

Analisis Rute Pengangkutan Sampah Domestik Kota Malang Berbasis Aplikasi Google Map

Samin^{*1}

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia
Email: samin@umm.ac.id

Abstrak

Optimalisasi rute transportasi sampah kota berdasarkan kondisi aktual dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi pengumpulan sampah dan penjadwalan transportasi, mengurangi jarak yang ditempuh oleh truk sampah. Penelitian ini mencoba untuk mengetahui rute pengangkutan sampah dari tempat penampungan sampah sementara (TPS) ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang efisien pada suatu kawasan perkotaan. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan survey lapangan pada beberapa TPS untuk mengamati waktu pergerakan kendaraan dan waktu pengangkutan. Subjek penelitian ini adalah supir truk pengangkut sampah. Metode pengumpulan data menggunakan observasi dan wawancara terarah. Analisa data menggunakan analisis statistik regresi untuk mengetahui waktu tempuh, sementara aplikasi google map untuk mengetahui rute angkutan. Penelitian ini membuktikan bahwa Pengangkutan sampah berbasis Aplikasi Google Maps dari (TPS) ke (TPA) dapat diperkirakan dengan mempertimbangkan kondisi lalu lintas suatu daerah, dimana perbedaan jarak tempuh antara 0.5 km sampai dengan 2.5 km sedangkan perbedaan waktu tempuh antara 10 menit sampai dengan 25 menit apabila rute tersebut menggunakan aplikasi Google Map.

Kata kunci: *Pengangkutan, Sampah domestik, Rute*

Abstract

Optimizing municipal waste transportation routes based on actual conditions can significantly improve the efficiency of waste collection and transportation scheduling, reducing the distance traveled by waste trucks. This research tries to determine the efficient transportation route for waste from temporary waste storage sites (TPS) to Final Processing Sites (TPA) in an urban area. This research is a quantitative descriptive research with a field survey approach at several polling stations to observe vehicle movement times and transportation times. The subject of this research is a garbage truck driver. The data collection method uses observation and directed interviews. Data analysis uses statistical regression analysis to determine travel time, while the Google Map application is used to determine transportation routes. This research proves that waste transportation based on the Google Maps Application from (TPS) to (TPA) can be estimated by considering the traffic conditions of an area, where the difference in travel distance is between 0.5 km to 2.5 km while the difference in travel time is between 10 minutes to 25 minutes. if the route uses the Google Map application.

Keywords: *Domestic Waste, Routes, Transport*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan timbulan sampah padat karena pertumbuhan populasi dan pola konsumsi menggarisbawahi perlunya sistem transportasi sampah yang terorganisir dengan baik dan dioptimalkan untuk mengurangi bahaya lingkungan. Pengangkutan sampah domestik memainkan peran penting dalam sistem pengelolaan limbah, berdampak pada kelestarian lingkungan, efisiensi operasional, dan efektivitas biaya. Rute transportasi yang efisien dapat secara signifikan mengurangi biaya operasional, meminimalkan emisi karbon, dan mengoptimalkan jadwal pengumpulan, yang pada akhirnya berkontribusi pada lingkungan perkotaan yang lebih bersih dan peningkatan kesehatan masyarakat (Chen et al., 2022) (Zhang et al., 2022) (Ismail & Dzulkifli, 2021). Berbagai penemuan berfokus pada pengoptimalan pengumpulan sampah dan proses transportasi (Wang¹ et al., 2022).

