

# OPTIMALISASI RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN METODE ALGORITMA CLARKE AND WRIGHT SAVING DI KECAMATAN SINGAPARNA TASIKMALAYA

Mamik M. Fuadi<sup>1</sup>, Wahyu Teri Aripin<sup>2</sup>, Nurhalimah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Industri STT Cipasung

Jalan Raya Cisinga KM1, Cilampunghilir, Padakembang, Tasikmalaya Regency, West Java 46466

<sup>1</sup>mamik@sttcipasung.ac.id (penulis korespondensi)

<sup>2</sup>wahyu@sttcipasung.ac.id

<sup>3</sup>nurhalimah9616@gmail.com

**Abstract**— The increase in population in Tasikmalaya Regency, especially in Singaparna District was followed by an increase in the amount of waste produced. During the research activities, the Tasikmalaya Regency Environmental Service had a problem, namely the garbage transportation route was not optimal because the garbage transport route from the Temporary Disposal Site (TPS) to the Final Disposal Site (TPA) had several routes with vehicles carrying waste that exceeded the vehicle capacity. The method used to overcome this problem uses the Clarke and Wright Saving Algorithm. The results of calculations using the Clarke and Wright Saving Algorithm show that the total distance saved for all vehicles is 69.64 Km per week and the fuel costs saved are Rp. 44,830.74 per week. The results obtained show that routes created using the Clarke and Wright Saving Algorithm produce routes and fuel costs for transporting waste that are minimum than the existing routes.

**Keywords**— Route Determination, Garbage Truck, Clarke And Wright Saving Algorithm

**Abstrak**— Peningkatan jumlah penduduk di Kabupaten Tasikmalaya, khususnya di Kecamatan Singaparna diikuti oleh peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Selama kegiatan penelitian berlangsung di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tasikmalaya memiliki permasalahan yaitu rute pengangkutan sampah yang kurang optimal karena rute pengangkutan sampah dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terdapat beberapa rute dengan kendaraan yang mengangkut sampah melebihi kapasitas kendaraan. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut menggunakan metode Algoritma Clarke and Wright Saving. Hasil perhitungan menggunakan metode Algoritma Clarke and Wright Saving didapatkan total jarak penghematan untuk semua kendaraan 69,64 Km perminggu dan biaya bahan bakar yang dihemat Rp. 44.830,74 perminggu. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rute yang dibuat menggunakan metode Algoritma Clarke and Wright Saving menghasilkan rute dan biaya bahan bakar pengangkutan sampah yang lebih minimum daripada rute eksisting.

**Kata kunci**— Penentuan Rute, Truk Sampah, Algoritma Clarke And Wright Saving

## I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Berdasarkan definisi tersebut, pola pengelolaan sampah tidak lagi dilakukan secara *end of pipe* tetapi pengelolaan menghendaki adanya upaya pro aktif untuk dapat mengurangi sampah pada setiap penanganannya sebelum diangkut ke TPA (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tasikmalaya : 2016).

Menurut Sri Andayani (2014), salah satu strategi untuk meningkatkan kualitas pengelolaan sampah adalah pendistribusian

sampah yang terkoordinasi dengan baik. Distribusi sampah merupakan komponen penting dari tindakan yang dilakukan oleh badan pemerintah atau bisnis tertentu untuk mendistribusikan barang atau jasa. Masalah distribusi sampah mencakup berbagai faktor utama, seperti rute kendaraan, kendaraan untuk mengurangi biaya distribusi, dan agar pengumpulan sampah dapat diperluas dengan menggunakan armada kendaraan yang kecil.

Menentukan jalur pengumpulan sampah merupakan salah satu masalah yang terkait dengan distribusi sampah. Jarak tempuh keseluruhan armada akan bergantung pada pilihan rute yang dibuat oleh kendaraan. Setiap klien dilayani tepat satu kali sepanjang

rute, dan kapasitas yang diangkut selama setiap rute tidak lebih besar dari kapasitas maksimum kendaraan pengangkut. Fitur-fitur ini menggambarkan tantangan dalam menetapkan rute pengumpulan sampah. Oleh karena itu, rute yang paling sesuai dengan kriteria masalah pemilihan rute pengumpulan sampah adalah rute yang optimal.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya 2017, Kabupaten Tasikmalaya merupakan salah satu kabupaten yang jumlah penduduknya dari tahun ke tahun mengalami peningkatan 0,23% pertahunnya. Jumlah penduduk yang semakin meningkat, berakibat konsumsi masyarakat melonjak, sehingga akan mengakibatkan jumlah sampah meningkat pula.

Wakil Bupati Kabupaten Tasikmalaya Tahun 2018, menyatakan bahwa meningkatnya sampah harus diimbangi dengan proses pengelolaan sampah yang baik oleh pemerintah, akan tetapi penanganan persampahan sampai dengan saat ini baru mencapai 33,33% dengan wilayah yang dilayani sebanyak 13 kecamatan dari 39 kecamatan, salah satunya Kecamatan Singaparna.

Kecamatan Singaparna merupakan kecamatan terpadat dengan rata-rata kepadatan 2.712 jiwa setiap kilometer persegi. (BPS Kabupaten Tasikmalaya, 2017). Padatnya penduduk akan meningkatkan pula jumlah volume sampah di Kecamatan Singaparna. Berdasarkan hasil rekap di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tasikmalaya, jumlah volume sampah Kecamatan Singaparna Tahun 2017 adalah 172 m<sup>3</sup>/hari sedangkan pada tahun 2018 mencapai 183 m<sup>3</sup>/hari.

Kondisi ini membuat Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Tasikmalaya harus menyiapkan infrastruktur pengangkutan sampah yang mencukupi dan memadai, agar pengangkutan sampah bisa >33,33%. Namun, berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tasikmalaya bahwa jumlah ketersediaan prasarana pengangkutan sampah di Kecamatan Singaparna hanya mampu melayani 58.297 jiwa dari jumlah penduduk keseluruhan 71.094 jiwa, karena fasilitas truk pengangkut sampah yang tersedia hanya terdapat 3 unit *Dump Truck* dengan kapasitas 7 m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil observasi di kecamatan Singaparna permasalahan yang

teridentifikasi yaitu rute pengangkutan sampah yang kurang optimal seperti rute pengangkutan sampah dari TPS ke TPA terdapat beberapa rute dengan kendaraan yang mengangkut sampah melebihi kapasitas kendaraan sehingga terdapat beberapa wilayah pelayanan yang tidak terlayani, dan pada proses pengangkutan sampah dari TPS ke TPA dimana proses tersebut merupakan proses yang paling membutuhkan waktu dikarenakan volume sampah di TPS yang berbeda-beda maka dengan kendaraan yang terbatas akan membutuhkan waktu pengangkutan yang lama. Kendala tersebut dikarenakan belum adanya suatu metode untuk penentuan rute angkut pada jenis kendaraan *dump truck*. Oleh karena itu, rute dan sarana pengangkutan yang ada haruslah dilakukan evaluasi kembali untuk mendapatkan rute terbaik dan sistem pengangkutan yang baik dengan meminimalisir jarak dan biaya sehingga menghasilkan rute pengangkutan sampah akan lebih optimal.

