

Studi Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah *Stationary Container System* Berbasis Sistem Informasi Geospasial (SIG) di Kecamatan Balikpapan Timur

Optimization of Geospatial Information System-Based Waste Transportation Routes Using Stationary Container System in East Balikpapan

Iqoh Andini Putri¹, Intan Dwi Wahyu Setyo Rini^{2*}, Rina Noor Hayati³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan

Email: ¹intan@lecturer.itk.ac.id

*Penulis korespondensi: intan@lecturer.itk.ac.id

Direview: 14 September 2023

Diterima: 30 September 2023

ABSTRAK

Pengangkutan sampah di Kecamatan Balikpapan Timur memiliki rute pengangkutan sampah yang belum efektif. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya sampah yang menumpuk pada Tempat Penampungan Sementara (TPS). Sebagian besar permasalahan pengangkutan sampah adalah rute yang tidak pasti dan tidak adanya *pool* kendaraan pengangkut sampah. Tujuan penelitian ini adalah melakukan optimalisasi pengangkutan sampah berbasis Sistem Informasi Geospasial (SIG) untuk mengurangi penumpukan sampah pada TPS, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Metode penelitian ini adalah mengumpulkan data primer berupa rute dan waktu pengangkutan sampah eksisting, kemudian dimasukkan pada aplikasi ArcGIS dan diperoleh rute pengangkutan yang paling optimal. Penentuan rute pengangkutan yang paling efektif akan disesuaikan dengan kondisi jalan yang dilalui, jarak tempuh dan kecepatan kendaraan dalam proses pengangkutan sampah serta waktu pengangkutan sampah sistem SCS (*Stationary Container System*). Berdasarkan kondisi eksisting diketahui ada 3 (tiga) *dump truck* yang ada di Balikpapan Timur, dimana 2 (dua) armada membutuhkan waktu 7 jam per hari untuk melakukan pengangkutan, sedangkan 1 (satu) armada lainnya membutuhkan waktu 6 jam 30 menit per hari. Jumlah ritasi masing-masing armada adalah 2 (dua) ritasi per hari. Jarak tempuh untuk masing-masing armada adalah 69 km, 68 km dan 104 km. Setelah dilakukan optimalisasi rute pengangkutan, setiap armada melakukan pengangkutan sampah sebanyak 2 (dua) ritasi per hari, dengan jarak tempuh armada pertama adalah 68 km dengan lama waktu pengangkutan 6 jam, armada kedua menempuh 46 km dalam waktu 5 jam, dan armada ketiga sejauh 68 km dalam waktu 5 jam per hari.

Kata kunci: *Optimalisasi, Pengangkutan Sampah, Rute, SCS, SIG*

ABSTRACT

Waste transportation in East Balikpapan District currently does not have an effective waste transportation route, this has resulted in not optimal waste transportation, which is indicated by the large amount of waste accumulated at the TPS. Based on these problems, East Balikpapan requires optimizing waste management, especially in waste transportation, to reduce the accumulation of waste in TPS, which can cause environmental pollution. The research procedure used is to optimize the Waste transportation route in the East Balikpapan District using a qualitative descriptive method. Through this method, this research can improve the waste transportation system at the research location by providing improvements that are modelled using Geographic Information Systems (GIS). Determination of the most effective transportation route will be adjusted to the condition of the road being traversed, the distance travelled and the speed of the vehicle in the waste transportation process as well as the time it takes for the SCS (stationary container system) system to transport waste. Based on the existing conditions, transporting two dump trucks takes 7 hours, and one dump truck takes 6 hours and 30 minutes, with a distance of 69 km, 68 km and 104 km. The distance and time for transporting waste under existing conditions can be optimized with alternative routes, optimization results for the three dump truck fleets, namely the distance of 68 km with a time of 6 hours, a distance of 46 km in 5 hours and a distance of 68 km with a time of 5 hours in 2 trips per day.

Keywords: *Optimization, Route, Waste Transport, SCS, GIS*

1. PENDAHULUAN

Balikpapan Timur merupakan salah satu kecamatan yang terletak pada daerah Kota Balikpapan dengan luas mencapai 137,2 km² dan memiliki 4 Kelurahan yaitu Manggar, Manggar Baru, Lamaru, dan Teritip (BPS Kota Balikpapan, 2023). Balikpapan Timur memiliki jumlah penduduk sebesar 95.501 jiwa (BPS Kota Balikpapan, 2023). Pengangkutan sampah merupakan salah satu proses pengelolaan sampah yang bertujuan untuk membawa sampah dari lokasi pemindahan atau sumber sampah menuju tempat pemrosesan akhir (TPA) (Jannah, 2020). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengangkutan sampah adalah terbatasnya jumlah truk dan kondisi truk yang tidak memadai (Pramono, 2005). Pengangkutan sampah di Balikpapan Timur saat ini memiliki rute pengangkutan sampah yang belum efektif menyebabkan tidak optimalnya pengangkutan sampah yang ditandai dengan banyaknya sampah yang menumpuk pada TPS (Tempat Penampungan Sementara). Berdasarkan permasalahan tersebut Balikpapan Timur memerlukan optimalisasi pengelolaan sampah yang terkhusus pada pengangkutan sampah agar dapat mengurangi adanya penumpukan sampah pada TPS yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Proses optimalisasi pengangkutan sampah terdapat hal yang perlu diperhatikan seperti menentukan jadwal pengangkutan, ritasi pengangkutan sampah, dan rute pengangkutan sampah (Ambariski & Herumurti, 2016).

