

**DESAIN RUTE OPTIMAL PERMASALAHAN PENGANGKUTAN  
SAMPAH DI KOTA PALEMBANG MENGGUNAKAN MODEL DEMAND  
ROBUST COUNTERPART OPEN CAPACITATED VEHICLE ROUTING  
PROBLEM WITH TIME WINDOWS AND DEADLINE  
(DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>) BERBASIS LINGO 13.0**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**



**Oleh:**

**ANI SAHARA BR.SIMANJUNTAK  
NIM 08011381621055**

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

## LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN RUTE OPTIMAL PERMASALAHAN PENGANGKUTAN  
SAMPAH DI KOTA PALEMBANG MENGGUNAKAN MODEL DEMAND  
ROBUST COUNTERPART OPEN CAPACITATED VEHICLE ROUTING  
PROBLEM WITH TIME WINDOWS AND DEADLINE (DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>)  
BERBASIS LINGO 13.0**

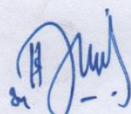
### SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

**Oleh**

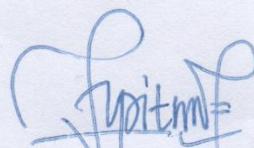
**ANI SAHARA BR.SIMANJUNTAK  
NIM 08011381621055**

**Pembimbing Kedua**



**Sisca Octarina, M.Sc.  
NIP.198409032006042001**

**Indralaya, Desember 2019  
Pembimbing Utama**



**Dr.Fitri Maya Puspita, M.Sc.  
NIP.197510061998032002**



## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

**“Ora et Labora”**

**“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan  
kepadaku”**

**(Filipi 4:13)**

Skripsi ini Kupersembahkan untuk :

- ❖ Tuhan Yesus Kristus
- ❖ Kedua Orang Tua
- ❖ Keluarga
- ❖ Dosen dan Guruku
- ❖ Sahabat-sahabatku
- ❖ Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan karunia-Nya yang luar biasa penyelesaian skripsi yang berjudul “Desain Rute Optimal Permasalahan Pengangkutan Sampah di Kota Palembang Menggunakan Model Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows And Deadline (DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>) Berbasis Lingo 13.0” dapat berjalan dengan baik dan selesai pada waktunya. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Kedua Orang Tua, yaitu **Bapak Haposan Simanjuntak** dan **Ibu Karunia Pasaribu** yang telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih saying, serta dukungan yang sangat berharga berupa doa, perhatian, motivasi dan 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 **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc** selaku Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan banyak waktu, pikiran, tenaga, memberikan arahan dan nasehat, serta motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

2. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Pembimbing Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu ditengah kesibukannya untuk membimbing pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu **Anita Desiani, M.Kom** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si**, Ibu **Indrawati, M.Si** dan Ibu **Evi Yuliza M.Si**, selaku Dosen Pembahas skripsi yang telah bersedia meluangkan waktunya dalam memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
7. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika FMIPA** Universitas Sriwijya yang telah memberikan ilmu bermanfaat, nasehat dan bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Ibu **Khamida** dan Pak **Iwan** selaku pegawai Tata Usaha Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam proses administrasi.
9. Kakak-Kakakku tersayang **Justina Murniati Simanjuntak, Jeliana Simanjuntak, Julita Simanjuntak, Tiur Panjaitan** dan Abang-Abangku tersayang **Jese Saputra Simanjuntak, Era Nomensen Hutapea, Odin**

**Wanri Sitorus** dan **Rasdi Aman Haloho** serta Adikku tersayang **Damai Oktaviani Simanjuntak.**

10. Keponakanku tersayang **Putri, Kevin, Mikhael, Raymond, Nuel** dan **Jonathan** serta **Keluarga Besarku** terima kasih untuk segala dukungan yang telah banyak diberikan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabatku **Winda, Lidia, Tiur, Sylvia, Devi, Chika, Tina, Melda, Kuan, Mesra, Dian, Melin, Bunga** dan **Angel** serta sahabat sejurusanku **Tio dan Bella** terima kasih banyak untuk semuanya, yang selalu memberikan canda tawa, selalu mendengar keluh kesahku, yang telah memberikan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Teman-temanku Buntu Angkatan 16 **Doni, Albert, Rudi, Ramson, Kevin, Tian, Agung, Meta, Jejen, Desi, Ella, Glory, Diana, Rince, Okta** dan **Sonia** terima kasih atas dukungan dan motivasi yang selalu diberikan.
13. Sahabat sekaligus keluargaku **Nanda, Simon, Erikson, Edel, Ori, Sisi, Widya, Bang Babas, Kak Gita, Punguan Tuan Somanimbil** dan **Punguan Naimarata** terima kasih atas semangat dan dukungan yang selalu diberikan.
14. Teman-temanku satu Angkatan **Bella, Tio, Priska, Bela, Karita** dan teman seperjuangan **Angkatan 2016** terima kasih atas motivasi, dukungan, dan harapan yang telah dilewati Bersama.
15. Kakak-kakak tingkat Angkatan 2014, **Kak Haryati Pane**, Angkatan 2015, **Bang Joddie Silaen**, serta adik-adik tingkat istimewa **Felia, Melisa, Grace, Wina, Chatrin, Pebriyanti** dan semua Angkatan **2017, 2018** dan **2019**.