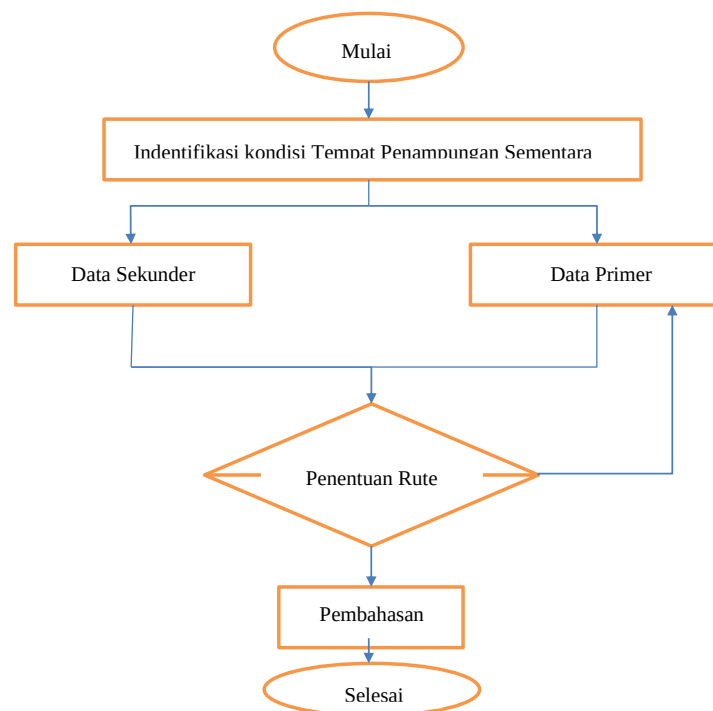
Daerah padat penduduk menghadapi tantangan dalam mengelola limbah domestik karena tingginya volume yang dihasilkan. Sistem pengangkutan yang efisien dan sering diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Sistem pengelolaan limbah berbasis IoT menggunakan sensor dan teknik pemrosesan data telah diusulkan untuk memantau tingkat limbah di daerah perkotaan dan mengoptimalkan rute pengumpulan limbah (Singh et al., 2022) (Udhayakumar et al., 2023). Model lokasi fasilitas juga telah dikembangkan untuk meningkatkan pengumpulan limbah dengan mengelompokkan pelanggan ke dalam kelompok dan menugaskannya ke lokasi pengumpulan limbah (Johann et al., 2023). Selain itu, investasi dalam pengumpulan limbah dan sistem transportasi di daerah pedesaan sangat penting untuk pengelolaan limbah yang efektif (Adeleke et al., 2019). Strategi pengelolaan berkelanjutan terpadu, termasuk pengurangan limbah, daur ulang, dan pemanfaatan sumber daya, direkomendasikan untuk mengatasi kekurangan pengelolaan limbah di daerah padat penduduk seperti Hong Kong (Wong, 2022).

Transportasi sampah domestik berbasis internet dapat ditingkatkan secara signifikan melalui penerapan sistem pintar yang memanfaatkan teknologi IoT. Dengan mengintegrasikan perangkat IoT seperti sensor ultrasonik, GPS, dan terminal seluler, sistem pengelolaan limbah yang efisien dapat dibangun (Xuan et al., 2021) (Nugraha et al., 2022). Sistem ini dapat memantau tingkat sampah di tempat sampah, memandu pengguna ke tempat sampah yang kurang penuh, dan memberi tahu otoritas kota tentang status tempat sampah secara real-time, mengurangi luapan dan mengoptimalkan proses pengumpulan limbah (Srilatha et al., 2021). Selain itu, IoT dapat digunakan untuk memantau lokasi truk dan muatan kargo secara real-time, memungkinkan pengoptimalan rute dinamis untuk truk pengumpul limbah, sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi tantangan logistik yang terkait dengan transportasi limbah (Maia & Yudi, 2020).

Dari beberapa studi yang telah dibahas di atas, terlihat bahwa belum ada metode yang tepat untuk menentukan rute pengangkutan sampah yang terbaik di Kota Malang berdasarkan perhitungan biaya termurah dan waktu tempuh yang singkat pada kawasan perkotaan dengan kondisi jalan yang kepadatannya relatif tinggi dengan jumlah TPS yang banyak serta dengan sebaran TPS yang berjauhan. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah jarak tempuh manakah yang lebih pendek untuk pengangkutan sampah dengan, biaya yang termurah dan jenis truk yang manakah yang dapat digunakan untuk rute di domestik kota Malang Tujuan dari studi ini adalah untuk menentukan rute pengangkutan sampah domestik kota berbasis Google Map yang efisien berdasarkan jarak terpendek, waktu tercepat dan jenis truk yang memiliki. Hasil studi ini diharapkan akan meningkatkan tingkat pelayanan dan mengurangi biaya operasional pengangkutan sampah dengan berbagai jenis alat angkut sampah yang tersedia.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Pengumpulan data menggunakan observasi lapangan ke beberapa TPS untuk mengamati pola pengangkutan, waktu pergerakan kendaraan dan waktu tempuh truk pengangkut mulai awal (TPS) sampai Akhir (TPA). Subyek penelitian ini adalah supir truk pengangkut sampah. Wawancara terarah juga digunakan untuk mengetahui masalah yang ada dari subyek langsung. Berikut adalah beberapa langkah yang peneliti lakukan untuk mengumpulkan data seperti pada Gambar 1:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