Transportasi atau armada merupakan salah satu fasilitas pendukung dalam mengoptimalkan proses pengangkutan sampah yang digunakan untuk mempermudah proses pemindahan sampah dari TPS menuju TPA (Fatony, 2019). Transportasi yang digunakan dalam pengangkutan sampah adalah *dump truck*, *arm roll truck*, dan *pick up*. Kecamatan Balikpapan Timur saat ini memiliki jumlah armada pengangkut *dump truck* sebanyak 4 unit (Hidayat, 2021). Jumlah TPS yang berbentuk bak penampung tetap adalah 52 unit, dan dilayani oleh pengangkutan dengan sistem *Stationary Container System* (SCS). SCS adalah salah satu cara pengumpulan sampah yang dilakukan dengan cara wadah sampah dibiarkan di lokasi pengambilan kemudian sampah yang ada dipindahkan ke dalam kendaraan angkut (Muharamin *et al.*, 2022). Optimasi sistem pengangkutan sampah menjadi penting karena berkonsekuensi pada kebutuhan biaya dan emisi gas buang dari kendaraan ke lingkungan (Chaerul *et al.*, 2022).

Proses pengangkutan sampah dengan sistem SCS membutuhkan waktu serta rute atau jarak yang akan dilalui dalam mengumpulkan setiap sampah di TPS yang ada pada wilayah Balikpapan Timur, sehingga proses pembuatan rute pengangkutan akan lebih baik jika dilakukan dengan SIG yaitu dengan menggunakan ArcGIS sebagai pemetaan rute pengangkutan sampah (Dwi Putra *et al.*, 2023).

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem informasi berbasis komputer digunakan untuk menyajikan secara digital dan menganalisis penampakan geografis secara aktual dan kejadian di permukaan bumi (Lestari *et al.*, 2015). SIG digunakan karena memiliki beberapa kelebihan yaitu SIG dapat memperbaharui dengan cepat data spasial baik berupa peta maupun data statistik yang cepat berubah dan kadaluwarsa sehingga pelayanan jasa dan informasi khususnya di sektor transportasi menjadi lebih akurat dan memiliki pembaharuan yang lebih maksimal (Sri Komala *et al.*, 2012). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pengangkutan sampah di Kecamatan Balikpapan Timur dengan tujuan mengoptimalkan rute pengangkutan menggunakan SIG.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif kualitatif dan permodelan berbasis geospasial. SIG digunakan sebagai metode untuk menentukan rute alternatif yang mempertimbangkan jarak lintasan rute serta waktu tempuh untuk mendapatkan rute terbaik. Rute pengangkutan sampah menggunakan aplikasi yang mendukung untuk mendapatkan data akurat rute dari TPS menuju TPA yaitu aplikasi *Avenza Maps* yang mampu melakukan pengambilan rute dengan GPS yang terhubung melalui perangkat lunak.

Pada penelitian ini objek penelitian adalah pengangkutan sampah dengan sistem SCS dari TPS hingga menuju TPA yang ada di Kelurahan Manggar, Balikpapan Timur. Dari 52 unit TPS yang dilayani oleh pengangkutan SCS, terdapat 4 unit TPS yang tidak layak dan 1 unit TPS yang sudah alih fungsi, sehingga penelitian dilakukan pada 47 unit TPS permanen yang masih digunakan. Observasi dilakukan pada waktu pengangkutan sampah yaitu pukul 21.00 WITA sampai 05.00 WITA.

Proses pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu berupa data sekunder dan data primer berikut data yang diperlukan:

1. Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh berdasarkan data langsung melalui wawancara dengan para petugas pengangkut sampah atau observasi langsung di lapangan serta data melalui DLH Kota Balikpapan. Data berkaitan dengan sistem pengangkutan sampah antara lain meliputi:

- a. Rute pengangkutan sampah pada seluruh daerah Balikpapan Timur. Data ini diperoleh dengan cara melakukan observasi lapangan, rute pengangkutan sampah dilakukan secara langsung berdasarkan lokasi yang dilalui kendaraan pengangkut sampah yaitu *dump truck*.
- b. Jumlah ritasi pengangkutan sampah. Data ritasi sampah diperoleh dengan cara perhitungan jumlah ritasi pengangkutan menggunakan persamaan:

$$T_{SCS}=(P_{SCS}+s+a+bx) \quad (1)$$

$$P_{SCS}=(C_T.Uc)+(np-1).(dbc) \quad (2)$$

Keterangan:

C_T = jumlah TPS yang dikosongkan per rit (unit/rit)

Uc = waktu pengosongan TPS yang diambil per ritasi(jam/rit)

Np = jumlah lokasi TPS yang diambil (lokasi/rit)

dbc = waktu pengosongan untuk bergerak antara lokasi TPS menuju TPS lain(jam/rit)

- c. Durasi pengangkutan sampah. Data waktu pengangkutan sampah diperoleh dengan menggunakan alat pengukur waktu yang didapatkan mulai dari *pool* menuju TPS hingga menuju TPA dan melakukan bongkar muat.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh melalui studi literatur dan melalui perantara pihak yang berwenang atau instansi terkait seperti BPS (Badan Pusat Statistik) dan Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Data sekunder yang dibutuhkan adalah:

- a. Data jumlah penduduk Balikpapan Timur, dari BPS.
- b. Data kondisi eksisting pengelolaan sampah berupa jumlah dan lokasi TPS di wilayah Balikpapan Timur, dari DLH.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sarana Prasarana