16. Semua Pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat berguna dalam menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

Indralaya, November 2019

Penulis

**OPTIMAL ROUTE DESIGN PROBLEMS OF GARBAGE  
TRANSPORTATION IN PALEMBANG BY USED DEMAND ROBUST  
COUNTERPART OPEN CAPACITATED VEHICLE ROUTING  
PROBLEM WITH TIME WINDOWS AND DEADLINE MODELS  
(DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>) BASED ON LINGO 13.0**

**By:**

**ANI SAHARA BR.SIMANJUNTAK  
NIM 08011381621055**

**ABSTRACT**

In addition to require an optimal route, garbage transportation in Palembang at this time needs to be searched for the deadline of garbage transportation. Therefore, this research aims to find the optimal route of garbage transportation in Palembang by using the DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> method. This research, discussion of the preparation of Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows and Deadline models (DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>) and applying the DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> method in each work area of nine subdistricts in Palembang. Are conducted DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> model is a formulation of the DRC-OCVRP model with time windows and deadline added parameters. In general the result of research showed that the average distances each Working Area (WA) ranges from 10-30 km, but there exist some vehicle distances that are very far reaching 60-110 km on several WA. And The deadline for transporting garbage every time around the highway ranges from 2-5 hours, but there is a very long deadline time reaching 7-8 hours and the route of transporting garbage up to three times the transport to the Final Waste Disposal (FWD) on several WA. From the results obtained it can be concluded that the greater the distance between Temporary Waste Disposal (TWD) to TWD, FWD to TWD and the more TWD points in one WA, the greater the vehicle mileage. And The greater the distance, the volume of garbage at TWD and more TWD points in one WA, the greater the deadline for transporting garbage in one WA. The completion of DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> method in this research based on Lingo 13.0, so that the results obtained of minimum distance and minimum time.

**Keywords :** *Robust, time windows, deadline, garbage transportation, Lingo*

**DESAIN RUTE OPTIMAL PERMASALAHAN PENGANGKUTAN  
SAMPAH DI KOTA PALEMBANG MENGGUNAKAN MODEL DEMAND  
ROBUST COUNTERPART OPEN CAPACITATED VEHICLE ROUTING  
PROBLEM WITH TIME WINDOWS AND DEADLINE  
(DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>) BERBASIS LINGO 13.0**

**Oleh:**

**ANI SAHARA BR.SIMANJUNTAK  
NIM 08011381621055**

**ABSTRAK**

Selain membutuhkan rute optimal, pengangkutan sampah di Kota Palembang pada saat ini perlu dicari batas waktu pengangkutan sampah. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk menemukan rute optimal pengangkutan sampah di Kota Palembang dengan menggunakan model DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>. Dalam penelitian ini dibahas penyusunan model *Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows and Deadline* (DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>) dan mengaplikasikan model DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> pada tiap wilayah kerja di sembilan Kecamatan di Kota. Model DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> merupakan formulasi dari model DRC-OCVRP yang ditambahkan parameter *time windows* dan *deadline*. Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa rata rata jarak tempuh kendaraan tiap WK berkisar 10-30 Km, namun terdapat beberapa jarak tempuh kendaraan yang sangat jauh mencapai 60-110 Km pada beberapa WK. Dan waktu *deadline* pengangkutan sampah tiap WK rata-rata berkisar 2-5 jam, namun terdapat waktu *deadline* yang sangat lama mencapai 7-8 jam dan rute pengangkutan sampah sampai tiga kali angkut menuju TPA pada beberapa WK. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin besar jarak antar TPS ke TPS, TPA ke TPS dan semakin banyak titik TPS dalam satu WK maka semakin besar jarak tempuh kendaraan. Dan semakin besar jarak, volume sampah di TPS dan semakin banyak titik TPS dalam satu WK maka semakin besar waktu *deadline* pengangkutan sampah dalam satu WK. Penyelesaian model DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> pada penelitian ini menggunakan Lingo 13.0, sehingga diperoleh hasil berupa jarak minimum dan waktu *deadline*.

