

**PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM
MENGGUNAKAN METODE BRANCH AND CUT DAN ALGORITMA
CLARKE AND WRIGHT UNTUK MENENTUKAN RUTE
PENDISTRIBUSIAN GAS LPG**

SKRIPSI

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



Oleh:

**RIKA EMILIYA
NIM. 08011381520066**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM
MENGGUNAKAN METODE BRANCH AND CUT DAN ALGORITMA
CLARKE AND WRIGHT UNTUK MENENTUKAN RUTE
PENDISTRIBUSIAN GAS LPG

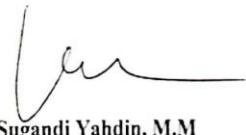
SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika

Oleh

RIKA EMILIYA
NIM. 08011381520066

Pembimbing Pembantu


Drs. Sugandi Yahdin, M.M.
NIP. 19580727 198603 1 003

Indralaya, Juli 2019
Pembimbing Utama


Evi Yuliza, M.Si
NIP.19780727 200801 2 012



Scanned with
CamScanner

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto :

“Tidak Ada Rasa Bangga Tanpa Usaha. Tidak Ada Rasa Puas Tanpa Kerja Keras. Karena Sukses Kamu Tergantung Usaha Kamu.”

(Merry Riana)

“Barang Siapa Menelusuri Jalan Untuk Mencari Ilmu Padanya, Allah Akan Memudahkan Baginya Jalan Menuju Surga.”

(HR. Muslim)

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- **Allah SWT**
- **Kedua Orang Tuaku Tercinta**
- **Seluruh Keluarga Besarku**
- **Semua Guru dan Dosenku**
- **Sahabat-Sahabatku**
- **Almamater Kebanggaanku**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Menggunakan Metode Branch and Cut dan Algoritma Clarke and Wright untuk Menentukan Rute Pendistribusian Gas LPG.”**

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabatnya, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Matematika di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mempersesembahkan skripsi ini khusus untuk orang tua tercinta Bapak **Kopli**, dan Ibu **Rusnayati** yang telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, serta dukungan yang sangat berharga berupa motivasi, do'a yang tulus ikhlas, perhatian, semangat, serta material untuk penulis selama ini. Skripsi ini dapat selesai tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Ibu **Evi Yuliza, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan

pengarahan dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Pembimbing Kedua sekaligus Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ide pemikiran, motivasi, nasihat, tenaga dan waktu luang untuk membimbing serta mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran dan pengertian dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak **Alfensi Faruk, M.Sc**, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis selama menjalani perkuliahan di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc**, Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** dan Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si**, selaku dosen pembahas dan penguji yang telah memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh **Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan, dan nasihat selama penulis menjalani perkuliahan.
7. **Keluarga Besarku** yang telah memberikan dukungan, nasehat, motivasi dan do'a kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

8. Kedua Saudara Perempuanku **Rani Anggraini** dan **Dyah Islamiati**, serta untuk **kak Fandy** orang yang selalu mendukungku dan memberi semangat dalam penulisan skripsi ini.
9. Teman seperjuanganku **Nurnajmiyanti**, **Riska Wulandari**, **Rama Yanti**, **Della Dwi Lestari**, **Amalia**, **Puteri Anggieta Cahyani**, **Widya Rahma Yunita**, dan **Elsa Kurniati**.
10. Teman-teman yang selalu setia bersama mengerjakan tugas akhir, memberikan semangat dan nasihat dalam menyelesaikan skripsi **Khairun Nissak**, **Okta Fiany**, **Bebby Febrika Putri**, dan **Putri Aminah Zuhkiyah**.
11. Teman-teman satu angkatan 2015, kakak tingkat angkatan 2014, 2013 dan 2012 serta adik tingkat angkatan 2016, 2017, 2018.
12. **Pak Iwan** dan **Ibu Hamida** yang telah bersabar dalam membantu dan mengarahkan penulis.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat berguna dalam menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb,

Indralaya, Juli 2019

Penulis

The Solution of *Capacitated Vehicle Routing Problems* using the *Branch and Cut*
Method and the *Clarke and Wright* Algorithm to Determine the Distribution Route
of LPG Gas

By :