Berdasarkan kondisi eksisting jumlah armada yang digunakan dalam pengangkutan sampah dengan sistem SCS pada Kecamatan Balikpapan Timur menggunakan tiga unit *dump truck*, dua unit *dump truck* berkapasitas sebesar 6 m^3 dan satu unit *dump truck* berkapasitas 8 m^3 . Setiap armada *dump truck* memiliki 1 orang supir dan 5 orang anggota dengan total jumlah TPS sebanyak 50 unit TPS. Setiap armada *dump truck* melakukan pengangkutan sampah pada TPS pertama berdasarkan TPS yang sejalur dilalui oleh armada kemudian akan mengangkut TPS-TPS berikutnya dan berakhir pada TPA Manggar yang berada pada Jalan Proklamasi. Jumlah petugas yang melakukan pengangkutan sampah SCS berpengaruh terhadap waktu pengambilan sampah di TPS (Murnianti *et al.*, 2019)

Data jumlah TPS DLH Tahun 2022 terdapat 52 unit TPS bak penampung tetap pada Wilayah Balikpapan Timur namun pada kondisi eksisting terdapat dua perubahan TPS yang diangkat. Salah satu perubahan TPS yang dilakukan adalah TPS Pasar Teritip yang diubah menggunakan kontainer sehingga di angkut oleh armada *arm roll truck*. Pengangkutan sampah sistem HCS digunakan untuk mengangkut sampah dari sumber yang memiliki timbulan sampah yang tinggi sehingga umumnya kontainer digunakan berukuran besar dan cocok untuk diletakan pada pasar (Damanhuri & Padmi, 2010).

2. Kondisi Pengangkutan Eksisting

Berdasarkan SNI 19-2454-2002 waktu pengangkutan sampah dilakukan pada malam hari karena memperhatikan faktor kapasitas kendaraan yang digunakan untuk pengangkutan sampah dan faktor kemacetan/kepadatan jalan, dimana masyarakat banyak beraktifitas pada pagi hingga sore hari. Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Balikpapan No. 13 Tahun 2015 jam buang sampah ditetapkan pada pukul 18.00 hingga 06.00, apabila masyarakat menerapkan waktu buang sampah sesuai dengan peraturan tersebut, maka penumpukan sampah yang ada di TPS dapat dicegah (Peraturan Daerah Kota Balikpapan Nomor 13 Tahun 2015 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, 2015).

Pengangkutan sampah pada Kecamatan Balikpapan Timur dilakukan minimal dua ritasi sehari dan dapat bertambah pada kondisi tertentu. Pengangkutan sampah dapat dioptimalkan dengan penambahan

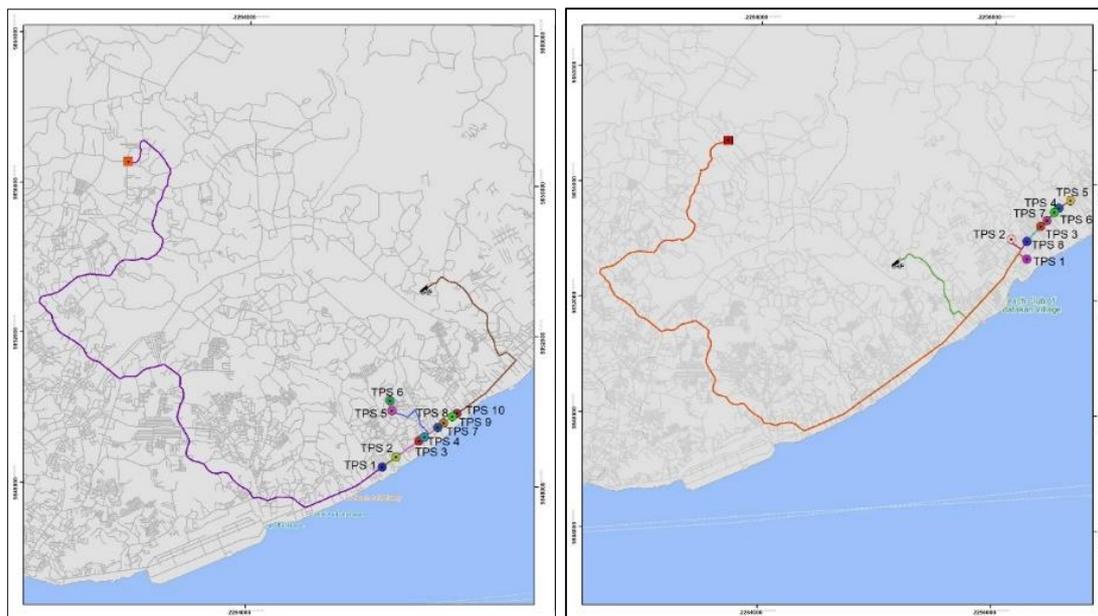
ritasi dengan mempertimbangkan waktu jam kerja dan kapasitas armada, karena armada *dump truck* akan lebih efisien jika digunakan 1-4 ritasi per hari (Hapsari *et al.*, 2005)