**Kata Kunci :** *Robust, time windows, deadline, Pengangkutan Sampah, Lingo*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	ii
<b>HALAMAN PERSEMPAHAN .....</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	iv
<b>ABSTRACT .....</b>	vii
<b>ABSTRAK .....</b>	ix
<b>DAFTAR ISI.....</b>	x
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	5
1.5 Manfaat .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	6
2.1 Graf .....	6
2.1.1 Graf Berbobot.....	7
2.1.2 Graf Berarah dan Graf Tak Berarah.....	7
2.1.3 Graf Lintasan.....	8
2.1.4 Derajat .....	8

2.2 <i>Linear Programming</i> (LP) .....	8
2.3 <i>Mixed Integer Linear programming</i> (MILP) .....	10
2.4 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	11
2.5 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (CVRP).....	11
2.6 <i>Open Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (OCVRP) .....	12
2.7 <i>Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (DRC-OCVRP).....	13
2.8 <i>Vehicle Routing Problem Time Windows</i> (VRPTW) dan <i>Capacitated Vehicle Routing Problem Time Windows</i> (CVRPTW) .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Tempat.....	16
3.2 Waktu .....	16
3.3 Metode Penelitian.....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
4.1 Gambaran Umum Pengangkutan Sampah di Kota Palembang.....	19
4.2 Deskripsi Data.....	20
4.3 Penyusunan Model <i>Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows and Deadline</i> (DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> ) .....	41
4.4 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Kemuning .....	43
4.5 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Sako.....	56
4.6 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Alang-Alang	

Lebar .....	58
4.7 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Gandus.....	61
4.8 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Sukarami .....	63
4.9 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Bukit Kecil .....	68
4.10 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Ilir Barat I.....	75
4.11 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Ilir Timur I.....	79
4.12 Formulasi Model DRC-OCVRP <sub>tw,d</sub> Kecamatan Ilir Timur III.....	88
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>90</b>
5.1 Kesimpulan .....	90
5.2 Saran.....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>91</b>

## **DAFTAR TABEL**

Halaman

Tabel 4.1 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume Sampah di setiap WK Kec Kemuning .....	20
Tabel 4.2 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Kemuning.....	21
Tabel 4.3 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Kemuning.....	21
Tabel 4.4 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 3 Kec Kemuning.....	21
Tabel 4.5 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 4 Kec Kemuning.....	21
Tabel 4.6 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 5 Kec Kemuning.....	22
Tabel 4.7 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 6 Kec Kemuning.....	22
Tabel 4.8 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume Sampah di setiap WK Kec Sako .....	22
Tabel 4.9 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Sako.....	23
Tabel 4.10 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Sako.....	23
Tabel 4.11 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 3 Kec Sako.....	23
Tabel 4.12 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 4 Kec Sako.....	23
Tabel 4.13 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume Sampah di setiap WK Kec Alang-Alang Lebar .....	24
Tabel 4.14 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Alang-Alang Lebar .....	25
Tabel 4.15 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Alang-Alang Lebar .....	25

Tabel 4.16 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 3	
Kec Alang-Alang Lebar .....	25
Tabel 4.17 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 4	
Kec Alang-Alang Lebar .....	25
Tabel 4.18 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume	
Sampah di setiap WK Kec Gandus .....	26
Tabel 4.19 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Gandus .....	26
Tabel 4.20 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Gandus .....	26
Tabel 4.21 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume	
Sampah di setiap WK Kec Sukarami .....	27
Tabel 4.22 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Sukarami .....	28
Tabel 4.23 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Sukarami .....	28
Tabel 4.24 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 3 Kec Sukarami .....	28
Tabel 4.25 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 4 Kec Sukarami .....	28
Tabel 4.26 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 5 Kec Sukarami .....	29
Tabel 4.27 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 6 Kec Sukarami .....	29
Tabel 4.28 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume	
Sampah di setiap WK Kec Bukit Kecil.....	29
Tabel 4.29 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Bukit Kecil .....	31
Tabel 4.30 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Bukit Kecil .....	31
Tabel 4.31 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 3 Kec Bukit Kecil .....	31
Tabel 4.32 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 4 Kec Bukit Kecil .....	32
Tabel 4.33 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 5 Kec Bukit Kecil .....	32

