

**APLIKASI ALGORITMA *BRANCH AND PRICE* DENGAN MODEL  
*SYMMETRIC CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (SCVRP)*  
UNTUK MEMINIMALKAN RUTE KENDARAAN PENGANGKUT  
SAMPAH WILAYAH ILIR TIMUR II**

**SKRIPSI**

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



**Oleh :**

**SHOFIATUSYIFA**

**NIM. 08011181520023**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**JULI 2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**APLIKASI ALGORITMA *BRANCH AND PRICE* DENGAN MODEL *SYMMETRIC CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (SCVRP)* UNTUK MEMINIMALKAN RUTE KENDARAAN PENGANGKUT SAMPAH WILAYAH ILIR TIMUR II**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**SHOFIATUSYIFA  
NIM. 08011181520023**

**Pembimbing Pembantu**



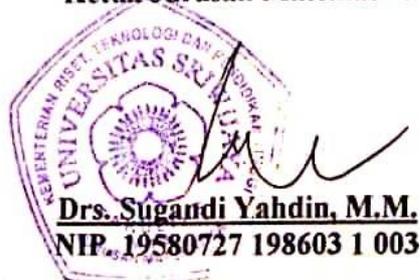
**Oki Dwipurwani, M.Si.  
NIP. 19720428 200012 2 002**

**Indralaya, Juli 2019  
Pembimbing Utama**



**Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc.  
NIP. 19751006 199803 2 002**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika**



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

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

1. Kedua Orang Tuaku
2. Keluarga Besarku
3. Semua Dosen dan Guruku
4. Sahabat-sahabatku
5. Almamaterku

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur atas kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Aplikasi Algoritma *Branch and Price* dengan Model *Symmetric Capacitated Vehicle Routing Problem (SCVRP)* untuk Meminimalkan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah Wilayah Iir Timur II**" dengan baik. 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 mempersembahkan skripsi ini khusus untuk kedua orang tua tercinta Bapak **Ahmad Hidayat** dan Ibu **Nurhamidah** yang telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, serta dukungan yang sangat berharga berupa motivasi, do'a, 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 **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikiran, serta memberikan arahan dan nasehat yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.

2. Ibu **Oki Dwipurwani, M.Si** selaku Pembimbing Pembantu yang telah banyak memberikan bimbingan, nasihat dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran kepada penulis selama mengerjakan skripsi.
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan Dosen Penguji yang telah memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi.
4. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak **Drs. Ali Amran, M.T** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan saran akademik kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
6. Ibu **Indrawati, M.Si** dan Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Dosen Penguji yang telah memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi.
7. 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.
8. **Berly Ismi Wildhani** yang telah memberikan semangat, do'a, bantuan, dan dukungan kepada penulis.
9. Sahabat-sahabatku **Rahmi, Lian, Silvia, Dwi, Niki, Nada, Rana, Jesslyn, Dinda,** dan **Cindra** yang telah memberikan semangat dan do'a kepada penulis.

10. Teman-teman **Angkatan 2015** yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis.
11. Pak **Iwan** dan Ibu **Hamidah** yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Indralaya,        Juli 2019

Penulis

**THE APPLICATION OF BRANCH AND PRICE ALGORITHM USING  
SYMMETRIC CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM  
(SCVRP) MODEL TO MINIMIZE THE ROUTE OF RUBBISH  
TRANSPORT VEHICLE OF ILIR TIMUR II AREA**

**By :**

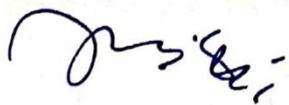
**Shofiatusyifa  
08011181520023**

**ABSTRACT**

The limited capacity of garbage transport vehicles and the lack of capacity of polling stations to collect garbage is the cause of landfill at various points. The landfill at certain points are the priority of polling stations visited first without considering the minimization of the distance. In the field there is also the use of garbage transport vehicles that overlap in the one WK (working area) that transports garbage in other WK, resulting in the route of garbage transport vehicles not being optimal. Therefore, it is necessary to optimize the route of travel that is traversed by garbage transport vehicles. The object of this research is TPS in Ilir Timur II Subdistrict. Ilir Timur II Subdistrict has seven polling stations which are divided into four WK, each WK is handled by a garbage transport vehicle. This research models the problem of garbage transport vehicle routes in the SCVRP model and is solved by the Branch and Price algorithm. Based on the results and discussion, the minimum total distance was obtained, for WK 1 was 69 km, WK 2 was 72.4 km, WK 3 was 33.8 km, and WK 4 was 72.6 km. The route of WK 1, WK 2, and WK 4 transport vehicles is optimal if handled by two garbage transport vehicles, while WK 3 is optimal if handled by a garbage transport vehicle.