## II. LANDASAN TEORI

### 1. Pengertian Sampah

Sampah didefinisikan oleh Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah sebagai hasil sampingan padat dari kegiatan manusia biasa dan/atau proses alam. Oleh karena itu, sampah yang memerlukan pengelolaan khusus karena sifat, konsentrasi, atau volumenya inilah yang dimaksud dengan "sampah khusus". Sebaliknya, limbah didefinisikan sebagai bahan sisa yang tidak memiliki nilai ekonomis oleh Hadiwiyoto (1983:12). Definisi ini mencakup barang-barang yang tidak lagi digunakan (barang bekas) serta barang-barang yang telah mengambil fungsi utamanya. Limbah adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan bahan tidak berguna yang dibuang dengan cara yang tidak ramah lingkungan.

Limbah didefinisikan sebagai bahan yang tidak memiliki nilai atau tidak berharga untuk penggunaan biasa atau khusus dalam produksi atau penggunaan; komoditas rusak atau cacat selama pembuatan; atau bahan surplus atau terbuang, menurut Basriyanta (2007:17). Sedangkan definisi dari Tim Penulis Penebar Swadaya (2008: 6) sampah adalah zat yang terbuang atau dibuang dari sumbernya sebagai akibat proses manusia

dan alam tetapi belum memiliki nilai ekonomis.

Walaupun banyak ahli lain yang menyarankan pembatasan lain, umumnya mereka semua mengikuti pedoman yang sama (Saputro: 1983), yaitu:

1. keberadaan suatu benda, entitas, atau materi
2. Terkait dengan perbuatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung
3. Bahan/item yang tidak digunakan, tidak menarik bagi pengguna, dan dibuang dengan cara yang dapat diterima (memerlukan pengelolaan yang tepat).

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, asal timbulan sampah adalah sumber timbulan sampah. Tchobanoglous (1977:51) menyebutkan bahwa sumber sampah antara lain pemukiman, perdagangan, perkantoran/pemerintahan, bisnis, ruang terbuka/taman, pertanian, dan perkebunan.

Menurut Prihandarini (2004:11), sampah dibagi menjadi dua kategori utama menurut sumbernya, yaitu:

1. Limbah Domestik, atau limbah yang dihasilkan sehari-hari sebagai akibat langsung dari aktivitas manusia, seperti limbah dari rumah, pasar, sekolah, tempat berkumpulnya orang banyak, pemukiman, dan rumah sakit.
2. Sampah nondomestik, atau sampah yang dihasilkan setiap hari oleh aktivitas manusia seperti yang berhubungan dengan pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, kehutanan, transportasi, dan lain sebagainya.

SNI 19-3983-1995 mencatat dari mana asal sampah tersebut:

1. Perumahan, meliputi perumahan permanen, semi permanen, dan sementara.
2. Fasilitas yang bukan rumah tinggal, seperti perkantoran, toko retail, pasar, sekolah, dan tempat ibadah, serta jalan raya, penginapan, rumah makan, tempat usaha, rumah sakit, dan bangunan umum lainnya.
3. Arti Optimasi

Menurut Sagara, dkk (2005), definisi optimal yaitu tertinggi, paling baik, sempurna, terbaik, paling menguntungkan. Mengoptimalkan berarti menjadikan sempurna, menjadikan paling tinggi, menjadikan paling maksimal. Optimalisasi berarti proses mengoptimalkan atau proses menjadikan sempurna, menjadikan paling

tinggi, menjadikan paling maksimal. Apabila dikaitkan dengan rute, maka optimalisasi rute berarti proses ataupun cara menjadikan rute paling baik sehingga akan menguntungkan jika rute tersebut diterapkan.

Contoh optimalisasi antara lain optimalisasi pengepakan silinder dalam kontainer dengan menggunakan algoritma genetika, sehingga diperoleh ruang sisa minimum. Untuk menghemat biaya pengiriman barang perusahaan berusaha mengoptimalkan armada pengiriman dengan memaksimalkan daya angkut. Oleh karena itu, suatu industri diharapkan dapat mengoptimalkan pengepakan barang dalam alat transportasi pengangkutan barang sehingga barang yang diangkut dapat maksimal dan dapat meminimalkan jumlah kendaraan alat pengangkut. Penerapan optimalisasi adalah dengan cara memaksimalkan pengisian kontainer. Untuk mendapatkan pengisian maksimum maka difokuskan pada kapasitas berat dan volume dari kontainer (Prasetaningrum, 2010).

#### 4. Permasalahan *Routing Problem*

Permasalahan *Vehicle Routing*, yang lebih dikenal dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dalam literatur riset operasi, adalah permasalahan umum untuk mencari rute kendaraan yang optimal, di mana masing-masing kendaraan berangkat dari suatu depo untuk melayani beberapa pelanggan pada tempat-tempat tertentu dan kembali lagi ke depo semula. Jenis pelayanan yang umum dikaji dalam permasalahan ini adalah pengiriman barang dari depo ke pelanggan. VRP telah dipelajari secara ekstensif sejak Dantziq dan Ramser (1959) menulis tentang '*truck dispatching proble*' (permasalahan pengiriman truk) dan memiliki peran yang penting dalam bidang distribusi barang dan logistik (Laporte, 1992)

Fisher mendefinisikan VRP sebagai upaya menemukan penggunaan yang paling efektif dari beberapa kendaraan yang harus berkendara ke berbagai lokasi untuk mengantarkan dan/atau mengambil individu atau barang. Pelanggan adalah mereka yang berhenti untuk mengantarkan dan/atau mengambil produk dan/atau orang. Satu kendaraan harus digunakan untuk melayani setiap pelanggan. Untuk menghemat biaya, kapasitas kendaraan dalam satu angkutan diperhitungkan saat memilih kombinasi kendaraan-pelanggan. Jarak minimum dan biaya minimum seringkali terkait erat.