Tabel 4.34 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 6 Kec Bukit Kecil .....	32
Tabel 4.35 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 7 Kec Bukit Kecil .....	33
Tabel 4.36 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume Sampah di setiap WK Kec Ilir Barat I .....	33
Tabel 4.37 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Ilir Barat I.....	34
Tabel 4.38 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Ilir Barat I.....	34
Tabel 4.39 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 3 Kec Ilir Barat I.....	34
Tabel 4.40 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 4 Kec Ilir Barat I.....	34
Tabel 4.41 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 5 Kec Ilir Barat I.....	34
Tabel 4.42 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 6 Kec Ilir Barat I.....	34
Tabel 4.43 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 7 Kec Ilir Barat I.....	34
Tabel 4.44 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 8 Kec Ilir Barat I.....	34
Tabel 4.45 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume Sampah di setiap WK Kec Ilir Timur I .....	35
Tabel 4.46 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Ilir Timur I.....	37
Tabel 4.47 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Ilir Timur I.....	37
Tabel 4.48 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 3 Kec Ilir Timur I.....	37
Tabel 4.49 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 4 Kec Ilir Timur I.....	38
Tabel 4.50 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 5 Kec Ilir Timur I.....	38
Tabel 4.51 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 6 Kec Ilir Timur I.....	38
Tabel 4.52 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 7 Kec Ilir Timur I.....	38
Tabel 4.53 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 8 Kec Ilir Timur I.....	38
Tabel 4.54 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 9 Kec Ilir Timur I.....	39

Tabel 4.55 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 10 Kec Ilir Timur I.....	39
Tabel 4.56 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 11 Kec Ilir Timur I.....	39
Tabel 4.57 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 12 Kec Ilir Timur I.....	39
Tabel 4.58 Data Jenis Kendaraan, jenis TPS, Kapasitas TPS dan Volume Sampah di setiap WK Kec Ilir Timur III .....	40
Tabel 4.59 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 1 Kec Ilir Timur III .....	41
Tabel 4.60 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 2 Kec Ilir Timur III .....	42
Tabel 4.61 Jarak Antara TPA dengan TPS pada WK 3 Kec Ilir Timur III .....	43
Tabel 4.62 Jarak Tempuh dan Waktu <i>deadline</i> Kec Sako.....	56
Tabel 4.63 Jarak Tempuh dan Waktu <i>deadline</i> Kec Alang-Alang Lebar .....	58
Tabel 4.64 Jarak Tempuh dan Waktu <i>deadline</i> Kec Gandus .....	61
Tabel 4.65 Jarak Tempuh dan Waktu <i>deadline</i> Kec Sukarami .....	63
Tabel 4.66 Jarak Tempuh dan Waktu <i>deadline</i> Kec Bukit Kecil .....	68
Tabel 4.67 Jarak Tempuh dan Waktu <i>deadline</i> Kec Ilir Barat I.....	75
Tabel 4.68 Jarak Tempuh dan Waktu <i>deadline</i> Kec Ilir Timur I .....	79
Tabel 4.69 Jarak Tempuh dan Waktu <i>deadline</i> Kec Ilir Timur III.....	88

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Graf Berbobot.....	7
Gambar 2.2 Graf tak berarah.....	7
Gambar 2.3 Graf berarah.....	7
Gambar 2.4 Graf lintasan .....	8
Gambar 4.1 Jenis Tempat Sampah yang Digunakan di TPS.. .....	19
Gambar 4.2 Rute WK 1 Kec Kemuning .....	45
Gambar 4.3 Rute WK 2 Kec Kemuning Sebelum <i>Balancing</i> .....	47
Gambar 4.4 Rute WK 2 Kec Kemuning Setelah <i>Balancing</i> .....	48
Gambar 4.5 Rute WK 3 Kec Kemuning.....	50
Gambar 4.6 Rute WK 4 Kec Kemuning .....	51
Gambar 4.7 Rute WK 5 Kec Kemuning .....	53
Gambar 4.8 Rute WK 6 Kec Kemuning .....	55
Gambar 4.9 Rute WK 1 Kec Sako .....	57
Gambar 4.10 Rute WK 2 Kec Sako Setelah <i>Balancing</i> .....	57
Gambar 4.11 Rute WK 3 Kec Sako .....	57
Gambar 4.12 Rute WK 4 Kec Sako .....	58
Gambar 4.13 Rute WK 1 Kec Alang-Alang lebar .....	58
Gambar 4.14 Rute WK 2 Kec Alang-Alang lebar Sebelum <i>Balancing</i> .....	59
Gambar 4.15 Rute WK 2 Kec Alang-Alang lebar Setelah <i>Balancing</i> .....	59
Gambar 4.16 Rute WK 3 Kec Alang-Alang lebar Sebelum <i>Balancing</i> ... .....	60
Gambar 4.17 Rute WK 3 Kec Alang-Alang lebar Setelah <i>Balancing</i> .....	60

