

**PENERAPAN METODE *BRANCH AND CUT AND PRICE* TERHADAP
MODEL ASYMMETRIC CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM
DALAM MENDESAIN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH
DI KECAMATAN SAKO KOTA PALEMBANG**

SKRIPSI

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

Oleh :

Neta Asa Bela

08011181823096



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN METODE *BRANCH AND CUT AND PRICE* TERHADAP MODEL *ASYMMETRIC CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM* DALAM MENDESAIN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN SAKO KOTA PALEMBANG

SKRIPSI

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

Oleh

NETA ASA BELA

NIM. 08011181823096

Indralaya, 10 Oktober 2022

Pembimbing Kedua

Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 195807271986031003

Pembimbing Utama

Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc
NIP.197510061998032002



LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto

**“Orang yang pesimis selalu melihat kesulitan di setiap kesempatan,
tapi orang yang optimis selalu melihat kesempatan dalam setiap
kesulitan”**

Ali bin Abi Thalib

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- 1. Allah SWT**
- 2. Kedua orang tuaku yang tercinta**
- 3. Keluarga yang kusayangi**
- 4. Dosen dan Guruku**
- 5. Teman-teman seperjuangan**
- 6. Almamater**

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Penerapan Metode *Branch And Cut And Price* Terhadap Model Asymmetric Capacitated Vehicle Routing Problem Dalam Mendesain Rute Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Sako Kota Palembang”** dengan lancar dan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan para sahabat serta seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari proses pembuatan skripsi ini bukanlah akhir dari proses pembelajaran karena setelah masa ini akan ada masa lain yang diperlukan untuk selalu belajar dan berproses. Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si., M.Sc** selaku pembimbing pertama dan Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku pembimbing kedua dan dosen pembimbing akademik. Dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih sekaligus penghargaan kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Ibu **Eka Susanti, M.Sc** sebagai ketua seminar dan Ibu **Sisca Octarina, M.Sc**

sebagai sekretaris seminar, serta Ibu **Indrawati, M.Si** dan Bapak **Drs. Putra B.J. Bangun, M.Si** sebagai Dosen Pembahas skripsi.

4. Seluruh Dosen Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** selaku Pegawai Tata Usaha Jurusan Matematika.
6. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak **Joni** dan Ibu **Lindrayana** yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan serta doa dan nasihat untuk kebaikan anaknya.
7. Saudara-saudaraku, **Rahmah Vipiarta, Muhammad Asa Perkasa, dan Intan Citra Attariq** serta keluargaku atas dukungan, perhatian serta kasih sayangnya selama ini.
8. Teman-temanku **Alfia Revanti, Neta Asa Bela, Ilham Tri Wibowo, Teddi Pranata, Ririn Sagita, Desi Herlina Saraswati** dan **Sukmalina** yang selalu memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis
9. Serta semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Semoga kebaikan semua pihak yang membantu dibalas oleh Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi Mahasiswa/Mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

Indralaya, 6 September 2022

Penulis

**APPLICATION OF BRANCH AND CUT AND PRICE METHOD TO THE
ASYMMETRIC CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM
MODEL IN DESIGNING WASTE TRANSPORTATION ROUTES IN
SAKO DISTRICT PALEMBANG CITY**

By :
Neta Asa Bela
08011181823096

ABSTRACT

Sako District has experienced an increase in population in recent years. This increases the number of waste problems along with the increasing number of residents in Sako District. Garbage can come from households, traditional markets, and public facilities. One of the efforts to solve the waste problem can be done by choosing the shortest route for disposing of waste so that the waste disposal process is faster and more efficient. The Branch and Cut and Price method is an exact method that can be used to solve the waste problem using the Asymmetric Capacitated Vehicle Routing Problem (ACVRP) model. The waste transportation route in Sako District obtained using the Branch and Cut and Price method on the ACVRP model, namely for WK I the route is TPA → Jl. Perjuangan → TPA, TPA → Komplek Perumahan Putri Sukamaju → TPA, TPA → Belakang Pasar Satelit Murni → TPA, TPA → Depan Jl. Gotong Royong 2 → Komplek Vila Kenten → TPA, TPA → Ganda Subrata Depan Perumahan Yuka → Jl. Kompleks BSD → TPA, for WK II the route is TPA → Jl. Siaran → Simpang Jl. Lebak Murni → TPA, TPA → Jl. Sematang Borang → TPA, TPA → Komplek Perumahan Pusri Sako → TPA, for WK III the route is TPA → Depan Simpang Jl. Gotong Royong 4 → TPA, TPA → Jl. RH. Amaludin → Jl. Mangku Negara → TPA, TPA → Pasar Griya Musi Sako → Depan Lorong Candra Kuburan Cina → TPA, TPA → Jl. Musi Raya Utara → TPA, TPA → Jl. Musi Raya Timur → TPA, TPA → Jl. Musi Raya Barat → TPA, and for WK IV the route is TPA → Simpang Jl. Lebak Murni → TPA.