Traveling Salesman Problem (TSP) dan Bin Packing Problem (BPP) adalah dua masalah pengoptimalan lainnya yang dapat digabungkan untuk membentuk VRP. Berikut ini adalah deskripsi BPP: Diberikan angka yang mewakili jumlah benda dan konstanta  $K$  yang menunjukkan kapasitas tempat sampah. Berapa jumlah minimum tempat sampah yang dibutuhkan? Secara alami, setiap nampan hanya dapat menampung satu barang, dan kapasitas gabungan dari semua objek di setiap nampan tidak boleh lebih besar dari kapasitas nampan itu. TSP, sebaliknya, melibatkan dilema dengan seorang salesman yang ingin pergi ke banyak kota. Setiap kota harus dikunjungi hanya sekali, dimulai dan diakhiri di kota pertama. Menemukan rute terpendek di semua kota yang ada adalah inti masalahnya. Untuk menghubungkan mobil ke konsumen menggunakan BPP dan melengkapi urutan kunjungan kendaraan ke setiap pelanggan menggunakan TSP, ada hubungan antara keduanya dalam konteks VRP. Solusi grafik untuk masalah VRP ditunjukkan pada Gambar 10. Node 0 dalam diagram singkatan dari depot (tempat asal), dan node 1 sampai 10 untuk konsumen.

Menurut Afrianita (2011), kendala - kendala yang mempengaruhi munculnya variasi VRP seperti dibawah ini:

1. *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*: VRP dengan kendala kapasitas kendaraan.
2. *Multiple Depots Vehicle Routing Problem (MDVRP)*: VRP dengan lebih dari satu depot yang dapat emelayani pelanggan.
3. *Split Deliveries Vehicle Routing Problem (SDVRP)*: VRP dengan kondisi pengiriman barang ke pelanggan bisa dilakukan lebih dari satu kali pelayanan.
4. *Vehicle Routing Problem with Backhauls (VRPB)*: VRP dimana pelanggan dapat melakukan permintaan pengiriman atau pengambilan sejumlah barang. Dalam setiap rute kendaraan, pengambilan dilakukan setelah semua pengiriman/pengangkutan barang telah selesai.
5. Metode Algoritma *Clarke and Wright Saving Heuristic*

Masalah rute kendaraan yang berbeda, terkadang dikenal sebagai "masalah rute kendaraan klasik", diselesaikan oleh Clarke dan Wright pada tahun 1964 dengan penerbitan sebuah algoritme. Algoritma ini didasarkan pada sesuatu yang dikenal

sebagai ide penghematan. Berikut karakteristik masalah perutean kendaraan yang ingin diatasi oleh algoritme ini. Mengirimkan produk yang diminta ke konsumen dari depot diperlukan. Berbagai kendaraan telah diberikan untuk sarana pengangkutan barang-barang tersebut, yang masing-masing memiliki kapasitas tertentu tergantung pada barang yang diangkut. Setiap kendaraan yang digunakan untuk mengatasi masalah ini harus mengikuti jalur yang telah ditentukan yang dimulai dan diakhiri di depot tempat produk dikirimkan ke satu atau lebih klien.

Masalahnya adalah mencari tahu bagaimana mendistribusikan konsumen di antara rute yang ada, urutan rute yang dapat dikunjungi setiap pelanggan di sepanjang rute yang ditentukan, dan jumlah kendaraan yang dapat menempuh setiap rute. Menemukan solusi yang mengurangi keseluruhan biaya pembiayaan mobil adalah tujuannya. Selain itu, seluruh permintaan pada setiap rute harus memenuhi kapasitas kendaraan, dan setiap pelanggan hanya boleh dikunjungi sekali, selama jumlah yang diperlukan dipasok.

Harga mendapatkan dari satu tempat ke tempat lain menentukan berapa biaya kendaraan. Dua rute yang menghubungkan kedua tempat tersebut tidak serta merta membutuhkan pembiayaan yang sama. Gagasan di balik strategi penghematan biaya ini adalah menghemat uang dengan menggabungkan dua rute menjadi satu.

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Singaparna Kabupaten Tasikmalaya. Selama kegiatan penelitian berlangsung di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tasikmalaya memiliki permasalahan yaitu rute pengangkutan sampah yang kurang optimal karena rute pengangkutan sampah dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terdapat beberapa rute dengan kendaraan yang mengangkut sampah melebihi kapasitas kendaraan. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut menggunakan metode Algoritma *Clarke and Wright Saving*.

### IV. HASIL PENELITIAN

Pengangkutan sampah dilakukan secara door to door menggunakan dump truck

berkapasitas 7 m<sup>3</sup>. Pada jadwal angkutan pagi pukul 07.00 WIB truk mengangkut satu trayek putaran. Ada 3 unit dump truck yang digunakan untuk mengangkut sampah. Setiap truk sampah memiliki rute yang berbeda.

A. Wilayah Pelayanan

Wilayah pelayanan Kecamatan Singaparna terdiri dari 3 wilayah yaitu sebagai berikut:

1. Wilayah pelayanan Kecamatan Singaparna truk I terdiri dari 28 wilayah pelayanan dengan rute pengangkutan yang berbeda setiap harinya sesuai jadwal pengangkutan yang telah ditentukan. Wilayah pelayanan Truk I ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1** WILAYAH PELAYANAN KECAMATAN SINGAPARNA TRUK I

No	Wilayah Pelayanan
1	Alun-alun
2	Jl. Raya Timur Singaparna No.78 (Cikiray,Legok oncom, kudang)
3	Pasar Kudang
4	Jl. Raya Pemda (Ciseda)
5	Jl. KHZ Mustofa (Cariwuh)
6	Jl.Perikanan Darat No.123 (Kokol)
7	Jl.Perikanan Darat No.4 (Kongsi)
8	Jl.Uoh Syarifudin (Cisaro)
9	Cipasung
10	Pasar Singaparna
11	Bojong Koneng
12	Jl. Kalawagar
13	Jl.Sukahaji
14	Kebon Salak
15	Jl. Pasar Baru
16	Jl. Pancawarna No.10
17	Jl.Cimanglid
18	Jl. Raya Timur Cintaraja
19	Gunung Kawung
20	Jl.Raya Barat Cimerah No.136 (Kaum)
21	Ciputri
22	Rancamaya
23	Cintawana
24	Badak Paeh
25	Rujak Gedang
26	Borolong
27	Cikunir
28	Cikadongdong

2. Wilayah pelayanan Kecamatan Singaparna Truk II terdiri dari 7 wilayah pelayanan dengan jadwal pengangkutan 3 kali 1 minggu. Berikut wilayah pelayanan Truk II:

**Tabel 2** WILAYAH PELAYANAN KECAMATAN SINGAPARNA TRUK II

No	Wilayah Pelayanan
1	Bojong Koneng
2	Jl. Babakan Karang
3	Jl.Panyingkiran No.47 (Kantor Pos)
4	Pasar Kudang

5	Jl. Raya Timur Cintaraja
6	Cikadongdong
7	Jl Cimanglid

3. Wilayah pelayanan Kecamatan Singaparna truk II terdiri dari 7 wilayah pelayanan dengan jadwal pengangkutan 2 kali 1 minggu. Berikut wilayah pelayanan Truk III:

**Tabel 3** WILAYAH PELAYANAN KECAMATAN SINGAPARNA TRUK III

No	Wilayah Pelayanan
1	Jl. Raya Pemda (Ciseda)
2	Jl. KHZ Mustofa (Cariwuh)
3	Jl. Uoh Syarifudin (Cisaro)
4	Kebon Salak

Lokasi pangkalan (pangkalan truk) pengangkut sampah Kabupaten Tasikmalaya berada di Dinas Lingkungan Hidup Jl. Sukatengah, Kecamatan Singaparna. Pangkalan disimbolkan dengan angka 0, sedangkan TPA Nangkaleah berada di Desa Sukasukur, Kecamatan Mangunreja. TPA disimbolkan dengan huruf X.