Gambar 4.18 Rute WK 4 Kec Alang-Alang lebar Sebelum <i>Balancing</i> .....	61
Gambar 4.19 Rute WK 4 Kec Alang-Alang lebar Setelah <i>Balancing</i> .....	61
Gambar 4.20 Rute WK 1 Kec Gandus .....	62
Gambar 4.21 Rute WK 2 Kec Gandus Sebelum <i>Balancing</i> .....	62
Gambar 4.22 Rute WK 2 Kec Gandus Setelah <i>Balancing</i> .....	62
Gambar 4.23 Rute WK 1 Kec Sukarami Sebelum <i>Balancing</i> .....	63
Gambar 4.24 Rute WK 1 Kec Sukarami Setelah <i>Balancing</i> .....	64
Gambar 4.25 Rute WK 2 Kec Sukarami Sebelum <i>Balancing</i> .....	64
Gambar 4.26 Rute WK 2 Kec Sukarami Setelah <i>Balancing</i> .....	64
Gambar 4.27 Rute WK 3 Kec Sukarami .....	65
Gambar 4.28 Rute WK 4 Kec Sukarami .....	65
Gambar 4.29 Rute WK 5 Kec Sukarami Sebelum <i>Balancing</i> .....	66
Gambar 4.30 Rute WK 5 Kec Sukarami Setelah <i>Balancing</i> .....	66
Gambar 4.31 Rute WK 6 Kec Sukarami Sebelum <i>Balancing</i> .....	67
Gambar 4.32 Rute WK 6 Kec Sukarami Setelah <i>Balancing</i> .....	67
Gambar 4.33 Rute WK 1 Kec Bukit Kecil Sebelum <i>Balancing</i> .....	68
Gambar 4.34 Rute WK 1 Kec Bukit Kecil Setelah <i>Balancing</i> .....	69
Gambar 4.35 Rute WK 2 Kec Bukit Kecil Sebelum <i>Balancing</i> .....	69
Gambar 4.36 Rute WK 2 Kec Bukit Kecil Setelah <i>Balancing</i> .....	69
Gambar 4.37 Rute WK 3 Kec Bukit Kecil Sebelum <i>Balancing</i> .....	70
Gambar 4.38 Rute WK 3 Kec Bukit Kecil Setelah <i>Balancing</i> .....	70
Gambar 4.39 Rute WK 4 Kec Bukit Kecil Sebelum <i>Balancing</i> .....	71
Gambar 4.40 Rute WK 4 Kec Bukit Kecil Setelah <i>Balancing</i> .....	71

Gambar 4.41 Rute WK 5 Kec Bukit Kecil Sebelum <i>Balancing</i> .....	72
Gambar 4.42 Rute WK 5 Kec Bukit Kecil Setelah <i>Balancing</i> .....	72
Gambar 4.43 Rute WK 6 Kec Bukit Kecil Sebelum <i>Balancing</i> .....	73
Gambar 4.44 Rute WK 6 Kec Bukit Kecil Setelah <i>Balancing</i> .....	73
Gambar 4.45 Rute WK 7 Kec Bukit Kecil Sebelum <i>Balancing</i> .....	74
Gambar 4.46 Rute WK 7 Kec Bukit Kecil Setelah <i>Balancing</i> .....	74
Gambar 4.47 Rute WK 1 Kec Ilir Barat I .....	75
Gambar 4.48 Rute WK 2 Kec Ilir Barat I Sebelum <i>Balancing</i> .....	75
Gambar 4.49 Rute WK 2 Kec Ilir Barat I Setelah <i>Balancing</i> .....	76
Gambar 4.50 Rute WK 3 Kec Ilir Barat I Sebelum <i>Balancing</i> .....	76
Gambar 4.51 Rute WK 3 Kec Ilir Barat I Setelah <i>Balancing</i> .....	77
Gambar 4.52 Rute WK 4 Kec Ilir Barat I .....	77
Gambar 4.53 Rute WK 5 Kec Ilir Barat I .....	78
Gambar 4.54 Rute WK 6 Kec Ilir Barat I .....	78
Gambar 4.55 Rute WK 7 Kec Ilir Barat I .....	78
Gambar 4.56 Rute WK 8 Kec Ilir Barat I .....	79
Gambar 4.57 Rute WK 1 Kec Ilir Timur I Sebelum <i>Balancing</i> .....	80
Gambar 4.58 Rute WK 1 Kec Ilir Timur I Setelah <i>Balancing</i> .....	80
Gambar 4.59 Rute WK 2 Kec Ilir Timur I Sebelum <i>Balancing</i> .....	81
Gambar 4.60 Rute WK 2 Kec Ilir Timur I Setelah <i>Balancing</i> .....	81
Gambar 4.61 Rute WK 3 Kec Ilir Timur I Sebelum <i>Balancing</i> .....	82
Gambar 4.62 Rute WK 3 Kec Ilir Timur I Setelah <i>Balancing</i> .....	82
Gambar 4.63 Rute WK 4 Kec Ilir Timur I Sebelum <i>Balancing</i> .....	83