Keywords: Garbage, ACVRP, Shortest Route ,Branch and Cut and Price, Sako District

**PENERAPAN METODE *BRANCH AND CUT AND PRICE* TERHADAP
MODEL ASYMMETRIC CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM
DALAM MENDESAIN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH
DI KECAMATAN SAKO KOTA PALEMBANG**

Oleh :

Neta Asa Bela

08011181823096

ABSTRAK

Kecamatan Sako mengalami kenaikan jumlah penduduk pada beberapa tahun belakang. Hal ini berpotensi menambah jumlah permasalahan sampah seiring dengan naiknya jumlah penduduk di Kecamatan Sako. Sampah dapat berasal dari rumah tangga, pasar tradisional, dan fasilitas umum. Salah satu upaya untuk menyelesaikan permasalahan sampah dapat dilakukan dengan penentuan rute terpendek pengangkutan sampah sehingga waktu proses pengangkutan sampah lebih cepat dan efisien. Metode *Branch and Cut and Price* merupakan salah satu metode eksak yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan sampah dengan model *Asymmetric Capacitated Vehicle Routing Problem* (ACVRP). Rute pengangkutan sampah di Kecamatan Sako yang diperoleh dengan menggunakan metode *Branch and Cut and Price* pada model ACVRP yaitu untuk Wilayah Kerja (WK) I rutenya adalah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) → Jl. Perjuangan → TPA, TPA → Komplek Perumahan Putri Sukamaju → TPA, TPA → Belakang Pasar Satelit Murni → TPA, TPA → Depan Jl. Gotong Royong 2 → Komplek Vila Kenten → TPA, TPA → Ganda Subrata Depan Perumahan Yuka → Jl. Kompleks BSD → TPA, untuk WK II rutenya adalah TPA → Jl. Siaran → Simpang Jl. Lebak Murni → TPA, TPA → Jl. Sematang Borang → TPA, TPA → Komplek Perumahan Pusri Sako → TPA, untuk WK III rutenya adalah TPA → Depan Simpang Jl. Gotong Royong 4 → TPA, TPA → Jl. RH. Amaludin → Jl. Mangku Negara → TPA, TPA → Pasar Griya Musi Sako → Depan Lorong Candra Kuburan Cina → TPA, TPA → Jl. Musi Raya Utara → TPA, TPA → Jl. Musi Raya Timur → TPA, TPA → Jl. Musi Raya Barat → TPA, dan untuk WK IV rutenya adalah TPA → Simpang Jl. Lebak Murni → TPA.

Kata kunci: Sampah, ACVRP, Rute Terpendek, Branch and Cut and Price,
Kecamatan Sako

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Neta Asa Bela

NIM : 08011181823096

Jurusan : Matematika

Menyatakan dengan ini saya bersungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Penerapan Metode *Branch And Cut And Price* Terhadap *Model Acymmetric Capacitated Vehicle Routing Problem* Dalam Mendasain Rute Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Sako Kota Palembang” merupakan karya yang saya susun sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dari karya manapun serta saya melakukan pengutipan sesuai dengan pedoman keilmuan yang berlaku seperti tertuang dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 terkait Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila dikemudian hari terdapat pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi saya ataupun adanya pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian skripsi saya, maka saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 4 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan



Neta Asa Bela
NIM. 08011181823096

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Program Linier.....	5
2.2 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	6
2.3 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i>	7
2.4 <i>Asymmetric Capacitated Vehicle Routing Problem (ACVRP)</i> .	7
2.5 <i>Metode Branch and Cut and Price</i>	9
BAB III METODOLOGI.....	14
3.1 Tempat	14
3.2 Waktu.....	14
3.3 Metode	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1 Deskripsi Data	16
4.2 Penyelesaian Model ACVRP.....	18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5. 2 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecamatan Sako merupakan salah satu Kecamatan yang ada di Kota Palembang. Kecamatan Sako mengalami kenaikan jumlah penduduk pada beberapa tahun belakang. Jumlah penduduk di Kecamatan Sako berdasarkan data BPS (2022) dalam lima tahun terakhir adalah 91.754 penduduk pada tahun 2017, 92.301 pada tahun 2018, 93.326 pada tahun 2019, 107.724 pada tahun 2020, dan 112.633 pada tahun 2021. Hal ini tentu saja berpotensi menambah jumlah permasalahan sampah seiring dengan naiknya jumlah penduduk di Kecamatan Sako. Sampah tersebut dapat berasal dari rumah tangga dan pasar tradisional.

Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) telah berupaya menyelesaikan permasalahan sampah. Sampah dikumpulkan di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) yang ada di Wilayah Kerja (WK) kemudian diangkut oleh truk pengangkut untuk dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). TPS dapat berupa fiber, container, maupun beton dengan jumlah kapasitas yaitu fiber 3,8 ton, container 4 ton, dan beton 5 ton. Terdapat 20 TPS yang ada di Kecamatan Sako dengan jenis TPS swadaya, TPS pasar, dan TPS yang berupa timbunan sampah sementara. Jumlah sampah di Kecamatan Sako pada WK I yaitu TPS 1, 2, 3, 4, 5, 7 berjumlah 3,8 ton dan untuk TPS 6 berjumlah 5 ton, jumlah sampah pada WK II yaitu TPS 1, 2, 4 berjumlah 8 ton dan TPS 3 berjumlah 5 ton, jumlah sampah pada WK III yaitu TPS 1, 2, 3, 4, 8 berjumlah 3,8 ton dan TPS 5, 6, 7 berjumlah 5 ton, dan pada WK IV jumlah sampah pada TPS 1 adalah 3,8 ton.

Sampah dari TPS di Kecamatan Sako diangkut ke TPA Sukawinatan menggunakan truk yang telah disediakan oleh DLHK yaitu berupa *dump truck* yang berkapasitas 8 ton. Selain pengumpulan dan pengangkutan sampah, upaya untuk menyelesaikan permasalahan sampah juga dapat dilakukan dengan penentuan rute terpendek pengangkutan sampah sehingga waktu proses pengangkutan sampah lebih cepat dan efisien.

Penentuan rute dalam pengangkutan sampah merupakan salah satu contoh penerapan Model *Vehicle Routing Problem* (VRP) (Hartono, *et al.*, 2018). VRP berguna untuk menemukan rute kendaraan yang berangkat dari tempat asal ke tempat tujuan kemudian kembali lagi ke tempat asal (Altabeeb, Mohsen, and Ghallab 2019). VRP memiliki fungsi utama yaitu meminimalkan jarak untuk mengurangi biaya transportasi dengan batasan kendala kapasitas kendaraan, waktu tempuh, jumlah permintaan (Kristina, Sianturi, and Husnadi 2020). Model VRP berfokus pada satu tempat yang menggunakan kendaraan dengan kapasitas tertentu disebut dengan Model *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) (Hartono, *et al.*, 2018). Terdapat dua model model CVRP yaitu *symmetric* dan *asymmetric*. Pada keadaan riil yang ada di lapangan, perjalanan dari TPA ke TPS belum tentu sama dengan perjalanan dari TPS ke TPA, perjalanan dari TPS 1 ke TPS 2 juga belum tentu sama dengan perjalanan dari TPS 2 ke TPS 1, dan seterusnya. Sehingga permasalahan yang dihadapi termasuk ke dalam Model *Asymmetric Capacitated Vehicle Routing Problem* (ACVRP).

Model ACVRP dapat diselesaikan dengan menggunakan metode eksak atau metode heuristik. Pada penelitian ini Model ACVRP diselesaikan dengan

menggunakan metode eksak. Metode eksak yaitu metode yang memiliki kelebihan menghasilkan solusi yang eksak, sedangkan kekurangannya yaitu dibutuhkan waktu lebih lama untuk proses perhitungan. Salah satu contoh metode eksak yaitu Metode *Branch and Cut and Price*. Metode *Branch and Cut and Price* menunjukkan bahwa kombinasi antara cut dan column generation bisa lebih efektif daripada masing-masing teknik yang digunakan secara sendiri (Pecin *et al.* 2017). *Branch and Cut* mempercepat relaksasi LP dengan menambah potongan atau kendala (baris). *Branch and Price* menguatkan relaksasi LP dengan menghasilkan subset yang menguntungkan kolom yang terkait dengan variabel yang bergabung dengan basis saat ini. Kolom-kolom tersebut dihasilkan secara iteratif dengan memecahkan *sub problems* atau *pricing problems*.

Oleh karena itu penelitian ini fokus menyelesaikan Model ACVRP dengan menggunakan metode *Branch and Cut and Price* di Kecamatan Sako yang mengalami kenaikan jumlah penduduk dalam beberapa tahun terakhir. Sehingga dapat dihasilkan rute minimal pengangkutan sampah di Kecamatan Sako. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu menyelesaikan permasalahan sampah yang ada di Kecamatan Sako di Kota Palembang.