**Keywords :** SCVRP, Branch and Price, Simplex Revised Method.

**Pembimbing Pembantu**



**Oki Dwipurwani, M.Si.**  
NIP. 19720428 200012 2 002

**Indralaya, Juli 2019  
Pembimbing Utama**



**Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc.**  
NIP. 19751006 199803 2 002

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika**



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

**APLIKASI ALGORITMA *BRANCH AND PRICE* DENGAN MODEL  
*SYMMETRIC CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (SCVRP)*  
UNTUK MEMINIMALKAN RUTE KENDARAAN PENGANGKUT  
SAMPAH WILAYAH ILIR TIMUR II**

Oleh :

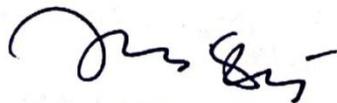
**Shofiatusyifa  
08011181520023**

**ABSTRAK**

Terbatasnya kendaraan pengangkut sampah dan kapasitas TPS yang kurang untuk menampung sampah menjadi penyebab adanya timbunan sampah di berbagai titik. Timbunan sampah di titik tertentu menjadi prioritas TPS yang dikunjungi terlebih dahulu tanpa mempertimbangkan keminimalan jarak tempuh. Di lapangan juga terjadi penggunaan kendaraan pengangkut sampah yang tumpang-tindih pada wilayah kerja satu yang mengangkut sampah di wilayah kerja lainnya, sehingga mengakibatkan rute perjalanan kendaraan pengangkut sampah tidak optimal. Oleh karena itu, perlu dioptimalkan rute perjalanan yang dilalui oleh kendaraan pengangkut sampah. Objek penelitian ini adalah TPS di wilayah Kecamatan Ilir Timur II. Kecamatan Ilir Timur II memiliki tujuh TPS yang terbagi dalam empat WK, masing-masing WK ditangani oleh satu kendaraan pengangkut sampah. Penelitian ini memodelkan masalah rute kendaraan pengangkut sampah dalam model SCVRP dan diselesaikan dengan algoritma *Branch and Price*. Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh total jarak tempuh minimal, yaitu untuk WK 1 adalah 69 km, WK 2 adalah 72,4 km, WK 3 adalah 33,8 km, dan WK 4 adalah 72,6 km. Rute perjalanan kendaraan pengangkut sampah WK 1, WK 2, dan WK 4 optimal apabila ditangani oleh dua kendaraan pengangkut sampah, sedangkan WK 3 sudah optimal apabila ditangani oleh satu kendaraan pengangkut sampah.

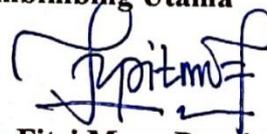
**Kata Kunci :** SCVRP, *Branch and Price*, Metode Simpleks Direvisi.

**Pembimbing Pembantu**



**Oki Dwipurwani, M.Si.**  
NIP. 19720428 200012 2 002

**Indralaya, Juli 2019  
Pembimbing Utama**



**Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc.**  
NIP. 19751006 199803 2 002

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika**



**Drs. Sugandi Yaldin, M.M.**  
NIP. 19580727 198603 1 003

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Pembatasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. <i>Linear Programming (LP)</i> .....	5
2.2. <i>Integer Linear Programming (ILP)</i> .....	7
2.3. Teori Graf.....	8
2.4. <i>Symmetric Capacitated Vehicle Routing Problem (SCVRP)</i> .....	10
2.5. <i>Branch and Price</i> .....	12
2.5.1 <i>Branch and Bound</i> .....	13