Durasi atau waktu yang dibutuhkan dalam proses pengangkutan sampah dihitung menggunakan *stopwatch* dan durasi pengangkutan sampah dengan menggunakan kendaraan *dump truck* dilakukan mulai dari kendaraan berada di pool hingga proses pengangkutan sampah selesai di TPA dan kembali ke pool. Pengangkutan sampah sistem SCS pada Wilayah Balikpapan Timur dilakukan dengan menggunakan tiga armada *dump truck*. Pengangkut A melakukan pengangkutan sampah pada Kelurahan Manggar hingga Kelurahan Manggar Baru dengan kapasitas *dump truck* yaitu sebesar 6m³. Armada pengangkut A membutuhkan waktu 7 jam sehari dengan waktu bongkar muat ritasi pertama yaitu selama 2 jam 2 menit dan ritasi kedua yaitu selama 1 jam 47 menit sehingga waktu bongkar muat dalam dua ritasi adalah 3 jam 49 menit dengan jarak tempuh 69 km. Perbedaan waktu bongkar muat pada kedua ritasi dapat disebabkan adanya perbedaan jarak tempuh dimana selisih jarak adalah 9 km. Waktu dan jarak yang dilalui oleh kendaraan pengangkutan sampah didapatkan kecepatan rata-rata pada ritasi pertama, yaitu 21 km/jam dan ritasi kedua kecepatan rata-rata *dump truck* adalah 21 km/jam. Jarak dan waktu tempuh yang ditempuh dalam pengangkutan sampah kondisi eksisting pengangkut A telah sesuai dengan waktu jam kerja yang telah ditetapkan oleh pihak DLH yaitu selama 8 jam sehari.

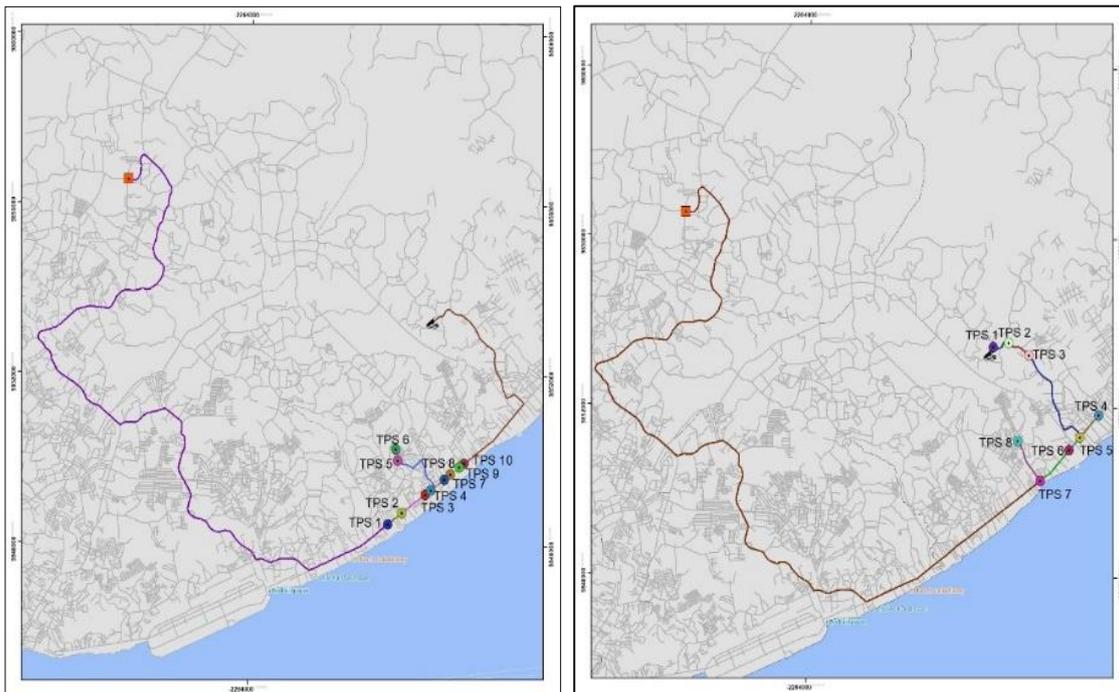
Pengangkutan sampah selanjutnya adalah armada *dump truck* dengan kapasitas 8m³, selanjutnya disebutkan sebagai pengangkut B. Jarak ditempuh dalam melakukan pengangkutan sampah armada pengangkut B adalah 68 km dalam durasi selama 7 jam. Waktu bongkar muat yang dibutuhkan pada ritasi pertama adalah 2 jam 6 menit dan untuk ritasi kedua adalah 1 jam 19 menit. Jarak tempuh ritasi pertama adalah 39 km dan ritasi kedua sejauh 30 km. Kecepatan rata-rata pada ritasi pertama yaitu 20 km/jam dan untuk ritasi kedua kecepatan rata-rata *dump truck* adalah 31 km/jam.

Pengangkutan sampah dengan armada ketiga adalah *dump truck* pengangkut C yang berkapasitas 6 m³. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pengangkutan sampah armada pengangkut C adalah 6 jam 30 menit dengan jarak 104 km dimana cakupan area pengangkutan adalah Kelurahan Lamaru dan Kelurahan Teritip yang merupakan kelurahan terluar di Kota Balikpapan dan berbatasan dengan Kecamatan Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara. Truk pengangkut C memiliki 2 ritasi per hari, dimana pada ritasi pertama waktu yang diperlukan adalah 51 km dan ritasi kedua sejauh 53 km. Waktu yang ditempuh oleh ritasi pertama dan kedua truk pengangkut C adalah masing-masing 3 jam 30 menit dan 3 jam.