1.2 Permasalahan

Bagaimana menerapkan metode *Branch and Cut and Price* pada model ACVRP dalam menentukan rute terpendek untuk menyelesaikan permasalahan sampah di Kecamatan Sako.

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah perjalanan setiap kendaraan berawal dan berakhir di TPA Sukawinatan. Kapasitas setiap kendaraan berupa *dumptruck* atau *armroll* yaitu 8 ton.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan menghasilkan rute pengangkutan sampah di Kecamatan Sako.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan bacaan tentang penerapan metode Metode *Branch and Cut and Price* pada Model ACVRP.
2. Rute yang diperoleh pada penelitian ini dapat dijadikan bahan referensi bagi pemerintah Kecamatan Sako dalam menyelesaikan permasalahan pengangkutan sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Altabeeb, A. M., Mohsen, A. M., & Ghallab, A. (2019). An improved hybrid firefly algorithm for capacitated vehicle routing problem. *Applied Soft Computing Journal*, 84, 105728.
- Borcinova, Z., & Pesko, S. (2017). The Lexicographical Capacitated Vehicle Routing Problem. *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics* September 18-20.
- BPS. (2022). *Jumlah Penduduk Palembang (Jiwa), 2018-2020*. Available at: <https://palembangkota.bps.go.id/indicator/12/167/1/jumlah-penduduk-palembang.html> (Accessed: 07 Februari 2022) .
- Chen, Der-San, Robert G. Batson, and Yu Dang. (2010). Applied Integer Programming: Modeling and Solution. *A John Wiley & Sons, Inc., Publication*.
- Hartono, Y., Puspita, F. M., Permatasari, D. I., & Arisha, B. (2018). LINGO-based on robust counterpart open capacitated vehicle routing problem (RC-OCVRP) model of waste transportation in Palembang. *2018 International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2018*, 429–435.
- Hartono, Y., Puspita, F. M., Syaputri, N. Z., & Pratiwi, W. D. (2018). Demography Journal of Sriwijaya (DeJoS) Pengendalian Sampah Di Kecamatan Ilir Timur II Dan Kecamatan Alang-Alang Lebar Kota Palembang. 2(2), *Demography Journal of Sriwijaya (DeJoS)* Vol 2, No 2, 8–15.
- Kristina, S., Sianturi, R. D., & Husnadi, R. (2020). Penerapan Model Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Menggunakan Google OR-Tools untuk Penentuan Rute Pengantaran Obat pada Perusahaan Pedagang Besar Farmasi (PBF). *Jurnal Telematika* 15(2), 101–106.
- Leggieri, V., & Haouari, M. (2018). A matheuristic for the asymmetric capacitated vehicle routing problem. *Discrete Applied Mathematics*, 234, 139–150.
- Li, J., Li, T., Yu, Y., Zhang, Z., Pardalos, P. M., Zhang, Y., & Ma, Y. (2019). Discrete firefly algorithm with compound neighborhoods for asymmetric multi-depot vehicle routing problem in the maintenance of farm machinery. *Applied Soft Computing Journal*, 81, 105460.
- Liu, T., Luo, Z., Qin, H., & Lim, A. (2018). A branch-and-cut algorithm for the two-echelon capacitated vehicle routing problem with grouping constraints. *European Journal of Operational Research*, 266(2), 487–497.
- Lumbantoruan, J. H. (2020). *Buku Materi Pembelajaran Pemograman Linear*, In Engineering, Construction and Architectural Management (Vol. 25, Issue 1),

Jakarta, Indonesia.

- Nirwan, S., & Mubassiran. (2021). Optimasi Pengiriman Pos Dengan Melibatkan Kendaraan Sewa Menggunakan Close-Open Mixed Vehicle Routing Problem Di Postal Processing Centre Bandung 40400. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(2).
- Pecin, D., Pessoa, A., Poggi, M., & Uchoa, E. (2017). Improved branch-cut-and-price for capacitated vehicle routing. *Mathematical Programming Computation*, 9(1), 61–100.
- Puspita, F. M., Simanjuntak, A. S. B., Melati, R., & Octarina, S. (2020). Demand robust counterpart open capacitated vehicle routing problem time windows and deadline model of garbage transportation with LINGO 13.0. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 10(6), 6380–6388.
- Rehana, S., Subbaiah, K. V., & Premsai, M. (2017). Solving A Capacitated Vehicle Routing Problem Using Metaheuristic Algorithm. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)* 1, 804–808.
- Suryati, P., & Subanar. (2016). Aplikasi Penjadwalan Koas Dengan Metode Branch and Bound. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 1(2), 195–204.
- Yuliza, E., & Puspita, F. . (2019). The Branch and Cut Method for Solving Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Model of LPG Gas Distribution Routes. *Science and Technology Indonesia*, 4(4), 105.