Gambar 4.64 Rute WK 4 Kec Ilir Timur I Setelah <i>Balancing</i> .....	83
Gambar 4.65 Rute WK 5 Kec Ilir Timur I .....	83
Gambar 4.66 Rute WK 6 Kec Ilir Timur I.....	84
Gambar 4.67 Rute WK 7 Kec Ilir Timur I.....	84
Gambar 4.68 Rute WK 8 Kec Ilir Timur I Sebelum <i>Balancing</i> .....	.85
Gambar 4.69 Rute WK 8 Kec Ilir Timur I Setelah <i>Balancing</i> .....	85
Gambar 4.70 Rute WK 9 Kec Ilir Timur I Sebelum <i>Balancing</i> .....	86
Gambar 4.71 Rute WK 9 Kec Ilir Timur I Setelah <i>Balancing</i> .....	86
Gambar 4.72 Rute WK 10 Kec Ilir Timur I.....	86
Gambar 4.73 Rute WK 11 Kec Ilir Timur I.....	87
Gambar 4.74 Rute WK 12 Kec Ilir Timur I Sebelum <i>Balancing</i> .....	87
Gambar 4.75 Rute WK 12 Kec Ilir Timur I Setelah <i>Balancing</i> .....	87
Gambar 4.76 Rute WK 1 Kec Ilir Timur III .....	88
Gambar 4.77 Rute WK 2 Kec Ilir Timur III .....	88
Gambar 4.78 Rute WK 3 Kec Ilir Timur III .....	89

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kota Palembang merupakan salah satu kota metropolitan dengan penduduk yang padat di Indonesia. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) (2017), Kota Palembang memiliki luas 400,61 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 1.451.776 jiwa. Sebuah kota dengan penduduk yang cukup padat mempunyai banyak hal yang harus diperhatikan, salah satunya permasalahan sampah. Kesadaran dari warga Kota Palembang sangat diperlukan agar pengelolaan sampah efektif dan efisien. Salah satunya yaitu dengan membuang sampah pada Tempat Pembuangan Sementara (TPS) yang telah disediakan pemerintah kota. Instansi yang bertanggung jawab untuk membenahi dan mengatur permasalahan kebersihan Kota Palembang yaitu Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK).

Menurut data dari DLHK (2019) terdapat 17 kecamatan di Kota Palembang dan terdapat satu Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang aktif digunakan yaitu TPA Karya Jaya di Kecamatan Kertapati. Sistem pengangkutan sampah dari DLHK yaitu pembagian satu kecamatan menjadi beberapa wilayah kerja (WK) lalu pada setiap WK disediakan satu mobil truk yang menyelesaikan pengangkutan sampah pada WK tersebut. Truk yang disediakan pihak DLHK yaitu truk jenis *arm roll* dan *dump truck* dengan kapasitas muatan 4 ton. Truk mengangkut sampah dari TPS satu ke TPS lainnya hingga kapasitas truk penuh, kemudian truk menuju TPA Karya Jaya untuk melakukan pembuangan sampah dan pengosongan muatan truk.