RIKA EMILIYA
08011381520066

ABSTRACT

The problem of finding the optimal vehicle route or Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) is a problem that discusses how to choose a number of routes that must be passed by a number of transport vehicles in the process of distributing goods that combine customer demand with regard to transport capacity. Capacitated Vehicle Routing Problem is designed the optimal delivery route where each vehicle only takes one route, each vehicle has the same characteristics, each customer has a request and there is only one depot. Based on the Branch and Cut method, the LPG gas distribution route at PT. Lebong Terang as follows: 0-5-11-0, 0-3-13-0, 0-17-15-0, 0-2-20-0, 0-8-10-0, 0-14-18-0, 0-19-21-0, 0-22-23-0, 0-4-16-0, 0-7-9-0, 0-12-1-0, 0-24-0, and 0-6-0 with a total distance of 145.99 km. While using the Clarke and Wright algorithm, the gas distribution route obtained at PT. Lebong Terang as follows: 0-4-16-0, 0-3-13-9-0, 0-10-12-0, 0-5-19-0, 0-2-11-23-21-0 , 0-8-14-0, 0-17-20-0, 0-1-0, 0-6-0, 0-7-0, 0-15-0, 0-18-0, 0-22 -0, and 0-24-0 with a total distance of 151.94 km.

Key Words : Capacitated Vehicle Routing Problem, Branch and Cut, Clarke and Wright

Pembimbing Pembantu



Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 19580727 198603 1 003

Indralaya, Juli 2019
Pembimbing Utama



Evi Yuliza, M.Si
NIP.19780727 200801 2 012



Scanned with
CamScanner

Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Menggunakan Metode Branch and Cut dan Algoritma Clark and Wright untuk Menentukan Rute Pendistribusian Gas LPG

Oleh :

RIKA EMILIYA
08011381520066

ABSTRAK

Masalah pencarian rute optimal kendaraan atau *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) merupakan permasalahan yang membahas tentang bagaimana memilih beberapa rute yang harus dilalui oleh sejumlah kendaraan pengangkut dalam proses pendistribusian barang yang mengkombinasikan permintaan pelanggan dengan memperhatikan kapasitas angkut. *Capacitated Vehicle Routing Problem* merancang rute pengiriman yang optimal di mana setiap kendaraan hanya menempuh satu rute, setiap kendaraan memiliki karakteristik yang sama, setiap pelanggan memiliki permintaan dan hanya ada satu depot. Berdasarkan metode *Branch and Cut* diperoleh rute pendistribusian gas LPG pada PT. Lebong Terang sebagai berikut : 0-5-11-0, 0-3-13-0, 0-17-15-0, 0-2-20-0, 0-8-10-0, 0-14-18-0, 0-19-21-0, 0-22-23-0, 0-4-16-0, 0-7-9-0, 0-12-1-0, 0-24-0, dan 0-6-0 dengan total jarak tempuh 145,99 km. Sedangkan dengan menggunakan algoritma *Clarke and Wright* diperoleh rute pendistribusian gas pada PT. Lebong Terang sebagai berikut : 0-4-16-0, 0-3-13-9-0, 0-10-12-0, 0-5-19-0, 0-2-11-23-21-0, 0-8-14-0, 0-17-20-0, 0-1-0, 0-6-0, 0-7-0, 0-15-0, 0-18-0, 0-22-0, dan 0-24-0 dengan total jarak tempuh 151,94 km.

Kata kunci : Capacitated Vehicle Routing Problem, Branch and Cut, Clarke and Wright

Pembimbing Pembantu

Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 19580727 198603 1 003

Indralaya, Juli 2019
Pembimbing Utama

Evi Yuliza, M.Si
NIP.19780727 200801 2 012



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Graf.....	5
2.2 <i>Vehicle Routing Problem</i>	7
2.3 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i>	8
2.4 Metode <i>Branch and Cut</i>	11
2.5 Algoritma <i>Clarke and Wright</i>	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat.....	13
3.2 Waktu.....	13
3.3 Metode Penelitian.....	13

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data.....	15
4.2 Pendefinisian Variabel dan Parameter.....	19
4.3 Penentuan Rute Distribusi Gas LPG dengan Metode <i>Branch and Cut</i>	20
4.4 Penentuan Rute Distribusi Gas LPG dengan Algoritma <i>Clarke and Wright</i>	35
4.5 Analisis Penentuan Rute Distribusi Gas LPG dengan Metode <i>Branch and Cut</i> dan Algoritma <i>Clarke and Wright</i>	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42