- Identifikasi area dan populasi: Tentukan area atau wilayah yang akan menjadi fokus pengumpulan sampah. Kenali populasi penduduk di setiap wilayah ini dan perhatikan kepadatan penduduk serta jumlah rumah tangga.
- Pemetaan area dan lokasi TPS sampah: Buat peta yang mencakup seluruh area yang akan dilayani. Identifikasi lokasi Tempat Penampungan Sementara sampah, baik yang terletak di jalan umum, perumahan, atau tempat-tempat umum lainnya. Catat koordinat geografis (latitude dan longitude) dari setiap lokasi TPS sampah ini.
- Kategori dan volume sampah: Tentukan jenis sampah yang dikumpulkan (organik, non-organik, limbah elektronik, dan lain-lain.) dan volume sampah yang dihasilkan di setiap lokasi. Data ini dapat diperoleh dari survei lapangan atau data historis yang sudah ada.
- Waktu pengumpulan sampah: Catat jadwal pengumpulan sampah di setiap lokasi, termasuk hari dan waktu pengumpulan. Identifikasi apakah ada perbedaan dalam jadwal pengumpulan pada hari kerja dan akhir pekan.
- Informasi jalan dan lalu lintas: Kumpulkan data tentang sistem jalan, termasuk jalan satu arah, rambu lalu lintas, waktu sibuk, dan pembatasan lalu lintas lainnya. Informasi ini dapat diperoleh dari badan pemerintah atau lembaga pengelola jalan.
- Batasan dan kendala: Kenali batasan dan kendala yang mungkin mempengaruhi proses pengumpulan sampah, seperti jalan yang rusak, jalan sempit, atau area yang sulit diakses. Catat juga batasan operasional, seperti jumlah truk pengangkut sampah yang tersedia atau batasan waktu.
- Penggunaan teknologi: Manfaatkan teknologi yaitu aplikasi google map untuk menentukan rute pengangkutan dengan lebih efisien.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jumlah TPS Kota Malang

Secara keseluruhan jumlah Tempat Pembuangan Sementara (TPS) sampah di kota Malang yang tersebar di 5 kecamatan yang dijelaskan bahwa jumlah TPS mengalami penambahan dari tahun 2020 sebanyak 59 lokasi, tahun 2021 sebanyak 65 lokasi dan pada tahun 2022 terdapat 74 lokasi TPS. Adapun jumlah pada masing-masing TPS seperti tampak pada tabel 1.