B. Jumlah Volume Sampah yang Terangkut

Jumlah volume sampah disetiap wilayah pelayanan berbeda-beda. Namun setiap timbulan sampah tidak akan terangkut sepenuhnya, disebabkan kapasitas *dumptruck* hanya 7 m<sup>3</sup>. Berikut adalah volume sampah yang terangkut dalam satu kali pengangkutan Truk I, II, dan III Kecamatan Singaparna.

1. Jumlah volume sampah yang terangkut pada Wilayah Singaparna Truk I dari 28 wilayah ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4** JUMLAH VOLUME SAMPAH YANG TERANGKUT TRUK I

No	Wilayah Pelayanan	Volume Sampah yang Terangkut(M <sup>3</sup> )
1	Alun-alun	0,86
2	Jl. Raya Timur Singaparna No.78	2,4
3	Pasar Kudang	1,62
4	Jl. Raya Pemda	0,24
5	Jl. KHZ Mustofa	0,81
6	Jl. Perikanan Darat No.123	1,5
7	Jl.Perikanan darat no.4	0,74
8	Jl.Uoh Syarifudin	0,81
9	Cipasung	1,4
10	Pasar Singaparna	1,8
11	Bojong Koneng	0,71
12	Jl. Kalawagar	1,2
13	Jl.Sukahaji	1,1
14	Kebon Salak	0,6
15	Jl. Pasar Baru	1,2
16	Jl. Pancawarna No.10	1,1
17	Jl.Cimanglid	0,5
18	Cintaraja	1,6

19	Gunung Kawung	0,24
20	Jl.Raya Barat Cimerah No.136	0,81
21	Ciputri	1,2
22	Rancamaya	1,1
23	Cintawana	0,24
24	Badak Paeh	1,2
25	Rujak Gedang	1,1
26	Borolong	0,5
27	Cikunir	1,1
28	Cikadongdong	1,2

Sumber: Data Primer 2017

2. Jumlah volume sampah yang terangkut pada Wilayah Singaparna Truk II dari 7 wilayah pelayanan ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5 JUMLAH VOLUME SAMPAH YANG TERANGKUT TRUK II**

No	Wilayah Pelayanan	Volume Timbulan Sampah
1	Bojong Koneng	0,71
2	Babakan Karang	2,2
3	Jl.Panyingkiran no.47	0,81
4	Pasar Kudang	1,62
5	Cintaraja	1,6
6	Cikadongdong	1,2
7	Jl Cimanglid	0,5

**Tabel 7 RUTE EKSISTING TRUK I**

Hari	Rute	Volume Sampah (M <sup>3</sup> )	Jarak (Km)
1	0-1-2-3-X-0	4,88	27,8
2	0-9-8-7-6-5-4-10-X-0	7,3	33,85
3	0-14-13-12-16-15-11-10-X-0	7,71	30,85
4	0-18-19-17-10-X-0	4,14	37,9
5	0-20-21-22-23-10-X-0	5,15	30,29
6	0-2-24-25-26-27-28-10-X-0	9,3	40,0
7	0-10-X-0	1,8	25,4
Total		40,28	226,09
Biaya Bahan Bakar		Rp. 145.545,43	

2. Rute yang dilalui selama ini oleh petugas pengangkutan sampah Kecamatan Singaparna Truk II dari 7 wilayah pelayanan ditunjukkan pada Tabel 8.

**Tabel 8 Rute Eksisting Truk II**

Hari	Rute	Volume Sampah (M <sup>3</sup> )	Jarak (Km)
1	0-1-2-3-X-0	3,72	27,6
2	0-4-5-6-X-0	4,42	39,3
3	0-7-X-0	0,5	27,4
Total		8,64	92,3
Biaya Bahan Bakar		Rp. 59.418,12	

3. Rute yang dilalui selama ini oleh petugas pengangkutan sampah Kecamatan Singaparna Truk III dari 4 wilayah pelayanan ditunjukkan pada Tabel 9.

Sumber: Data Primer 2017

3. Jumlah volume sampah yang terangkut pada Wilayah Singaparna Truk III dari 4 wilayah pelayanan ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6 JUMLAH VOLUME SAMPAH YANG TERANGKUT TRUK III**

No	Wilayah Pelayanan	Volume Timbulan Sampah
1	Jl. Raya Pemda	0,24
2	Jl. KHZ Mustofa	0,81
3	Jl. Uoh Syarifudin	0,81
4	Kebon Salak	0,6

Sumber: Data Primer 2017

### C. Rute Pengangkutan Sampah

Rute pengangkutan sampah yang dilalui selama ini oleh petugas pengangkutan sampah Kecamatan Singaparna Truk I, II, dan III adalah sebagai berikut:

1. Rute yang dilalui selama ini oleh petugas pengangkutan sampah Kecamatan Singaparna Truk I dari 28 wilayah pelayanan ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 9 RUTE EKSISTING TRUK III**

Hari	Rute	Volume Sampah (M <sup>3</sup> )	Jarak (Km)
1	0-2-1-X-0	1,05	26,9
2	0-4-3-X-0	1,41	30,0
Total		2,46	56,9
Biaya Bahan Bakar		Rp. 36.629,37	

### D. Pembentukan Rute dengan Algoritma Clarke and Wright Saving Truk I

Setelah data dikumpulkan, langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan dengan menggunakan Algoritma Clarke And Wright Saving yaitu:

1. Membuat Matriks Jarak

Jarak Pangkalan ke Setiap Wilayah Pelayanan, Antar Wilayah Pelayanan, dan ke TPA diperoleh menggunakan aplikasi *google maps*. *Matriks* Jarak Truk I ditunjukkan pada Tabel 4.13.

2. Menghitung dan membuat *matriks* penghematan (*saving matrix*)

Untuk mengetahui nilai *matriks* penghematan menggunakan persamaan:  $S_{ij} = C_{oi} + C_{oj} - C_{ij}$ . *Matrix* penghematan Truk I dapat dilihat pada Tabel 4.14.