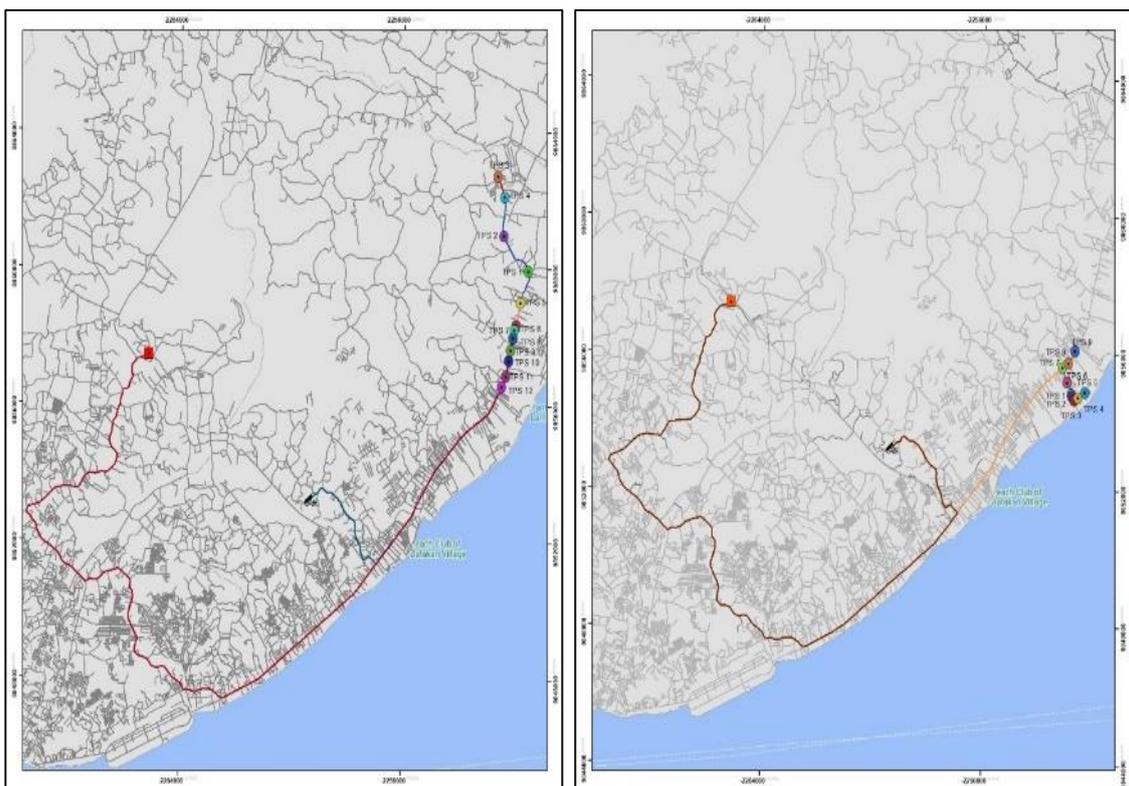
Rute pengangkutan sampah eksisting seluruh armada *dump truck* berdasarkan *tracking* menggunakan *Avenza Maps* ditunjukkan pada Gambar 1-6 berikut ini.



Gambar-1. Rute Pengangkutan Sampah Pengangkut A Ritasi Pertama (kiri) dan Ritasi Kedua (kanan)



Gambar-2. Rute Pengangkutan Sampah Pengangkut B Ritasi Pertama (kiri) dan Ritasi Kedua (kanan)



Gambar -3. Rute Pengangkutan Sampah Pengangkut C Ritasi Pertama (kiri) dan Ritasi Kedua (kanan)

Rute pengangkutan sampah yang dilalui setiap armada tentu telah direncanakan agar sesuai dengan peraturan yang berlaku, namun selain memperhatikan rute pengangkutan juga perlu memperhatikan perencanaan dalam menentukan ritasi pengangkutan sampah agar lebih efektif. Hasil dari perhitungan dalam seluruh armada pengangkutan sampah sistem SCS dapat dilihat pada Tabel-1.

Tabel-1. Total Waktu per Ritasi dan Jumlah Ritasi Pengangkutan Sampah dengan Metode SCS di Kecamatan Balikpapan Timur

Kendaraan	Ritasi	Ct (unit /rit)	Uc (jam /rit)	S (jam /rit)	H (jam /rit)	Np (lokasi/ rit)	Dbc (jam /rit)	Pscs (jam /rit)	Tscs (jam /rit)	Jarak (km)	Ritasi Eksisting
Pengangkut A	1	1	2,03	0,18	0,43	10	0,14	3,83	4,44	30	2
	2	1	1,13	0,13	0,05	8	0,15	2,51	2,70	39	
Pengangkut B	1	2	2,10	0,50	1,03	8	0,05	3,89	5,42	38	2
	2	1	0,85	0,16	0,13	3	0,03	1,19	1,49	30	
Pengangkut C	1	2	1,12	0,28	0,75	12	0,06	2,78	3,81	51	2
	2	2	0,72	0,25	0,35	9	0,03	1,64	2,24	53	

Keterangan:

Ct : jumlah kontainer yang dapat dikosongkan per ritasi (unit/ritasi)

Uc : rata-rata waktu pengosongan kontainer (kontainer/ritasi)

S : waktu untuk bongkar muat di TPS atau TPA (jam/ritasi)

H : waktu dari sumber pengangkutan ke lokasi akhir pengangkutan (jam/ritasi)

Np : jumlah lokasi kontainer yang diambil per ritasi (lokasi/ritasi)

Dbc : waktu yang terbangun untuk bergerak dari satu lokasi ke lokasi lainnya (jam/lokasi)

Pscs : waktu pengambilan (jam/ritasi)

Tscs : total waktu yang dibutuhkan setiap ritasi (jam/ritasi)