Menurut Irmeilyana *et al*, (2011), permasalahan pengangkutan sampah terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu kapasitas kendaraan, volume TPS dan jarak tempuh kendaraan. Agar pengangkutan sampah efektif dan efisien tentunya truk harus melewati rute terpendek, maka digunakan model *Vehicle Routing Problem* (VRP) untuk menentukan rute optimal (Toth & Vigo, 2014). Sampah pada tiap TPS yang diangkut memiliki volume yang berbeda-beda begitu pun dengan kapasitas truk yang terbatas, sehingga dalam menentukan rute dipengaruhi oleh kapasitas sampah di TPS dan kapasitas truk. Model *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) digunakan untuk menentukan rute optimal dengan batasan kapasitas kendaraan dan kapasitas sampah di TPS (Puspita *et al*, 2018).

Truk memulai perjalanan dari TPA dan berakhir di TPA pada CVRP, sehingga rute yang terbentuk adalah rute dengan lintasan tertutup. Sedangkan pada pengangkutan sampah di Kota Palembang truk tidak harus kembali ke TPA setelah selesai mengangkut sampah. Truk dapat dibawa kembali ke salah satu rumah sopir sehingga lintasan rute yang dilalui truk menjadi lintasan terbuka. Model yang dapat digunakan untuk menentukan rute optimal dengan lintasan terbuka yaitu *Open Capacitated Vehicle Routing Problem* (OCVRP) (Irmeilyana *et al*, 2009).

*Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem* (DRC-OCVRP) merupakan model yang digunakan untuk mencari rute optimal dengan ketidakpastian data yang ada di lapangan (Puspita *et al*, 2018). Melihat kondisi di masing-masing TPS terdapat ketidakpastian data volume sampah

yaitu jumlah volume sampah di TPS setiap hari selalu berbeda, maka digunakan model (DRC-OCVRP) untuk menentukan rute optimal pengangkutan sampah.

Saat ini, pengangkutan sampah di Kota Palembang terdapat batas waktu pengangkutan sampah, maka penentuan rute optimal dengan model DRC-OCVRP dikembangkan dengan parameter tambahan yaitu *time windows* (*tw*) dan *deadline* (*d*). Menurut Fatma (2017), *time windows* merupakan gabungan waktu tempuh kendaraan dari TPS ke-*i* menuju TPS ke-*j* dan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk mengangkut sampah dari TPS ke-*i* ke kendaraan. Sedangkan *deadline* merupakan batas waktu atau pukul berapa truk harus menyelesaikan pengangkutan sampah. *Deadline* merupakan gabungan *time windows* dari semua rute perjalanan yang dilalui kendaraan.

Oleh karena itu, perlu dibentuk model *Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows and Deadline* (DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub>) untuk memenuhi kebutuhan transportasi sampah di Kota Palembang agar pengangkutan sampah efektif dan efisien. DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> merupakan model yang digunakan untuk menentukan rute optimal kendaraan dalam menyelesaikan pengangkutan sampah. Penelitian ini memformulasikan model DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> yang digunakan pada 9 kecamatan di Kota Palembang dengan menggunakan bantuan aplikasi LINGO 13.0.

## 1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini yaitu bagaimana menentukan rute optimal pengangutan sampah dengan mendesain model DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> pada setiap WK di 9 kecamatan di Kota Palembang dengan bantuan LINGO 13.0.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Jarak TPA ke TPS sama dengan jarak TPS Ke TPA dan diasumsikan kondisi jalan baik dan tidak macet. Penelitian ini dilakukan pada 9 kecamatan di Kota Palembang yaitu:
  - a. Kecamatan Kemuning
  - b. Kecamatan Sako
  - c. Kecamatan Alang-Alang Lebar
  - d. Kecamatan Gandus
  - e. Kecamatan Sukarami
  - f. Kecamatan Bukit Kecil
  - g. Kecamatan Ilir Barat I
  - h. Kecamatan Ilir Timur I
  - i. Kecamatan Ilir Timur III
2. Kapasitas semua kendaraan pengangkut sampah DLHK sama yaitu 4 ton dan kecepatan kendaraan konstan yaitu 30 km/jam. Sedangkan kecepatan petugas DLHK memindahkan sampah ke bak truk juga konstan yaitu 2 ton/jam.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan rute optimal pengangkutan sampah dengan menggunakan model DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> pada setiap WK di 9 kecamatan di Kota Palembang dengan bantuan LINGO 13.0 dengan bantuan LINGO 13.0.