2.5.2 <i>Column Generation (CG)</i> .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Tempat .....	18
3.2. Waktu.....	18
3.3. Metode Penelitian.....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Deskripsi Data .....	20
4.2. Penyusunan Model <i>Symmetric Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (SCVRP) .....	23
4.3. Penyelesaian Model <i>Symmetric Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (SCVRP) dengan Algoritma <i>Branch and Price</i> .....	24
4.3.1 Wilayah Kerja 1 .....	24
4.3.2 Wilayah Kerja 2.....	38
4.3.3 Wilayah Kerja 3.....	43
4.3.4 Wilayah Kerja 4.....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	52
5.2. Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Pengangkutan Sampah Kecamatan Ilir Timur II.....	21
Tabel 4.2 Matriks Jarak Tempuh Kendaraan Pengangkut Sampah Kecamatan Ilir Timur II.....	22
Tabel 4.3 Matriks Jarak Wilayah Kerja 1.....	25
Tabel 4.4 Matriks Jarak Wilayah Kerja 2.....	38
Tabel 4.5 Matriks Jarak Wilayah Kerja 3.....	44
Tabel 4.6 Matriks Jarak Wilayah Kerja 4.....	46
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan per Wilayah Kerja .....	51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 (a) Graf Tak-Berarah, (b) Graf Berarah .....	9
Gambar 4.1 Diagram Pohon <i>Branch and Bound</i> untuk WK 1 .....	36
Gambar 4.2 Rute Perjalanan Optimal WK 1 .....	37
Gambar 4.3 Rute Perjalanan WK 1 dalam <i>Google Maps</i> .....	37
Gambar 4.4 Diagram Pohon <i>Branch and Bound</i> untuk WK 2 .....	42
Gambar 4.5 Rute Perjalanan Optimal WK 2 .....	43
Gambar 4.6 Rute Perjalanan WK 2 dalam <i>Google Maps</i> .....	43
Gambar 4.7 Rute Perjalanan Optimal WK 3 .....	44
Gambar 4.8 Rute Perjalanan WK 3 dalam <i>Google Maps</i> .....	45
Gambar 4.9 Diagram Pohon <i>Branch and Bound</i> untuk WK 4 .....	49
Gambar 4.10 Rute Perjalanan Optimal WK 4 .....	50
Gambar 4.11 Rute Perjalanan WK 4 dalam <i>Google Maps</i> .....	50

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Adanya pertumbuhan penduduk, industrialisasi, urbanisasi, dan pertumbuhan ekonomi mengakibatkan terjadinya peningkatan volume sampah yang signifikan volume sampah khususnya di area perkotaan. Peningkatan pola konsumsi masyarakat terhadap berbagai jenis bahan pokok dan hasil teknologi juga memberikan kontribusi yang besar terhadap kuantitas sampah yang dihasilkan (Jaelani *et al.*, 2011). Kurangnya partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah rumah tangga dan kebiasaan membuang sampah sembarangan pun menjadi faktor penumpukan sampah di berbagai titik.

Sampah yang tertumpuk diangkut oleh petugas pengangkut sampah menggunakan kendaraan pengangkut sampah yang ditangani oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Palembang. Sebelum diangkut oleh petugas DLHK, masyarakat membuang sampah secara langsung ke tempat penampungan sementara (TPS) atau dengan bantuan petugas pengangkut sampah keliling milik swasta, kemudian petugas DLHK melanjutkan perjalanannya baik ke TPS lain atau pun langsung ke tempat pemrosesan akhir (TPA) sesuai dengan wilayah kerjanya.

Terbatasnya kendaraan pengangkut sampah dan kapasitas TPS yang kurang untuk menampung sampah menjadi penyebab adanya timbunan sampah di berbagai titik. Adanya timbunan sampah di titik tertentu biasanya menjadi prioritas TPS yang dikunjungi terlebih dahulu tanpa mempertimbangkan keminimalan jarak

tempuh. Di lapangan juga terjadi penggunaan kendaraan pengangkut sampah yang tumpang-tindih pada wilayah kerja satu yang mengangkut sampah di wilayah kerja lainnya, sehingga mengakibatkan rute perjalanan kendaraan pengangkut sampah tidak optimal. Oleh karena itu, perlu dioptimalkan rute perjalanan yang dilalui oleh kendaraan pengangkut sampah.