3. Kondisi Pengangkutan Alternatif

Rute pengangkutan eksisting dapat dioptimalkan dengan mempersingkat jarak dan waktu pengangkutan. Rute alternatif dianalisis menggunakan *Network Analysis*, dimana aplikasi ini dapat mencari rute tercepat atau terpendek, fasilitas terdekat, maupun untuk menentukan area pelayanan (Selvia Lauryn & Ibrohim, 2019). Rute alternatif yang digunakan dalam proses pengangkutan sampah tiga armada *dump truck* adalah sebagai berikut:

a. Rute Alternatif Pengangkut A

Data yang digunakan dalam mengoptimalkan rute pengangkutan sampah adalah dengan nilai berupa *length* (panjang jalan) yang terdapat pada SHP peta jaringan jalan dengan nilai atributnya berupa panjang dalam satuan kilometer. Input selanjutnya adalah menentukan titik *Stops* yaitu dari *pool* kendaraan menuju TPS-TPS hingga menuju TPA (Bani *et al.*, 2021). Jarak yang dapat ditempuh dengan menggunakan rute alternatif pada pengangkutan sampah pengangkut A ritasi pertama yaitu 25 km. Armada *dump truck* memulai perjalanan dari *pool* pada Jalan Wanasaya, kemudian menuju TPS pertama yang berada pada Jalan Mulawarman gerbang masuk Pantai Manggar kemudian menuju TPS pada Kelurahan Lamaru dan menuju TPA. Selanjutnya ritasi kedua akan dilakukan setelah armada pengangkutan sampah selesai melakukan bongkar muat pada TPA Manggar. Rute pengangkutan alternatif yang dapat dilalui oleh armada *dump truck* A pada ritasi kedua adalah 21 km. Pengangkutan sampah dalam satu kali ritasi untuk sistem SCS ditempuh dengan kecepatan rata-rata 20 Km/jam dan jarak tempuh rata-rata yang dilalui berkisar antara 40 km hingga 80 km (Ferdiani *et al.*, 2022).

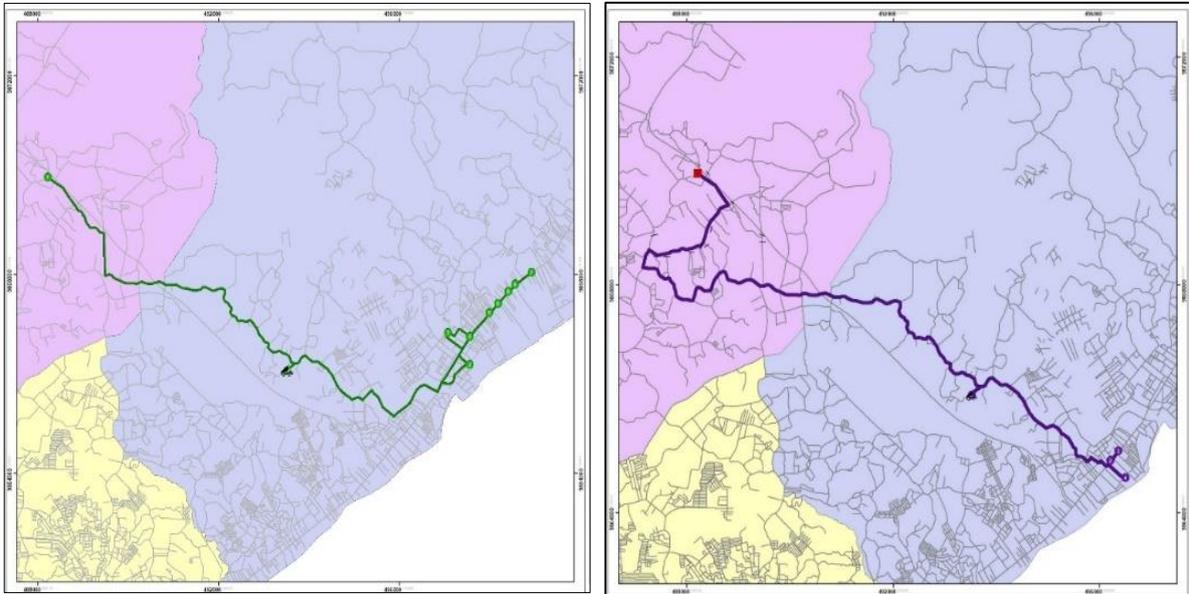
b. Rute Alternatif Pengangkut B

Dengan menggunakan *Network Analysis*, diperoleh analisis jarak yang dapat ditempuh menggunakan rute alternatif oleh pengangkut B pada ritasi pertama yaitu 38 km. Rute alternatif ritasi kedua membutuhkan jarak tempuh sejauh 30 km dengan melewati Jalan Kesatriaan (Transad) dengan kecepatan sampai dengan 40 km/jam. Pengangkutan sampah *dump truck* B merupakan armada dengan jarak tempuh paling jauh dari ketiga armada pada Kecamatan Balikpapan Timur karena Pool armada yang terletak pada Jalan Wanasaya menuju ke lokasi TPS pertama jika melewati rute eksisting sekitar 32 km hal ini sangat berpengaruh terhadap jarak yang diperlukan dalam pengangkutan sampah. Jarak pengangkutan tersebut apabila melewati rute alternatif menjadi 18 km namun kondisi jalan pada Jalan Kesatriaan dan Jalan Proklamasi memiliki kondisi jalan yang kurang baik. Kondisi jalan berpengaruh terhadap lama waktu pengangkutan dimana sebaiknya jalan yang digunakan untuk pengangkutan sampah sebaiknya adalah jalan protokol, karena jalan ini memang dibuat untuk lalu lintas kendaraan berat seperti truk pengangkut sampah baik yang berupa *dump truck* maupun *arm*