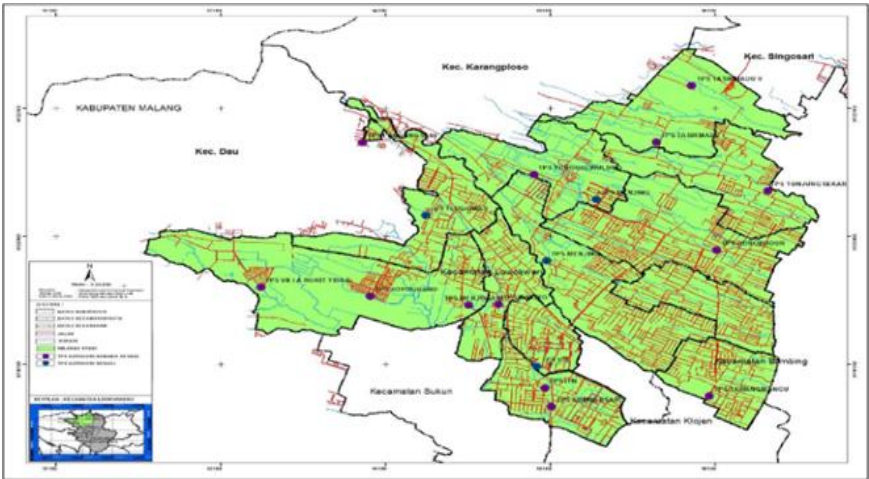
Tabel 1. Jumlah TPS di Kota Malang

Kecamatan di Kota Malang	Jumlah Tempat Pembuangan Sampah (TPS) yang Dikelola di Kota Malang		
	2020	2021	2022
Kedungkandang	10	11	11
Sukun	13	12	15
Klojen	10	10	9
Blimbing	12	15	19
Lowokwaru	14	17	20
Total	59	65	74

Tempat penampungan sampah sementara dapat diperkirakan dengan mempertimbangkan kondisi geografis dan sosial suatu daerah tersebut dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti populasi, kepadatan perumahan, dan tingkat pembangkitan limbah dapat membantu menentukan jumlah tempat penampungan yang dibutuhkan. Studi oleh Sharma dan Jailia (Zajecs et al., 2022) menganalisis hubungan antara variabel seperti populasi, produksi sampah, dan kebutuhan tenaga kerja di kota-kota India. Model regresi mereka menunjukkan korelasi yang kuat antara populasi dan produksi sampah, menunjukkan bahwa populasi dapat digunakan sebagai prediktor untuk memperkirakan jumlah sampah yang dihasilkan. Selain itu, studi oleh Kleszcz dan Maciejko (Sharma & Jailia, 2023) meneliti desain dan solusi spasial untuk pengumpulan sampah di perumahan perkotaan, memberikan wawasan tentang faktor fungsional-spasial dan ergonomis yang harus dipertimbangkan ketika merancang tempat penampungan sampah.

3.2. Peta Letak Sebaran TPS

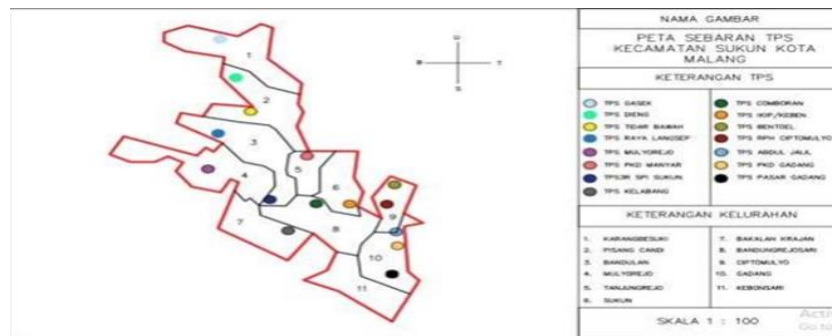
Penempatan Lokasi TPS tersebar di beberapa lokasi yang tergantung dari keberadaan sumber sampah yakni permukiman dan non permukiman. Berikut ini sebaran lokasi TPS di Kecamatan Lowokwaru (gambar 2)



Sumber: DLH Kota Malang

Gambar 2. Peta sebaran TPS di kecamatan Lowokwaru

Sementara Sebaran lokasi TPS di Kecamatan Sukun seperti pada gambar 3 berikut ini:



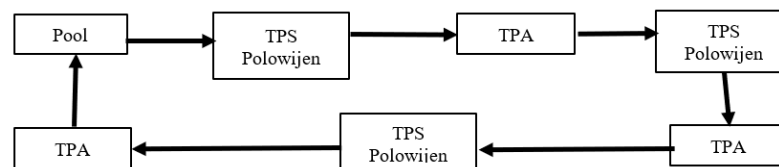
Sumber : DLH Kota Malang
Gambar 3. Peta sebaran TPS di Kecamatan Sukun