3. Memilih dan mengurutkan nilai *matrix* penghematan

Setelah mengetahui *matrix* penghematan, langkah selanjutnya yaitu memilih dan

mengurutkan nilai penghematan terbesar sampai terkecil lalu dibuat daftar ranking.

4. Pembentukan Rute

Pada langkah ini akan dialokasikan pasangan pelanggan pada Truk I berdasarkan nilai penghematan yang terbesar. Kombinasi dari pasangan-pasangan pelanggan yang terpilih akan menjadi rute distribusi bagi kendaraan angkut tersebut. Dalam mengalokasikan kendaraan, terdapat batasan yang harus diperhatikan, yaitu jumlah permintaan total dari seluruh pelanggan yang dilayani oleh Truk I dalam satu rute distribusi tidak boleh melebihi kapasitas angkut. Penjelasan pembentukan rute Truk I dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 PENJELASAN PEMBENTUKAN RUTE TRUK I

Rute	Penjelasan Pembentukan Rute
I	a. Berdasarkan pada Tabel 4.15, rute awal dipilih dengan menyisipi pasangan pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (27-28), maka rute awal yang terbentuk adalah (0-27-28-X-0).
	b. Kemudian pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (19-28), maka sisipi pelanggan 19 kedalam rute setelah pelanggan 28 karena pelanggan 28 sudah masuk kedalam rute, jadi rute sementara adalah (0-26-28-19-X-0).
	c. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (19-27), sisipi pelanggan 27 kedalam rute setelah pelanggan 19 karena pelanggan 19 sudah masuk kedalam rute, jadi rute sementara adalah (0-26-28-19-27-X-0).
	d. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (18-28), sisipi pelanggan 18 kedalam rute setelah pelanggan 27 karena pelanggan 28 sudah masuk kedalam rute, jadi rute sementara adalah (0-26-28-19-27-18-X-0).
	e. Pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar selanjutnya yaitu (18-19), (18-27). Semua pelanggan tersebut sudah masuk kedalam rute, sehingga tidak dilakukan penyisipan pelanggan kembali.
	f. Pilih pelanggan 10, karena merupakan rute yang harus dilewati setiap hari. Jadi rute sementara adalah (0-26-28-19-27-18-10-X-0).
	g. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai <i>saving</i> terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M <sup>3</sup> , total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk adalah 6,44 M <sup>3</sup> .
	h. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode <i>Nearest Neighbour</i> yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute I adalah (0-10-26-28-19-27-18-X-0).
	II
b. Pilih pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar berikutnya yaitu (20-21), Jadi rute sementara adalah (0-25-20-21-X-0).	
c. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (15-17), sisipi pelanggan 17 kedalam rute setelah pelanggan. Jadi rute sementara adalah (0-25-20-21-17-X-0).	
d. Kemudian pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (9-27), maka sisipi pelanggan 9 kedalam rute setelah pelanggan 21. pelanggan 27 sudah masuk kedalam rute sebelumnya, jadi rute sementara adalah (0-25-20-21-17-9-X-0).	
e. Pilih pelanggan 10, karena merupakan rute yang harus dilewati setiap hari. Jadi rute sementara adalah (0-25-20-21-17-9-10-X-0).	
f. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai <i>saving</i> terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M <sup>3</sup> , total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk adalah 6,81 M <sup>3</sup> .	
III	g. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode <i>Nearest Neighbour</i> yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute II adalah 0-10-25-17-20-21-9- X-0
	a. Berdasarkan pada Tabel 4.15, rute awal dipilih dengan menyisipi pasangan pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (1-10), maka rute awal yang terbentuk adalah (0-1-10-X-0).
	b. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (2-15), sisipi pelanggan 15 kedalam rute, jadi rute sementara adalah (0-1-10-15-X-0).
	c. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (22-23), jadi rute sementara adalah (0-1-10-

- 15-22-23-X-0).
- d. Kemudian pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai *saving* terbesar yaitu (14-16), maka sisipi pelanggan 14 dan 16 kedalam rute jadi rute sementara adalah (0-1-10-15-22-23-14-16-X-0).
  - e. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai *saving* terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M<sup>3</sup>, total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk adalah 6,9 M<sup>3</sup>.
  - f. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode *Nearest Neighbour* yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute III adalah 0-10-1-14-15-16-22-23-X-0
- IV
- a. Berdasarkan pada Tabel 4.15, rute awal (8-9), maka rute awal yang terbentuk adalah (0-8-X-0) karena pelanggan 9 sudah di rute sebelumnya.
  - b. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai *saving* terbesar yaitu (11-12), sisipi pelanggan 11 dan 12 kedalam rute setelah pelanggan 8, jadi rute sementara adalah (0-8-11-12-X-0).
  - c. Kemudian pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai *saving* terbesar yaitu (12-13), maka rute awal yang terbentuk adalah (0-8-11-12-13-X-0).
  - d. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai *saving* terbesar yaitu (16-24), sisipi pelanggan 24 kedalam rute setelah pelanggan 13, jadi rute sementara adalah (0-8-11-12-13-24-X-0).
  - e. Pilih pelanggan 10, karena merupakan rute yang harus dilewati setiap hari. Jadi rute sementara adalah (0-8-11-12-13-24-10-X-0).
  - f. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai *saving* terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M<sup>3</sup>, total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk adalah 6,56 M<sup>3</sup>.
  - g. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode *Nearest Neighbour* yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute IV adalah 0-12-8-11-24-13-10-X-0
- V
- a. Berdasarkan pada Tabel 4.15, rute awal dipilih dengan menyisipi pasangan pelanggan yang memiliki nilai *saving* terbesar yaitu (2-3), maka rute awal yang terbentuk adalah (0-2-3-X-0).
  - b. Kemudian pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai *saving* terbesar yaitu (4-5), maka sisipi pelanggan 4 dan 5 kedalam rute. Jadi rute sementara adalah (0-2-3-4-5-X-0).
  - c. Pilih pelanggan 10, karena merupakan rute yang harus dilewati setiap hari. Jadi rute sementara adalah (0-2-3-4-5-10-X-0).
  - d. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai *saving* terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M<sup>3</sup>, total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk 6,87 M<sup>3</sup>.
  - e. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode *Nearest Neighbour* yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute V adalah 0-3-2-5-10-4-X-0
- VI
- a. Berdasarkan pada Tabel 4.15, rute awal dipilih dengan menyisipi pasangan pelanggan yang memiliki nilai *saving* terbesar yaitu (6-7), maka rute awal yang terbentuk adalah (0-6-7-X-0).
  - b. Kemudian pilih lagi pelanggan 2 karena merupakan rute yang diangkut 2 kali dalam seminggu. Jadi rute sementara adalah (0-6-7-2-X-0).
  - c. Pilih pelanggan 10, karena merupakan rute yang harus dilewati setiap hari. Jadi rute sementara adalah (0-6-7-2-10-X-0).
  - d. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai *saving* terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M<sup>3</sup>, total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk 6,44 M<sup>3</sup>.
  - e. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode *Nearest Neighbour* yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute V adalah 0-6-7-2-10-X-0