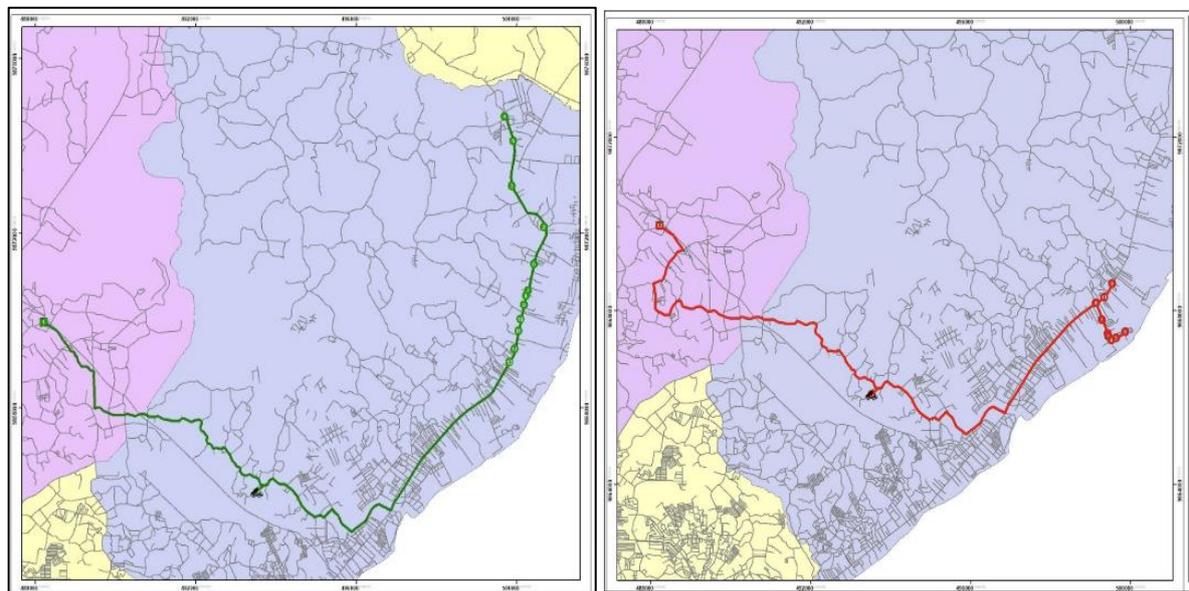
roll truck (Pramartha *et al.*, 2013). Selain itu pemilihan alternatif jalan juga harus disesuaikan dengan kondisi kelancaran lalu lintas (Mahmudah & Herumurti, 2016).

c. Rute Alternatif Pengangkut C

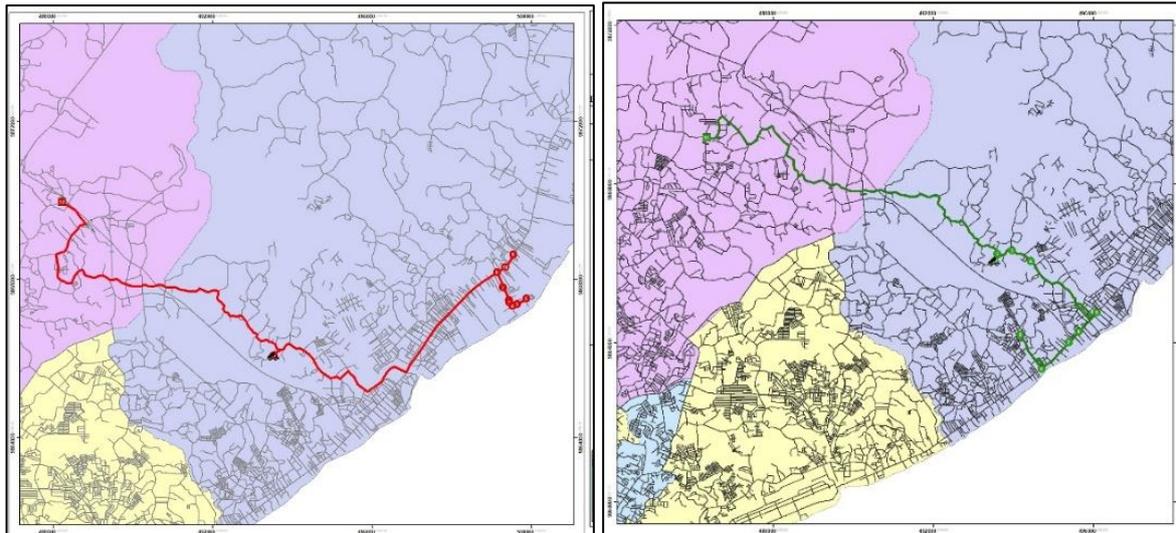
Pengangkutan sampah dengan rute alternatif oleh armada *dump truck* terakhir yaitu *dump truck C* terdiri atas dua ritasi, dimana ritasi pertama dapat diselesaikan dengan jarak 28 km dan ritasi kedua sejauh 24 km. Waktu tempuh masing-masing ritasi adalah 4 jam dan 3 jam untuk ritasi pertama dan ritasi kedua. Kecepatan *dump truck* berkisar 20-30 km/jam.