DAFTAR PUSTAKA.....44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pangkalan LPG 3 kg.....	15
Tabel 4.2 Matriks Jarak dari Gudang ke setiap Pangkalan (dalam Km).....	16
Tabel 4.3 Data Permintaan setiap Pangkalan.....	17
Tabel 4.4 Parameter.....	19
Tabel 4.5 <i>Saving Matrix</i>	36
Tabel 4.6 <i>Ordered Saving</i>	37
Tabel 4.7 Hasil Metode <i>Branch and Cut</i>	40
Tabel 4.8 Hasil Algoritma <i>Clarke and Wright</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Graf Sederhana dengan Delapan <i>Vertex</i> dan Dua Belas <i>Edge</i>	5
Gambar 2.2 Contoh Graf dengan Empat <i>Vertex</i> dan Enam <i>Edge</i>	6
Gambar 4.1 Pencabangan Model CVRP 3.....	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencarian rute optimal dalam kehidupan sehari-hari sangat dibutuhkan untuk meminimalkan waktu dan biaya yang dikeluarkan, terutama bagi perusahaan besar yang setiap harinya mendistribusikan hasil produknya dengan menggunakan kendaraan. Masalah pencarian rute optimal kendaraan atau *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) merupakan permasalahan yang membahas tentang bagaimana memilih beberapa rute yang harus dilalui oleh sejumlah kendaraan pengangkut dalam proses pendistribusian barang yang mengkombinasikan permintaan pelanggan dengan memperhatikan kapasitas angkut.

VRP diperkenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 pada masalah pemodelan pengiriman truk. Masalah yang diteliti yaitu, bagaimana armada truk yang homogen dapat melayani permintaan minyak dari sejumlah pompa bensin dari depot dan meminimumkan jarak tempuh. Tujuan dari optimasi ini adalah untuk menemukan himpunan rute yang mencakup n pelanggan dengan minimal jarak keseluruhan (Jepsen, *et.al*, 2011). Pada tahun 1964, Clarke & Wright menggeneralisasi masalah VRP yang diteliti oleh Dantzig dan Ramser ke masalah optimisasi linier pada masalah logistik dan transportasi. Masalah yang diteliti yaitu bagaimana melayani satu himpunan pelanggan yang tersebar di

sekitar depot menggunakan armada truk dengan berbagai kapasitas (Braekers, *et.al.*, 2015).

Masalah VRP telah mengalami perkembangan yang disesuaikan dengan masalah di dunia nyata. Suatu perusahaan menghadapi masalah rute kendaraan untuk menentukan rute optimal. VRP klasik bertujuan untuk menemukan himpunan rute kendaraan yang mulai dan berakhir di sebuah depot untuk kendaraan dengan kapasitas yang sama sehingga setiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali (Atefi, *et.al*, 2017). VRP klasik dikenal juga sebagai *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). CVRP merancang rute pengiriman yang optimal di mana setiap kendaraan hanya menempuh satu rute, setiap kendaraan memiliki karakteristik yang sama, setiap pelanggan memiliki permintaan dan hanya ada satu depot pusat untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan jumlah muatan kendaraan yang tidak melampaui kapasitas.

Ada berbagai model *Integer Linier Programming* (ILP) dari CVRP, seperti yang telah diteliti oleh Alipour (2012), Cahyaningsih dkk (2015) dan Borcinova (2017). Salah satu perbedaan utama terletak pada cara menghilangkan sub-tur, yaitu siklus yang tidak melalui depot. Borcinova (2017) menformulasikan ILP dari CVRP kemudian menyajikan formulasi *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dari CVRP (Borcinova, 2017).

Penyelesaian CVRP dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain : optimasi eksak seperti *integer programming*, pendekatan heuristik yaitu *tabu search*, algoritma *Clarke & Wright* dan metode *Cross Entropy* (CE) serta pendekatan metaheuristik. Victor (2010) membahas tentang metode *Branch and*

Cut untuk menyelesaikan permasalahan rute kendaraan berkapasitas atau CVRP. Masalah yang diteliti tentang pendistribusian busa pada pabrik Sari Guna yang bertujuan meminimalkan ongkos yang dikeluarkan dalam pendistribusian busa dengan melayani 7 konsumen yang berada di wilayah Surakarta dengan permintaan setiap konsumen diketahui dan berbeda-beda. Cacceta *et.al* (2013) menyelidiki bahwa mereduksi algoritma *Clarke and Wright* dengan pendekatan *hybrid* pada penyelesaian CVRP.