Setelah mengurutkan rute, maka rincian rute, biaya bahan bakar, dan jarak setelah menerapkan metode *Algoritma Clarke And Wright Saving* dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11 RUTE YANG DISARANKAN TRUK I**

Hari	Rute	Volume	Jarak (Km)
------	------	--------	------------

		Sampah (M <sup>3</sup> )	
1	0-10-26-28-19-27-18-X-0	6,44	44,6
2	0-10-25-17-20-21-9-X-0	6,81	35,79
3	0-10-1-14-15-16-22-23-X-0	6,9	27,48
4	0-12-8-11-24-13-10-X-0	6,56	34,73
5	0-3-2-5-10-4-X-0	6,87	33,75
6	0-6-7-2-10-X-0	6,44	25,8
	Total	40,28	202,15
	Biaya Bahan Bakar	Rp. 130.134,06	

5. Pembentukan Rute Menggunakan Algoritma *Clarke And Wright Saving* Truk II

A. Membuat *Matriks* Jarak

Jarak Pangkalan ke Setiap Wilayah Pelayanan, Antar Wilayah Pelayanan, dan ke TPA diperoleh menggunakan aplikasi *google maps*. *Matriks* Jarak Truk II ditunjukkan pada Tabel 12.

**Tabel 12 MATRIKS JARAK TRUK II**

	0	1	2	3	4	5	6	7	X
0	0	2,0	2,8	2,9	1,8	4,1	7,8	3,4	12,0
1	0	0	1,4	1,5	2,3	4,5	8,7	2,1	10,0
2		0	0	0,2	1,2	3,5	7,6	0,65	12,0
3			0	0	1,4	3,7	7,4	0,85	12,0
4				0	0	2,4	6,1	6,5	15,0
5					0	0	4,1	4,1	15,0
6							0	8,2	19,0
7								0	12,0
X									0

B. Menghitung dan membuat *matriks* penghematan (*saving matrix*)

Untuk mengetahui nilai *matriks* penghematan menggunakan persamaan:  $S_{ij} = C_{0i} + C_{0j} - C_{ij}$ . *Matrix* penghematan Truk II dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13 MATRIKS PENGHEMATAN TRUK II**

**Tabel 14 PENJELASAN PEMBENTUKAN RUTE TRUK II**

Rute	Penjelasan Pembentukan Rute
I	a. Berdasarkan pada Tabel 4.20, rute awal dipilih dengan menyisipi pasangan pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (5-6), maka rute awal yang terbentuk adalah (0-5-6-X-0).
	b. Kemudian pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (2-7), maka sisipi pelanggan 2 dan 7 kedalam rute setelah pelanggan 6, jadi rute sementara adalah (0-5-6-2-7-X-0).
	c. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (2-3), sisipi pelanggan 3 kedalam rute setelah pelanggan 7 karena pelanggan 2 sudah masuk kedalam rute, jadi rute sementara adalah (0-5-6-2-7-3-X-0).
	d. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai <i>saving</i> terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M <sup>3</sup> , total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk adalah 6,31 M <sup>3</sup> .
	e. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode <i>Nearest Neighbour</i> yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute I adalah (0-5-6-2-7-3-X-0).
II	a. Berdasarkan pada Tabel 4.20, rute awal dipilih dengan menyisipi pasangan pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (1-2), karena pelanggan 2 sudah masuk kedalam rute. Maka rute awal yang terbentuk adalah (0-1-X-0).
	b. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (2-4), sisipi pelanggan 4 kedalam rute setelah pelanggan 1 karena pelanggan 2 sudah masuk kedalam rute, jadi rute sementara adalah (0-1-4-X-0).
	c. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai <i>saving</i> terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M <sup>3</sup> , total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk adalah 2,91 M <sup>3</sup> .
	d. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode <i>Nearest Neighbour</i> yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute II adalah 0-1-4- X-0

Setelah mengurutkan rute, maka rincian rute, biaya bahan bakar, dan jarak setelah

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		0	3,4	3,4	1,5	1,6	1,1	3,3
2			0	5,5	3,4	3,4	3	5,55
3				0	3,3	3,3	3,3	5,45
4					0	3,5	3,5	-1,3
5						0	7,8	3,4
6							0	3
7								0

C. Memilih dan Mengurutkan nilai *Matrix* Penghematan

Setelah mengetahui *matrix* penghematan, langkah selanjutnya yaitu memilih dan mengurutkan nilai penghematan terbesar sampai terkecil lalu dibuat daftar ranking. ]

D. Pembentukan Rute

Pada langkah ini akan dialokasikan pasangan pelanggan pada Truk II berdasarkan nilai penghematan yang terbesar. Kombinasi dari pasangan-pasangan pelanggan yang terpilih akan menjadi rute distribusi bagi kendaraan angkut tersebut. Dalam mengalokasikan kendaraan, terdapat batasan yang harus diperhatikan, yaitu jumlah permintaan total dari seluruh pelanggan yang dilayani oleh Truk II dalam satu rute distribusi tidak boleh melebihi kapasitas angkut. Penjelasan pembentukan rute Truk II dapat dilihat pada Tabel 14.

menerapkan metode Algoritma *Clarke And Wright Saving* dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15 RUTE YANG DISARANKAN TRUK II**

Hari	Rute	Volume Sampah (M <sup>3</sup> )	Jarak (Km)
1	0-5-6-2-7-3-X-0	6,31	41,3
2	0-1-4-X-0	2,33	30,8
Total		8,64	72,1
Biaya Bahan Bakar		Rp. 46.414,37	

6. Pembentukan Rute Menggunakan Algoritma Clarke And Wright Saving Truk III

A. Membuat Matrix Jarak

Jarak Pangkalan ke Setiap Wilayah Pelayanan, Antar Wilayah Pelayanan, dan ke TPA diperoleh menggunakan aplikasi *google maps*. *Matriks* Jarak Truk III ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16 MATRIKS JARAK TRUK III

