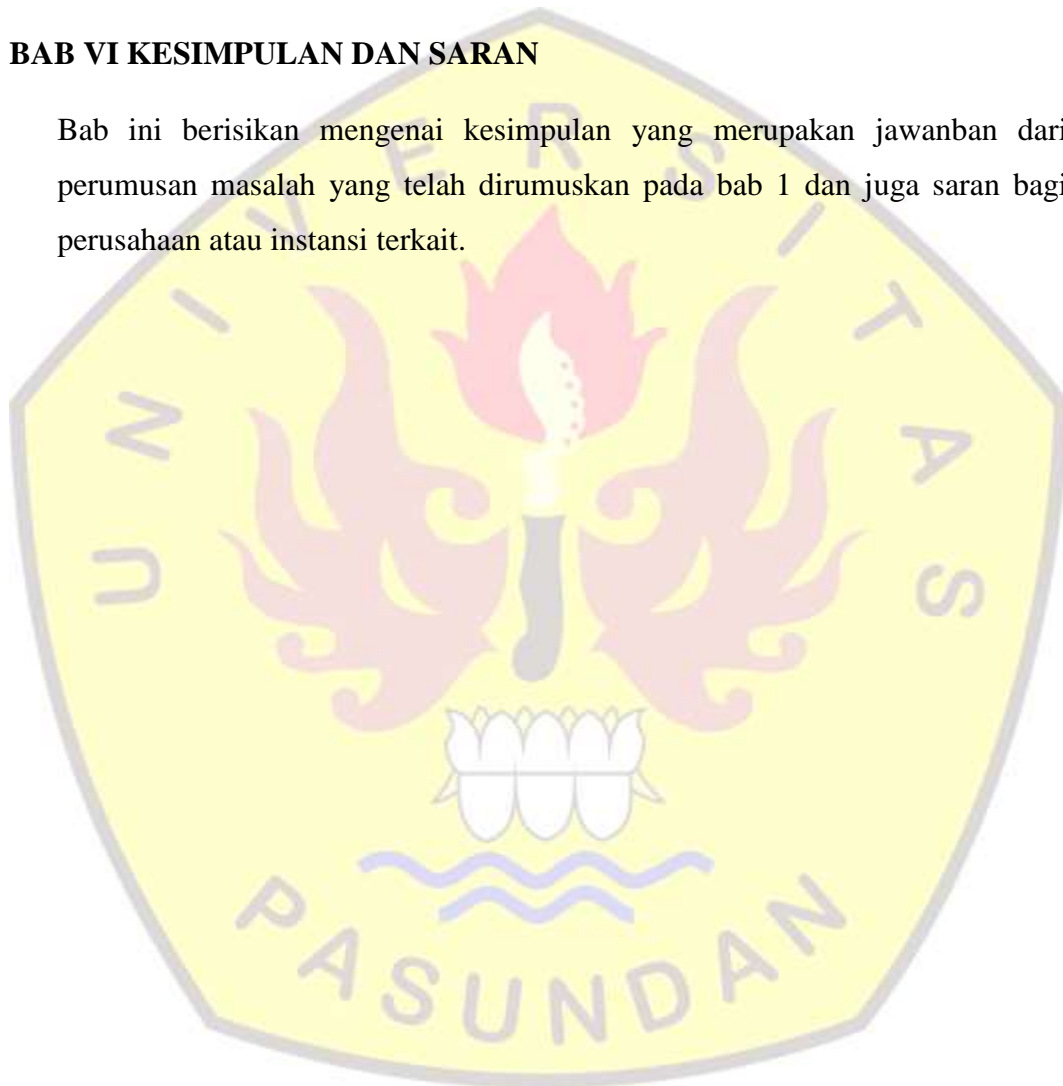
Bab ini berisikan tentang data-data yang telah dikumpulkan pada saat wawancara dan pada saat survey kelapangan serta bagaimana cara pengolahan data tersebut. Data yang dibutuhkan antaralain, jumlah armada, jumlah TPS, waktu *loading* sampah, jarak antar TPS dan juga biaya yang dikeluarkan untuk sekali operasional.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan mengenai analisa dan pembahasan dari hasil pengolahan data dari pemecahan masalah pada penelitian ini. Di bab ini juga menjadi pembandingan antara keadaan sekarang dilapangan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis yaitu mengenai rute alternative pengangkutan sampah dan juga waktu operasional pengangkutannya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan mengenai kesimpulan yang merupakan jawaban dari perumusan masalah yang telah dirumuskan pada bab 1 dan juga saran bagi perusahaan atau instansi terkait.



DAFTAR PUSTAKA

- Aggelis, V. & Chritodoulakis, D. 2004. *Customer Clustering using RFM Analysis*.
- Aref, Samin. 2015. "A Green Perspective on Capacitated Time-Dependent Vehicle Routing Problem with Time Windows." 2(1):1–15.
- Cordeau, Jean François, Gilbert Laporte, Martin W. P. Savelsbergh, and Daniele Vigo. 2007. "Chapter 6 Vehicle Routing." *Handbooks in Operations Research and Management Science* 14(C):367–428.
- Dantzig, G. B. dan Ramser, J.H. (1959), The Truck Dispatching Problem, *Management Science*, 6, pp 80-91
- Han, J., Kamber, M., Pei, J.: *Data Mining Concept and Techniques*, 3rd ed. Morgan Kaufmann-Elsevier, Amsterdam (2012)
- Madhutulatha, T. S. (2012). An Overview on Clustering Methods. *IOSR Journal of Engineering*, 2(4).
- Octora, Lita, Arif Imran, and Susy Susanty. 2014. "Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings Dan Algoritma Sequential Insertion." *Reka Integra* 2(2):1–11.
- Putu, Sang, Eka Kesuma, Agung Toto Wibowo, B. F. S. Breadth, and First Search. 2009. "Analisis Dan Implementasi Vrp (Vehicle Routing Problem)."
- Raden Prana A. (2007). *Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem*. Bandung: Jurusan Teknik Informatika ITB.
- Sari, Marchalia, Atmini Dhoruri, and R. S. Eminugroho. 2016. "Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Menggunakan Saving Matriks, Sequential Insertion Dan Nearest Neighbour Di Victoria RO." *Jurnal Matematika-SI* 5(3):1–11.

Tanujaya, William, Dian Retno, Sari Dewi, and Dini Endah. 1976. "Penerapan Algoritma Genetik Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing Di Pt . Mif." 92–102.

Tchobanoglous, G. (2003). Solid waste management. In *Environmental Engineering* (pp. 755–888). <https://doi.org/10.1002/9780>