3.2. Pengangkutan Sampah

Total Jumlah Truk Angkutan Sampah Kota Malang berjumlah 48 Truk yang selalu melakukan kegiatan pengangkutan sampah yang terkumpul di TPS yang tersebar di 5 kecamatan. Hasil survey Pengangkutan Sampah Kota Pola pengangkutan sampah disesuaikan dengan kondisi TPS dan Rute Pengangkutan, yang tergantung dari jenis truknya dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1. TPS Polowijen menggunakan Dump Truk

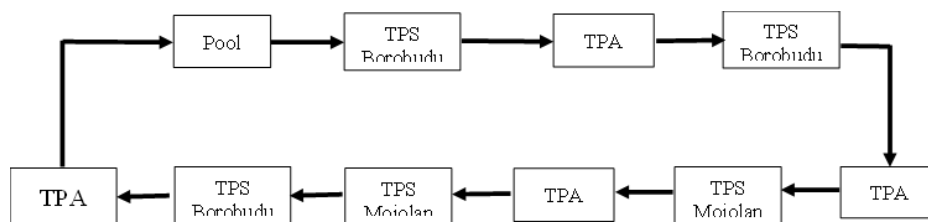
Rute Pengangkutan :



Gambar 4. Rute Pengangkutan Dump Truk

3.2.2. TPS Borobudur (1) dan TPS Mojolangu (2) menggunakan Compactor

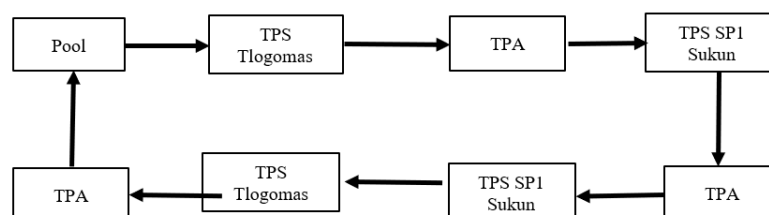
Rute Pengangkutan :



Gambar 5. Rute Pengangkutan Truk Compactor

3.2.3. TPS Tlogomas (1) dan TPS SP1 Sukun (2) menggunakan Compactor

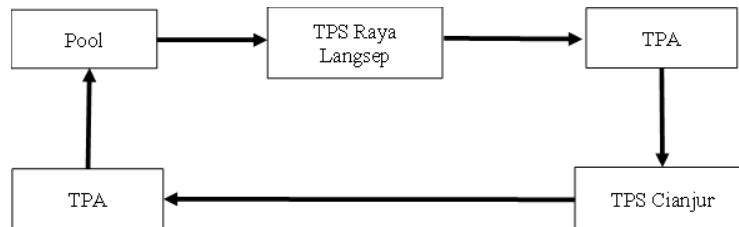
Rute Pengangkutan :



Gambar 6. Rute Pengangkutan Truk Compactor

3.2.4. TPS Raya Langsep (1) dan TPS Cianjur (2) menggunakan Dump Truk

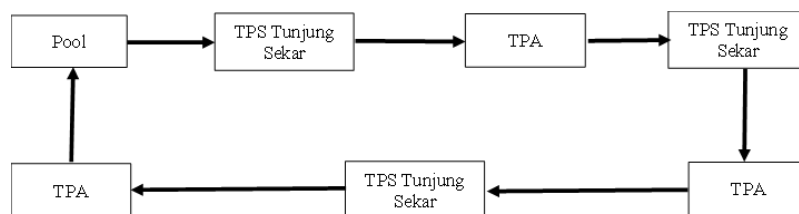
Rute Pengangkutan :



Gambar 7. Rute Pengangkutan Dump Truk

3.2.5. TPS Tunjung Sekar menggunakan Compactor

Rute Pengangkutan :