	0	1	2	3	4	X
0	0	1,1	2,1	2,0	3,0	12,0
1	0	0	1,8	2,0	1,7	11,0
2			0	2,2	3,2	12,0
3				0	2,0	13,0
4					0	12,0
X						0

B. Menghitung dan membuat *matriks* penghematan (*saving matrix*)

Untuk mengetahui nilai *matriks* penghematan menggunakan persamaan:  $S_{ij} = C_{0i} + C_{0j} - C_{ij}$ . *Matrix* penghematan Truk III dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17 MATRIKS PENGHEMATAN TRUK III

	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1,4	1,1	2,4
2	0	0	0	1,9	1,9

Tabel 19 PENJELASAN PEMBENTUKAN RUTE TRUK III

Rute	Penjelasan Pembentukan Rute
I	<p>a. Berdasarkan pada Tabel 4.24, rute awal dipilih dengan menyisipi pasangan pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (3-4), maka rute awal yang terbentuk adalah (0-3-4-X-0).</p> <p>b. Kemudian pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (1-4), maka sisipi pelanggan 1 kedalam rute setelah pelanggan 4, jadi rute sementara adalah (0-3-4-1-X-0).</p> <p>c. Pilih lagi pelanggan yang memiliki nilai <i>saving</i> terbesar yaitu (2-3), sisipi pelanggan 2 kedalam rute setelah pelanggan 1 karena pelanggan 3 sudah masuk kedalam rute, jadi rute sementara adalah (0-3-4-1-2-X-0).</p> <p>d. Lakukan pengecekan apakah pengangkutan sampah pada rute yang terbentuk melebihi kapasitas kendaraan atau tidak. Jika tidak maka lanjutkan penyisipan rute dengan nilai <i>saving</i> terbesar. Total kapasitas truk pengangkut sampah adalah 7 M<sup>3</sup>, total sampah yang terangkut pada rute yang terbentuk adalah 2,46 M<sup>3</sup>.</p> <p>e. Mengurutkan rute pengiriman menggunakan metode <i>Nearest Neighbour</i> yaitu konsep penambahan titik terdekat terhadap titik sebelumnya dan dengan memperhatikan pengaturan jalan yang dilalui setiap hari. Pengurutan rute I adalah (0-1-2-3-4-X-0).</p>

Biaya Bahan Bakar Rp. 20.213,75

Setelah mengurutkan rute, maka rincian rute, biaya bahan bakar, dan jarak setelah menerapkan metode Algoritma Clarke And Wright Saving dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20 RUTE YANG DISARANKAN TRUK III

Hari	Rute	Volume Sampah (M <sup>3</sup> )	Jarak (Km)
1	0-1-2-3-4-X-0	2,46	31,4

3	0	3
4		0

C. Memilih dan mengurutkan nilai *matrix* penghematan

Setelah mengetahui *matrix* penghematan, langkah selanjutnya yaitu memilih dan mengurutkan nilai penghematan terbesar sampai terkecil. Lalu dibuat daftar ranking. Daftar ranking Truk III dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18 DAFTAR RANKING DARI MATRIKS PENGHEMATAN TRUK III

No	Koordinat	Savings
1	3-4	3
2	1-4	2,4
3	2-3	1,9
4	2-4	1,9
5	1-2	1,4
6	1-3	1,1

D. Pembentukan Rute

Pada langkah ini akan dialokasikan pasangan pelanggan pada Truk III berdasarkan nilai penghematan yang terbesar. Kombinasi dari pasangan-pasangan pelanggan yang terpilih akan menjadi rute distribusi bagi kendaraan angkut tersebut. Dalam mengalokasikan kendaraan, terdapat batasan yang harus diperhatikan, yaitu jumlah permintaan total dari seluruh pelanggan yang dilayani oleh Truk II dalam satu rute distribusi tidak boleh melebihi kapasitas angkut. Penjelasan pembentukan rute Truk III dapat dilihat pada Tabel 19.

## V. PEMBAHASAN

A. Pembentukan Rute Menggunakan Algoritma Clarke And Wright Saving Truk I

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 11, terdapat perbedaan yaitu total volume

sampah yang terangkut oleh Truk I setelah menggunakan metode Algoritma *Clarke And Wright Saving* total jarak yang ditempuh mengalami pengurangan yaitu sebesar 23,94 Km, dimana pada rute sebelumnya jarak yang ditempuh sebesar 226,09 Km selama 7 hari pengangkutan, sedangkan pada rute hasil Algoritma *Clarke And Wright Saving* berhasil mengangkut sampah dengan 6 hari pengangkutan dan jarak yang ditempuh sebesar 202,15 Km. Biaya bahan bakar yang dapat dihemat Rp. 15.411,37 dimana biaya bahan bakar sebelumnya Rp. 145.545,43 sedangkan hasil Algoritma *Clarke And Wright Saving* biaya mengalami pengurangan menjadi Rp. 130.134,06. Jarak, dan biaya mengalami pengurangan karena rute pengangkutan sampah menjadi 6 hari pelayanan karena setelah perhitungan menggunakan metode Algoritma *Clarke And Wright Saving*, wilayah pelayanan Pasar Singaparna yang dilayani pada rute ketujuh, dipindahkan ke rute keenam, sehingga pada rute ketujuh menjadi libur.

#### B. Pembentukan Rute Menggunakan Algoritma *Clarke And Wright Saving* Truk II

Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 15, terdapat perbedaan yaitu total volume sampah yang terangkut oleh Truk II setelah menggunakan metode Algoritma *Clarke And Wright Saving* yaitu 8,64 m<sup>3</sup>. Total jarak yang ditempuh mengalami pengurangan yaitu sebesar 20,2 Km, dimana pada rute sebelumnya jarak yang ditempuh sebesar 92,3 Km selama 3 hari pengangkutan, sedangkan pada rute hasil Algoritma *Clarke And Wright Saving* berhasil mengangkut sampah dengan 2 hari pengangkutan dan jarak yang ditempuh sebesar 72,1 Km. Total biaya bahan bakar dapat menghemat Rp. 13.003,75 dimana biaya bahan bakar sebelumnya Rp. 59.418,12 sedangkan hasil Algoritma *Clarke And Wright Saving* biaya mengalami pengurangan menjadi Rp. 46.414,75. Jarak, dan biaya mengalami pengurangan karena rute pengangkutan sampah menjadi 2 hari pelayanan karena setelah perhitungan menggunakan metode Algoritma *Clarke And Wright Saving*, wilayah pelayanan Cintaraja, Cikadongdong, dan Jl. Cimanglid, menjadi rute pertama. Dan wilayah pelayanan Bojong Koneng dan Pasar Kudang, menjadi rute kedua.