Objek penelitian ini adalah TPS di wilayah Kecamatan Ilir Timur II. Kecamatan Ilir Timur II memiliki tujuh TPS yang tersebar di empat kelurahan, yaitu Kelurahan 3 Ilir, Kelurahan 5 Ilir, Kelurahan Lawang Kidul, dan Kelurahan Sungai Buah. Terdapat dua pasar di Kecamatan Ilir Timur II, yaitu Pasar Lemabang dan Pasar Pagi Lemabang. Keberadaan pasar-pasar tersebut menjadi faktor tingginya angka sampah yang dihasilkan di wilayah ini. Sampah-sampah yang dipungut dari berbagai TPS di Kecamatan Ilir Timur II dibawa oleh kendaraan pengangkut sampah ke TPA Karya Jaya. Kendaraan pengangkut sampah di Kecamatan Ilir Timur II berupa tiga buah *dump truck* dan satu buah *arm roll*. Jenis TPS yang tersebar antara lain beton, kontainer, dan ada beberapa lokasi yang tidak memiliki TPS khusus sehingga dilakukan penyisiran. Kasus seperti ini disebut dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dimana terdapat satu TPA dan beberapa TPS yang harus dikunjungi oleh masing-masing kendaraan pengangkut sampah (Nunna, 2017).

Pada penelitian ini, diasumsikan kendaraan pengangkut sampah berasal dari TPA, lalu mengangkut sampah ke berbagai TPS sesuai dengan wilayah kerjanya, kemudian kembali lagi ke TPA. Namun, karena terbatasnya kapasitas kendaraan, maka kendaraan pengangkut sampah tidak bisa mengangkut sampah sekaligus. Kasus VRP yang dipengaruhi oleh kapasitas kendaraan disebut dengan

*Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP), dimana setiap kendaraan memiliki kapasitas terbatas yang tersedia untuk mengangkut sampah dan kapasitas setiap kendaraan diasumsikan sama (Singer, 2008).

Di Kota Palembang umumnya jalan yang dilalui kendaraan pengangkut sampah berupa jalan dua arah sehingga jarak antara satu titik *A* ke titik *B* sama dengan jarak dari titik *B* ke titik *A* (melalui jalan yang sama). Kasus CVRP seperti ini dikategorikan sebagai *Symmetric Capacitated Vehicle Routing Problem* (SCVRP), yaitu TPS di sepanjang rute dapat dikunjungi secara searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam (Toth & Vigo, 2002a).

SCVRP dapat dipandang sebagai permasalahan *Integer Linear Programming* (ILP) sehingga SCVRP dapat diselesaikan dengan beberapa algoritma diantaranya adalah *Cutting Plane* dan *Branch and Bound* (Rao, 2009). *Branch and Bound* dapat dimodifikasi strategi dasarnya dengan relaksasi *Linear Programming* (LP) dari ILP serta berfokus pada *Column Generation* (CG). Algoritma ini dinamakan algoritma *Branch and Price*. Dibandingkan dengan *Branch and Bound*, *Branch and Price* dengan metode CG efektif untuk menyelesaikan ILP berskala besar yang dalam penelitian ini berupa banyaknya pilihan rute yang akan dilalui kendaraan (Meiliana, 2012).

*Branch and Price* dapat digunakan untuk menyelesaikan beberapa masalah diantaranya optimasi masalah penjadwalan oleh Suryati & Subanar (2016), permasalahan relokasi kontainer oleh Zehendner & Feillet (2014), jadwal permainan oleh Jain *et al.* (2010), rute inventori gas alam oleh Gronhaug *et al.* (2010), rute inventori maritim oleh Hewitt *et al.* (2013). Oleh karena itu, perlu

diteliti penerapan metode *Branch and Price* dalam penentuan rute optimal kendaraan pengangkut sampah di Kecamatan Ilir Timur II.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan rute perjalanan optimal pengangkutan sampah di Kecamatan Ilir Timur II dengan menerapkan algoritma *Branch and Price* dalam model SCVRP.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan rute perjalanan optimal pengangkutan sampah di Kecamatan Ilir Timur II dengan menerapkan algoritma *Branch and Price* dalam model SCVRP.

## **1.4 Pembatasan Masalah**

Pada penelitian ini dibatasi beberapa hal, diantaranya perjalanan awal setiap kendaraan adalah TPA Karya Jaya dan berakhir di TPA Karya Jaya. Selama proses pengangkutan, lalu lintas diasumsikan lancar dan kondisi jalan bagus. Kapasitas setiap kendaraan baik berupa *dump truck* maupun *arm roll* dianggap sama, yaitu 4 ton.

## **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah untuk mengenalkan dan memperdalam pemahaman algoritma *Branch and Price* dalam model SCVRP, serta hasil dari penelitian dapat menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya. Diharapkan dengan adanya penelitian dapat menjadi bahan pertimbangan DLHK untuk memperbaiki sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Ilir Timur II.