Gambar 8. Rute Pengangkutan Truk Compactor

Berdasarkan hasil survei menunjukkan bahwa masing-masing kendaraan akan melakukan pengangkutan sampah setiap hari sesuai dengan jam kerja yang berlaku dan tergantung dari posisi dan kondisi TPS. Secara umum pola pengangkutan untuk truk amrol : kendaraan menuju TPS, angkat container ke atas truk amrol, diangkut ke TPS, kontainer kosong dibawa ke TPS berikutnya dan ambil kontainer isi yang selanjutnya dibawa ke TPA demikian seterusnya sampai TPS berikutnya hingga waktu kerja habis. Adapun untuk Truk terbuka, truk menuju TPS yang sampahnya sudah terkumpul dan naikan sampah hingga bak truk terisi penuh dan selanjutnya dibawa ke TPA, demikian seterusnya hingga waktu kerja habis. Sedangkan untuk Truk Compactor, truk menuju TPS yang kontainernya tidak bisa dipindahkan, isi hingga dipenuhi dan diangkut ke TPA.

3.6. Analisis Rute Pengangkutan

Berdasarkan hasil survei di beberapa TPS seperti tampak bahwa jarak tempuh dari TPS menuju TPA sangat bervariasi yang tentu tergantung dari rute pengangkutan yang dilalui. Adapun waktu tempuh dan jarak dari TPS ke TPA hasil survei seperti tampak pada Tabel 2.

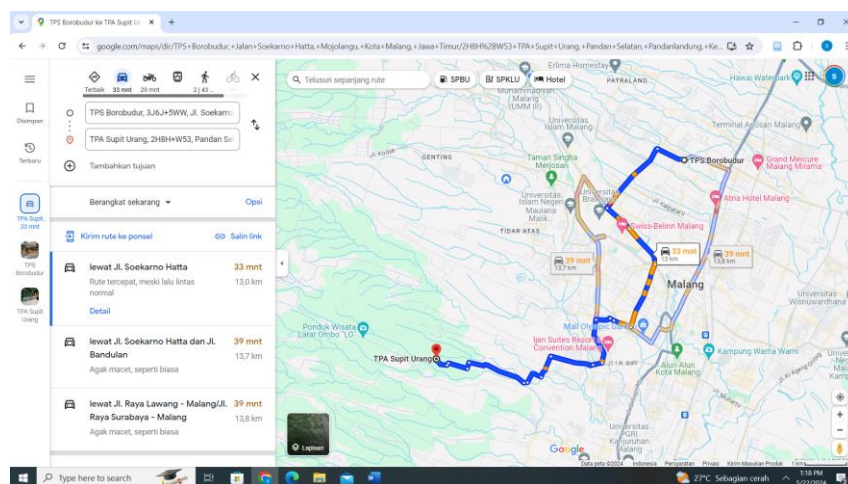
Tabel 2. Hasil Survei Jarak dan Waktu Tempuh

No	TPS	TPA	Hasil Survei	
			Jarak (KM)	Waktu (menit)
1	Borobudur	Supit Urang	14	45
2	Mojolangu	Supit Urang	12	40
3	Polowijen	Supit Urang	15	50
4	Tlogomas	Supit Urang	13	45
5	Sukun	Supit Urang	6.7	25
6	Tunjung Sekar	Supit Urang	13	45

Selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil analisis menggunakan Aplikasi Google Map. Truk sampah akan mengumpulkan sampah dari berbagai titik seperti tempat sampah umum, titik khusus di

permukiman, atau tempat sampah lainnya (TPS) dan diangkut ke TPA. Rute pengangkutan menggunakan aplikasi google Map, dengan langkah sebagai berikut:

- Aktifkan Aplikasi Google Map
- Tentukan tujuan akhir yaitu TPA Supit Urang
- Memasukan awal keberangkatan (TPS)
- Runing Aplikasi
- Diketahui beberapa rute pengangkutan
- Dapat diketahui jarak dan waktu tempuh untuk beberapa alternatif routenya.
- Tampilan rute tampak pada Gambar 9.
- Pilih Alternatif rute tercepat.



Gambar 9. Penentuan Rute Pengangkutan Sampah

Hasil analisis rute menggunakan Aplikasi Google Map, dengan rute tercepat disajikan pada Tabel 5 dimana diketahui jarak tempuh (KM) dan waktu tempuh (menit) relatif lebih pendek dengan waktu tempuh lebih cepat.