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Model DRC-OCVRP<sub>tw,d</sub> dapat menjadi wawasan bagi masyarakat untuk dipahami dan diaplikasikan dalam menyelesaikan masalah pengangkutan sampah.
2. Dapat menjadi masukan bagi DLHK dalam hal pencarian rute terbaik dan waktu tercepat dalam hal pengangkutan sampah.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2017). Kota Palembang dalam Angka 2017. Palembang: Badan Pusat Statistik Kota Palembang.
- Caccetta, L. (2000). *Branch and Cut Methods for Mixed Integer Linear Programming Problems*. Kluwer Academic Publisher, Norwell.
- Damayanti, R. T. (2011). Automorfisme Graf Bintang dan Graf Lintasan. *Jurnal Cauchy*, 2, 35-40.
- DLHK. (2019). Data TPS di 17 Kecamatan Kota Palembang. Palembang: Dinas Kesehatan dan Lingkungan Hidup Kota Palembang.
- Emut, I. H., & Waryanto, N. H. (2016). Penerapan Algoritma Genetika pada Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) untuk Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman. *Jurnal Matematika*, 5, 1-16.
- Fatma, E. (2017). Penjadwalan dan Penentuan Rute Distribusi Komoditas ke Wilayah Timur Indonesia. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16, 41-49.
- Fradina, S. E., & Saptaningtyas, F. Y. (2017). Penerapan Algoritma Sweep dan Algoritma Genetika pada Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) untuk Optimasi Pendistribusian Gula. *Jurnal Matematika*, 6, 63-71.
- Irmeilyana, Puspita, F. M., & Indrawati. (2009). Analisis Model dan Solusi Eksak Open Capacitated Vehicle Routing Problem dengan Split dan Time Deadline (OCVRP-st) pada Pengangkutan Sampah di Palembang, Laporan Hibah Bersaing Tahap I, DIKTI. Universitas Sriwijaya.
- Irmeilyana, Puspita, F. M., & Indrawati. (2011). The Determination of Optimal Route of Open Capacitated Vehicle Routing Problem (OCVRP) on Garbage Transportation Model in Kecamatan Seberang Ulu II Kota Palembang. *Paper presented at the Proceeding of International Conference on Applied Analysis and Algebra (ICAAA) 2011*, Yildiz University, Istanbul.
- Irmeilyana, Puspita, F. M., Indrawati, & Aziza, 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 Sciences*, 2, 193-200.

- Musthofa, P. R., & Kuswardi, Y. (2018). Dekomposisi Graf Matahari. *Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 8, 20-30.
- Permatasari, D. I. (2017). Model Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem (DRC-OCVRP) Berbasis Lingo 13.0 pada pengoptimalan Rute Pengangkutan Sampah di Kota Palembang. *Unpublished Skripsi*, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Puspita, F. M., Cahyono, E. S., Rahayu, S., & Sintia, B. L. (2018). Model of Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem (DRC-OCVRP) Simplification by Applying Preprocessing Techniques in Rubbish Controlling in Sematang Borang District, Palembang. *E3S Web of Conferences*, 68.
- Puspita, F. M., Hartono, Y., Syaputri, N. Z., Yuliza, E., & Pratiwi, W. D. (2018). Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing (RC-OCVRP) Model in Optimization of Garbage Transportation in District Sako and Sukarami, Palembang City. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 8, 4382-4390.
- Sam, M., & Yuliani. (2016). Penerapan Algoritma Prim untuk Membangun Pohon Merentang Minimum (Minimum Spanning Tree) dalam Pengoptimalan Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Dinamika*, 7, 50-61.
- Siswanto. (2006). *Operation Research*. Jakarta: Erlangga.
- Suwarningsih, W. (2014). Simulasi Pergerakan Obyek dalam Graf untuk Optimasi Distribusi Barang Antar Kota. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* 1, 6-10.
- Toth, P., & Vigo, D. (1998). Exact Solution of The Vehicle Routing Problem. In T. G. Cranic & G. Laporte (Eds.), *Fleet Management and Logistics* (pp. 1-31). Norwell: Kluwer Academic Publisher.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). The Vehicle Routing Problem: *Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM)*.
- Toth, P., & Vigo, D. (2014). Vehicle Routing Problems, methods, and applications second edition. In. Philadelphia: *Society for Industrial and Applied Mathematics*.
- Triastuti, C. (2018). Aplikasi Teknik Preprocessing dan Teknik Probing pada Model Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem (DRC-OCVRP) pada pengangkutan Sampah di Kota Palembang. *Unpublished Skripsi*, Universitas Sriwijaya, Palembang.

Yeun, L. C., Ismail, W. R., Omar, K., & Zirour, M. (2008). Vehicle Routing Problem: Models and Solutions. *Journal of Quality Measurement and Analysis*, 4, 205-218.