Pendistribusian produk gas LPG ke beberapa pelanggan yang ada di wilayah kota Palembang, PT. Lebong Terang diharapkan mampu untuk menciptakan kinerja pengiriman yang dapat diandalkan dalam pendistribusian produk gas. Adanya konversi minyak tanah ke gas membuat kebutuhan gas LPG terus mengalami peningkatan terutama permintaan terhadap gas LPG 3 kg bagi masyarakat kalangan menengah ke bawah (Rahmawati, 2014). Selama ini proses pendistribusian yang telah dilakukan sudah baik, namun belum maksimal yang mengakibatkan jarak pengiriman yang ditempuh cukup panjang serta mengakibatkan biaya distribusi yang lebih besar, untuk itu diharapkan perusahaan dapat memiliki perencanaan dalam menentukan jalur distribusi sehingga proses pendistribusian gas LPG dapat berjalan optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan rute pendistribusian gas LPG di PT. Lebong Terang Palembang menggunakan metode *Branch and Cut* dan algoritma *Clarke and Wright*.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Jenis kendaraan yang digunakan adalah truk ban ganda 6 roda.
2. Kapasitas kendaraan 4000 kg.
3. Jenis LPG yang didistribusikan adalah gas LPG 3 kg.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh rute optimal menggunakan metode *Branch and Cut* dan algoritma *Clarke and Wright* dalam pendistribusian gas LPG di PT. Lebong Terang Palembang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu :

1. Mendapatkan rute distribusi produk yang dilayani berdasarkan kapasitas alat angkut.
2. Dapat dijadikan sebagai informasi dan referensi bagi perusahaan dalam upaya untuk menentukan rute distribusi gas LPG di PT. Lebong Terang Palembang.
3. Mendapatkan pengalaman dan pengetahuan secara langsung dalam bidang distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldous, J. M., & Wilson, R. J. (2004). *Graph and Applications : An Introductory Approach*. London : Springer.
- Alipour, MM. (2012). A Learning Automata Based Algorithm For Solving Capacitated Vehicle Routing Problem. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 9, Issue 2, No 1, ISSN (Online) : 1694-0814 www.IJCSI.org
- Atefi.R, Salari.M, Coelho.LC, Renaud.J. (2017), The Open Vehicle Routing Problem with Decoupling Points, *European Journal of Operational Research*
- Borcinova, Z. (2017). Two Models of The Capacitated Vehicle Routing Problem. *Croatian Operational Research Review CRORR* 8, pp.463 - 469
- Braekers, K., Ramaekers, K., Nieuwenhuyse, I.V., (2015). The Vehicle Routing Problem: State of the Art Classification and Review, *Computers & Industrial Engineering*
- Cacceta, L., Alameen, M., Niby, M.A. (2013). An Improved Clarke and Wright Algorithm to Solve the Capacitated Vehicle Routing Problem, *Engineering, Technology & Applied Science Research* Vol. 3, No. 2,, pp.413-415
- Cahyaningsih, W.K, Sari .E.R, Hernawati, K. (2015). *Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat*. Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika, UNY
- Ikfan, N., & Masudin, I. (2013). Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(1), 165-178 .
- Jepsen, M.K, Pisinger D. (2011) Branch-and-cut and Branch-and-Cut-and-Price Algorithms for Solving Vehicle Routing Problems, *Technical University of Denmark*.
- Rahmawati, Puji. (2014). *Penentuan Rute Distribusi Gas LPG Di PT. Wina Putra Jaya Menggunakan Algoritma Clarke and Wright Savings*.
- Tonci Caric, Hrvoje Gold. (2008). *Vehicle Routing Problem*. University of Zagreb: In-the Croatia.

Toth, P. and Vigo, D. (2002). Models, Relaxations and Exact Approaches for The Capacitated Vehicle Routing Problem, *Discrete Applied Mathematics*, 123, hal. 487-512.

Victor. (2010). *Metode Branch-and-Cut Untuk Menyelesaikan Permasalahan Rute Kendaraan Berkapasitas.*