Tabel 3. Hasil Rute Pengangkutan dengan Aplikasi Google Map

No	TPS	TPA	Hasil Google Map	
			Jarak (KM)	Waktu (menit)
1	Borobudur	Supit Urang	12.6	25
2	Mojolangu	Supit Urang	12.6	25
3	Polowijen	Supit Urang	14.1	30
4	Tlogomas	Supit Urang	11.9	29
5	Sukun	Supit Urang	6.3	15
6	Tunjung Sekar	Supit Urang	13.3	34

Berdasarkan data tersebut, perbedaan jarak tempuh dapat dijelaskan pada Tabel 6, dimana ada perbedaan antara 0.5 km sampai dengan 2.5 km apabila rute tersebut menggunakan aplikasi Google Map.

Tabel 4. Perbandingan Jarak Tempuh hasil Survei dan Google Map.

No	TPS	TPA	Rarak Tempuh (KM)	
			Survei	Google Map
1	Borobudur	Supit Urang	14	12.6
2	Mojolangu	Supit Urang	12	12.6
3	Polowijen	Supit Urang	15	14.1
4	Tlogomas	Supit Urang	13	11.9
5	Sukun	Supit Urang	6.7	6.3
6	Tunjung Sekar	Supit Urang	13	13.3

Adapaun perbedaan waktu dapat dijelaskan pada Tabel 7, dimana ada perbedaan antara 10 menit sampai dengan 25 menit apabila rute tersebut menggunakan aplikasi Google Map.

Tabel 5. Perbandingan Waktu Tempuh hasil Survei dan Google Map.

No	TPS	TPA	Waktu Tempuh (menit)	
			Survei	Google Map
1	Borobudur	Supit Urang	45	25
2	Mojolangu	Supit Urang	40	25
3	Polowijen	Supit Urang	50	30
4	Tlogomas	Supit Urang	45	29
5	Sukun	Supit Urang	25	15
6	Tunjung Sekar	Supit Urang	45	34

Mengacu pada pembahasan tersebut tampak bahwa penggunaan Aplikasi Google Map dapat memabntu dalam pemilihan rute pengangkutan sampah yang dapat diimplementasikan dengan mudah oleh semua pengguna. Rute tersebut akan dipilih oleh Aplikasi dengan mempertimbangkan kondisi lalu lintas di saat melakukan pengangkutan. Hal tersebut sesuai dengan beberapa hasil penelitian terdahulu yaitu Pola transportasi sampah dari TPS ke tempat pembuangan sampah di berbagai kota di Indonesia seperti Medan, Pati, Bogor, dan Semarang melibatkan teknik optimasi untuk meminimalkan jarak dan biaya perjalanan. Studi di Medan dan Pati menggunakan algoritma seperti Clarke & Weight Saving, Floyd Warshall, dan ArcGIS untuk mengoptimalkan rute transportasi limbah, menghasilkan pengurangan jarak tempuh yang signifikan (Syahputri et al., 2020) (Rahman & Maryono, 2020).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa Pengangkutan sampah berbasis Aplikasi Google Mapa dari tempat penampungan sampah sementara (TPS) ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dapat diperkirakan dengan mempertimbangkan kondisi lalu lintas suatu daerah. Perbedaan jarak tempuh antara 0.5 km sampai dengan 2.5 km sedangkan perbedaan waktu tempuh antara 10 menit sampai dengan 25 menit apabila rute tersebut menggunakan aplikasi Google Map.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeleke, O. J., Olukanni, D. O., & Olusanya, M. O. (2019). An Improved Location Model for the Collection of Sorted Solid Waste in Densely Populated Urban Centres. In R. Silhavy, P. Silhavy, & Z. Prokopova (Eds.), *Computational Statistics and Mathematical Modeling Methods in Intelligent Systems* (pp. 125–135). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31362-3_13
- Chen, S., Zhu, W., Yang, X., Li, M., & Wang, H. (2022). Urban domestic garbage collection and transportation scheduling under the background of garbage classification. *International Conference on Smart Transportation and City Engineering (STCE 2022)*, 12460, 922–928. <https://doi.org/10.1117/12.2657922>