Gambar-4. Rute Alternatif Pengangkut A Ritasi Pertama (kiri) dan Ritasi Kedua (kanan)



Gambar-5. Rute Alternatif Pengangkut B Ritasi Pertama (kiri) dan Ritasi Kedua (kanan)



Gambar-6. Rute Alternatif Pengangkut C Ritasi Pertama (kiri) dan Ritasi Kedua (kanan)

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pengangkutan sampah Sistem SCS di Kecamatan Balikpapan Timur menggunakan 3 unit armada *dump truck* dengan kapasitas 6 m³ dan 8 m³ dengan jumlah TPS bak penampung tetap yang dilayani sebanyak 47 unit. Waktu pengangkutan sampah dilakukan malam hari mulai pukul 21.00 WITA sampai dengan pukul 05.00 WITA, dengan jumlah ritasi rata-rata per hari adalah 2 ritasi. Durasi pengangkutan sampah SCS per hari pada 3 armada *dump truck* adalah 7 jam untuk pengangkut A, 6 jam 30 menit untuk *dump truck* pengangkut B, dan pengangkut C selama 7 jam. Dengan menggunakan SIG, dilakukan perencanaan rute alternatif pengangkutan sampah mulai dari *pool* ke TPS sampai dengan ke TPA. Setiap ritasi memiliki satu rute alternatif yang didasarkan pada jarak terpendek dan waktu tempuh yang paling singkat. Jarak dan waktu yang ditempuh tiga armada *dump truck* untuk dua ritasi per hari menurut melalui rute alternatif yaitu, pengangkut A memiliki jarak tempuh total 46 km dalam waktu 5 jam, pengangkut B menempuh jarak 68 km selama 5 jam, dan *dump truck* terakhir dengan jarak tempuh sejauh 52 km dan waktu tempuh selama 6 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambariski, P. P. D., & Herumurti, W. (2016). *Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah Berdasarkan Kapasitas Kendaraan Pengangkut dan Kondisi Kontainer Sampah di Surabaya Barat*.
- Bani, A. D. R., Hendriarianti, E., & Hardianto. (2021). Optimasi Pewadahan dan Pengangkutan Sampah di Pasar Karangploso Kabupaten Malang dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Enviro*, 1(1), 1–8.
- BPS Kota Balikpapan. (2023). *Kota Balikpapan dalam Angka 2022*. <https://balikpapankota.bps.go.id/> diakses pada tanggal 1 April 2023.
- Chaerul, M., Puturuhi, M., & Artika, I. (2022). Optimasi Rute Pengangkutan Sampah dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour (Studi Kasus: Kabupaten Manokwari, Papua Barat). *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 10(1), 55–68. <https://doi.org/10.14710/jwl.10.1.55-68>
- Damanhuri, E., & Padi, T. (2010). *Pengelolaan Sampah*. ITB Press.
- Dwi Putra, E., Utomo, K. P., & Sulastri, D. A. (2023). Optimalisasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Kabupaten Bengkayang Berbasis Geographic Information System (GIS). In *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 11, Issue 2).
- Fatony, M. D. L. (2019). *Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah di Kabupaten Bondowoso*.
- Ferdiani, D. S. Dela, Arifin, T. S. P., & Widiastuti, M. (2022). Optimasi Rute Angkutan Kecamatan Sungai Kujang Kota Samarinda dengan Metode Penyelesaian Vehicle Routing Problem (VRP). *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil*, 6(1), 11–20.
- Hapsari, Y. P., Dwirianty, D., & Trihadiningrum, Y. (2005). Kajian Sistem Pengangkutan Sampah di Kota Batu. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi II*, 1–12.
- Hidayat, R. (2021). *Kajian Pengangkutan Sampah di Kota Balikpapan* [Laporan Tugas Akhir]. Institut Teknologi Kalimantan.

- Jannah, W. (2020). Optimasi Rute Pengangkutan Sampah di Kota Lamongan Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix. *Indonesian Journal of Spatial Planning* , 1(1), 56–62. <http://journals.usm.ac.id/index.php/ijsp>
- Lestari, S., Nurlaily, S., & Fitrianiingsih, Y. (2015). *Evaluasi Pengangkutan Sampah di Kota Pontianak*.
- Mahmudah, R. A., & Herumurti, W. (2016). Analisis Sistem Pengangkutan Sampah di Wilayah Surabaya Utara. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 103–108.
- Muharamin, A., Alala, P. S., & Munir, M. (2022). Studi Pengangkutan Sampah di Permukiman Perkotaan dengan Dump Truck di Kabupaten Alor. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan X*, 1(1), 1–7.
- Murnianti, M., Syamsidik, S., & Zaki, M. (2019). Analisis Kinerja Pengangkutan Sampah Pada Zona III Kota Banda Aceh (Kecamatan Lueng Bata, Kuta Raja dan Baiturrahman). *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 2(4), 314–323. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v2i4.14948>
- Peraturan Daerah Kota Balikpapan Nomor 13 Tahun 2015 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Pub. L. No. Peraturan Daerah Kota Balikpapan Nomor 13 Tahun 2015, 1 (2015).
- Pramartha, I. K. T. S., Widhiawati, I. A. R., & Ciawi, Y. (2013). Analisis Pengelolaan Pengangkutan Sampah di Kecamatan Klungkung Kabupaten Klungkung. *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil*, 2(2), 1–6.
- Pramono, S. S. (2005). Studi Pengangkutan Sampah dari TPS Hingga TPA di Kota Depok. *Prosiding Seminar Nasional PESAT*, 23–24.
- Selvia Lauryn, M., & Ibrohim, M. (2019). Sistem Informasi Geografis Tingkat Kerusakan Ruas Jalan Berbasis Web. *Jurnal Sistem Informasi*, 6(1), 20–31.
- Sri Komala, P., Aziz, R., & Ramadhani, F. (2012). Analisis Produktivitas Sistem Transportasi Sampah Kota Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, 9(2), 95–109.