#### C. Pembentukan Rute Menggunakan Algoritma *Clarke And Wright Saving* Truk III

Berdasarkan Tabel 9 dan Tabel 20, terdapat perbedaan yaitu total volume sampah yang terangkut oleh Truk III setelah menggunakan metode Algoritma *Clarke And Wright Saving* yaitu 2,46 m<sup>3</sup>. Total jarak yang ditempuh mengalami pengurangan yaitu sebesar 25,5 Km, dimana pada rute sebelumnya jarak yang ditempuh sebesar 56,9 Km selama 2 hari pengangkutan, sedangkan pada rute hasil Algoritma *Clarke And Wright Saving* berhasil mengangkut sampah dengan 1 hari pengangkutan dan jarak yang ditempuh sebesar 31,4 Km. Total biaya bahan bakar dapat menghemat Rp. 16.415,62 dimana biaya bahan bakar sebelumnya Rp. 36.629,37 sedangkan hasil Algoritma *Clarke And Wright Saving* biaya mengalami pengurangan menjadi Rp. 20.213,75. Jarak, dan biaya mengalami pengurangan karena rute pengangkutan sampah menjadi 1 hari pelayanan karena setelah perhitungan menggunakan metode Algoritma *Clarke And Wright Saving*, wilayah pelayanan Jl. Uoh Syarifudin dan Kebon Salak bergabung ke rute pertama yaitu Jl. Raya Pemda dan Jl. KHZ Mustofa.

#### D. Volume, Jarak, dan Biaya Optimalisasi Gabungan

**Tabel 21** VOLUME, JARAK, DAN BIAYA OPTIMALISASI GABUNGAN EKSTING

Truk	Volume Sampah (M <sup>3</sup> )	Jarak (Km)	Biaya Bahan Bakar
I	40,28	226,09	Rp. 145.545,43
II	8,64	92,3	Rp. 59.418,12
III	2,46	56,9	Rp. 36.629,37
Total	51,38	375,29	Rp. 241.592,92

**Tabel 22** VOLUME, JARAK, DAN BIAYA OPTIMALISASI GABUNGAN YANG DISARANKAN

Truk	Volume Sampah (M <sup>3</sup> )	Jarak (Km)	Biaya Bahan Bakar
I	40,28	202,15	Rp. 130.134,06
II	8,64	72,1	Rp. 46.414,37
III	2,46	31,4	Rp. 20.213,75
Total	51,38	305,65	Rp. 196.762,18

Berdasarkan Tabel 21 dan Tabel 22 terdapat perbedaan yaitu total jarak yang ditempuh oleh semua truk selama 1 minggu, mengalami pengurangan yaitu sebesar 69,64 Km, dimana pada rute sebelumnya jarak yang ditempuh sebesar 375,29 Km, sedangkan pada rute hasil Algoritma *Clarke And Wright Saving* jarak yang ditempuh sebesar 305,65 Km. Total biaya bahan bakar dapat menghemat Rp. 44.830,74 dimana biaya bahan bakar sebelumnya Rp. 241.592,92 sedangkan hasil Algoritma *Clarke*

And Wright Saving biaya mengalami pengurangan menjadi Rp. 196.762,18.  
E.

## VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode Algoritma Clarke And Wright Saving dan dilakukan analisis, maka penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rute yang dihasilkan dengan menggunakan Algoritma Clarke And Wright Saving untuk Truk I, didapatkan rute yang lebih optimal dengan rincian total jarak yang ditempuh mengalami pengurangan yaitu sebesar 23,94 Km, dan berhasil mengangkut sampah dengan 6 hari pengangkutan dan total biaya bahan bakar dapat menghemat Rp. 15.411,37.
2. Rute yang dihasilkan dengan menggunakan Algoritma Clarke And Wright Saving untuk Truk II didapatkan rute yang lebih optimal dengan rincian total jarak yang ditempuh mengalami pengurangan yaitu sebesar 20,2 Km, dan berhasil mengangkut sampah dengan 2 hari pengangkutan Total biaya bahan bakar dapat menghemat Rp. 13.003,75.
3. Rute yang dihasilkan dengan menggunakan Algoritma Clarke And Wright Saving untuk Truk III didapatkan rute yang optimal dengan rincian total jarak yang ditempuh mengalami pengurangan yaitu sebesar 25,5 Km, dan berhasil mengangkut sampah dengan 1 hari pengangkutan. Total biaya bahan bakar dapat menghemat Rp. 16.415,62.

- [7] Hendras Wahyono, Edy. *Pengelolaan Sampah Plastik*. Bogor: YPLK3, 2012.
- [8] Imama, Chusnul. "Penerapan Case Based Reasoning dengan Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour Untuk Analisis Pemberian Kredit di Lembaga Pembiayaan", *Jurnal Manajemen Informatika*, vol. 2, no. 1, Surabaya, 11-21, 2013.
- [9] Irman, Ade. "Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Quelle dan Algoritma Clarke & Wright Saving dan Model Vehicle Routing Problem", *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri*, Banten, 1-7, 2017.
- [10] Nurrokhayati, Anis Siti. "Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Kota Bontang dengan Menggunakan Metode Savings Heuristic", *Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV*, Samarinda, 1-5, 2017.
- [11] Octora, Lita. "Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion": *Studi kasus pendistribusian produk, Bandung* (Oktober 2018) : 1-11. 28 Juni 2018.
- [12] Robbins, 2006. *Manajemen Pelayanan*. Erlangga: Jakarta.
- [13] Santosa, Budi. *Pengantar Metaheuristik Implementasi dengan Matlab*. Surabaya: ITS Tekno Sains, 2017.
- [14] Sianipar, Mariana. "Penentuan Rute Kendaraan Menggunakan Metode Algoritma Clarke & Wright Saving Heuristic", vol. 16, no. 143-151, Surakarta, 1-9, 2017.
- [15] Sugiarto, Yayan. Yudono, Doni. Iskandar, Ridwan. *Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Bandung: Akpar NHI, 2017.
- [16] Sutrisno, Bagus. "Perancangan Rute Alternatif Pengangkutan Sampah Menggunakan Algoritma Savings", *Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga*, Yogyakarta, 2013.
- [17] Yunitasari, Anggun. "Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah di Kabupaten Sleman Menggunakan Metode Saving Matrix", *Universitas Negeri Yogyakarta*, Yogyakarta, 2014.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amri, Mahardhika. "Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour", *Malang*, 1-10, 2005.
- [2] Anonim, 2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan (SNI 19-2454-2002)*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [3] Badan Statistik Kabupaten Tasikmalaya Tahun 2017.
- [4] Christian S, Joseph. "Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Kota Makassar dengan Metode Penyelesaian Vehicle Routing Problem(VRP)", *Universitas Hasanudin, Makassar*, 2011.
- [5] Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tasikmalaya, 2016. *Master Plan Kabupaten Tasikmalaya*. Kabupaten Tasikmalaya.
- [6] Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tasikmalaya, 2017. *Laporan Periodik Sampah Kabupaten Tasikmalaya*. Kabupaten Tasikmalaya.