- Ismail, S. B., & Dzulkifli, D. b. (2021). Optimization of Route Selection and Carbon Emission Release for Waste Collection Systems. In A. Ismail, W. M. Dahalan, & A. Öchsner (Eds.), *Advanced Engineering for Processes and Technologies II* (pp. 119–129). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67307-9_12
- Johann, G., Pfister, A., & Teichgräber, B. (2023). *Dealing with extreme floods in densely populated areas* (EGU23-7826). EGU23. Copernicus Meetings. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-7826>
- Maia, J., & Yudi, J. (2020). An IoT solution for load monitoring and tracking of garbage-truck fleets. *2020 IEEE Conference on Industrial Cyberphysical Systems (ICPS)*, 1, 406–410. <https://doi.org/10.1109/ICPS48405.2020.9274699>
- Nugraha, N., Supriyadi, S., & Febriyana, F. (2022, August 18). *Design of Waste Transportation Management System Using Fuzzy Logic Algorithm Based on Internet of Things*. Proceedings of the 2nd Universitas Kuningan International Conference on System, Engineering, and Technology, UNISSET 2021, 2 December 2021, Kuningan, West Java, Indonesia. <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.2-12-2021.2320321>
- Rahman, A., & Maryono, M. (2020). Optimization of waste transport routes in Pati Regency using ArcGIS. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 485(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/485/1/012020>
- Sharma, R. K., & Jailia, M. (2023). Regression Analysis of Garbage Management System for Smart Cities. *Proceedings of the 4th International Conference on Information Management & Machine Intelligence*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/3590837.3590910>
- Singh, D., Chaturvedi, P., Dhawan, G., Singh, A., & Aggarwal, R. (2022). WBMS: Waste Bin Management System for densely populated urban areas. *2022 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*, 2, 770–774. <https://doi.org/10.1109/ICIPTM54933.2022.9754190>
- Srilatha, M., Abhinav, C., Balaram, M., & Sanjana, A. (2021). Smart Monitoring and Collection of Garbage System Using Internet of Things. *2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV)*, 335–342. <https://doi.org/10.1109/ICICV50876.2021.9388438>
- Syahputri, K., Sari, R. M., Rizkya, I., Leviza, J., Tambunan, M. M., & Hidayati, N. (2020). Optimization of garbage transport routes in West Medan using Clarke & Weigh saving and Floyd Warshall algorithm. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 801(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/801/1/012029>
- Udhayakumar, C., Nithin Nandha, M., Pradeesh, V., Praveen, S., & Rohith, S. (2023). Smart Waste Management System For Metropolitan Areas. *2023 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/ICCCI56745.2023.10128496>
- Wang¹, <p>Xiaoran, Zhang², F., & Li³</p>, X. (2022). Research on Innovative Design of Urban Domestic Garbage Treatment System Based on Intelligent Logistics. *The Frontiers of Society, Science and Technology*, 4(12). <https://doi.org/10.25236/FSST.2022.041211>
- Wong, M. H. (2022). Integrated sustainable waste management in densely populated cities: The case of Hong Kong. *Sustainable Horizons*, 2, 100014. <https://doi.org/10.1016/j.horiz.2022.100014>
- Xuan, L., Gan, T., Hong, W., & Yang, X. (2021). Design and development of a domestic garbage removal management platform based on the Internet of Things. *Journal of Physics: Conference Series*, 1827(1), 012197. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1827/1/012197>
- Zajecs, D., Lebedeva, K., & Odineca, T. (2022). Application Possibilities of the Off-Grid HVAC System Operation Solution for Temporary Shelters in the Latvian Climate Conditions. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 59(2), 55–63. <https://doi.org/10.2478/lpts-2022-0011>

Zhang, Y., Luo, X., Han, X., Lu, Y., Wei, J., & Yu, C. (2022). Optimization of Urban Waste Transportation Route Based on Genetic Algorithm. *Security and Communication Networks*, 2022, e8337653. <https://doi.org/10.1155/2022/8337653>