

Mengoptimalkan Efisiensi Pengangkutan Sampah di Kota Langsa, Indonesia: Pendekatan *Dynamic Programming*

Muhammad Nizar^{1*}, Al-Fataya Zikrillah², Arief Rahman³, Erdiwansyah⁴

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh

⁴Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh

^{2,3}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

*Koresponden email: mnizar.abdurran@gmail.com

Diterima: 25 Maret 2024

Disetujui: 10 April 2024

Abstract

As the population grows every year, it creates environmental problems, one of which is waste. Langsa City is one of the cities that is not free from these problems. This is shown by the piles of garbage that are not collected in the streets of Langsa City due to the limited transport fleet that has to be rotated with different drivers and teams every shift. The purpose of this research is to find out the efficient time and distance travelled on the waste transport route in Langsa City using the Dynamic Programming method and to find out how efficient the route is in terms of time and fuel cost. Data was collected through observation and interviews. Observations were made of six fleets on each route. For the waste transport routes in Langsa City, after using the Dynamic Programming method, a reduction in mileage of 0.2-2.9 km with time savings of 2-19 minutes was observed. The fuel savings after Dynamic Programming is 0.903% for one shift for all vehicles. This shows that the use of Dynamic Programming to solve the problem of waste transport routes in Langsa City has proven to be effective.

Keywords: *dynamic programming, langsa, waste transportation, route efficiency*

Abstrak

Perkembangan penduduk yang kian meningkat di setiap tahunnya menyebabkan sebuah permasalahan lingkungan salah satunya adalah masalah persampahan. Kota Langsa menjadi salah satu kota yang tak luput dari permasalahan tersebut. Hal ini ditandai dengan adanya tumpukan sampah yang tidak terangkut di sekitar jalanan kota di Kota Langsa yang diakibatkan dari keterbatasan armada pengangkutan di setiap harinya yang mengharuskan armada di gilir pada tiap pertukaran *shift* dengan supir dan tim yang berbeda. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu dan jarak tempuh yang efisien dalam rute pengangkutan sampah di Kota Langsa menggunakan metode *Dynamic Programming* serta untuk mengetahui seberapa besar efisiensi rute tersebut dari segi waktu dan biaya bahan bakar. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara. Observasi dilakukan pada 6 armada pada masing-masing rute. Rute pengangkutan sampah di Kota Langsa setelah menggunakan metode *Dynamic Programming* mengalami pengurangan jarak tempuh 0,2 km-2,9 km dengan penghematan waktu 2-19 menit. Penghematan bahan bakar setelah dilakukannya metode *Dynamic Programming* adalah sebesar 0,903% untuk satu *shift* bagi semua kendaraan. Hal ini menunjukkan bahwasanya penggunaan *Dynamic Programming* dalam mengatasi permasalahan rute pengangkutan sampah di Kota Langsa terbukti efektif.

Kata kunci: *dynamic programming, langsa, transportasi sampah, efisiensi rute*

1. Pendahuluan

Sampah adalah permasalahan yang sangat kompleks yang dihadapi di muka bumi ini, mau di negara berkembang maupun negara maju. Permasalahan ini sekarang menjadi masalah di kota besar tanpa terkecuali di Indonesia (Fitri dkk., 2019). Pemerintah daerah di Indonesia telah melakukan beberapa hal untuk memecahkan masalah yang dimana permasalahan ini sudah melingkupi ke perekonomian, kesehatan (Kalempouw, 2021). Pengelolaan sampah merupakan kegiatan sistematis dan menyeluruh yang meliputi pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, dan pengelolaan akhir. Pengelolaan sampah tidak hanya menyangkut aspek teknis, namun juga aspek non teknis, yaitu kelembagaan, aspek regulasi, aspek peran masyarakat, dan aspek pembiayaan yang diatur oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sesuai dengan SNI 324:2008 (Riali, 2020).

Persoalan sampah sepertinya tak pernah terselesaikan secara baik. Pemandangan sampah yang berserakan, seakan menjadi hal yang lumrah (Rielasari, 2018). Sampah yang pengelolaannya buruk pasti

akan berdampak ke aspek-aspek lingkungan yang tidak diinginkan, maka dari itu perhatian yang besar perlu diberikan pada pengelolaan sampah, khususnya identifikasi rute pengangkutan sampah. Kemudian menghitung jumlah produksi sampah berdasarkan jumlah penduduk kota kemudian menghitung kebutuhan TPS berdasarkan jumlah produksi sampah (Dzakwan dkk., 2020).

Sistem pengangkutan yang operasionalnya membawa sampah dari lokasi dari sumber sampah secara langsung ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Dengan mengharapkan terhadap sopir menjadi jelas serta biaya yang relatif ekonomis. Sistem pengangkutan Kota Langsa dilakukan secara menyeluruh baik di jalan utama hingga ke daerah pasar di Kota Langsa yang dibagi secara 3 shift dimulai dari jam 07.00 - 00.00 WIB.

Dynamic Programing adalah suatu teknik matematis yang biasanya digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah, salah satunya yaitu permasalahan mengenai penentuan jarak minimum antar simpul (Wang, J., Kang, L., & Liu, Y., 2020). *Dynamic Programing* dapat dikatakan sebagai metode pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan langkah (*Step*) ataupun tahapan (*Stage*) sedemikian rupa sehingga solusi permasalahan dapat dipandang dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan (Guo, Z., dkk, 2020; Liu, D., dkk, 2020).

2. Metode Penelitian

Tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1. Pengumpulan Data

Pola pengangkutan sampah yang di terapkan oleh DLHK Kota Langsa saat ini adalah sistem *Hauled Container System* (HCS) dan *Stationer Container System* (SCS). Permasalahan yang terjadi pada pengangkutan Kota Langsa adalah keterbatasannya armada yang dimana setiap harinya armada harus di gilir di setiap pertukaran *shift* dengan supir dan tim yang berbeda namun menggunakan armada yang bergantian.

Tabel 1. Operasional truk pengangkut sampah Kota Langsa

No.	Jam Operasional	No Kendaraan	Jenis Kendaraan	Nama Jalan yang dilalui
1.	07.00 WIB	BL 8063 F	<i>Dump-truck</i>	Kantor – Jl. Masjid Ibrahim – Jl. Sudirman – Jl. Syiah Kuala – Sp. A.Yani
2.	07.00 WIB	BL 8065 F	<i>Dump-truck</i>	Kantor - Jl. Iskandar Muda - Jl.Pajak Pisang - Pabrik Es – Jl. Depan LATOS - T.Umar – Jl. Iskandar sani
3.	07.00 WIB	BL 8461 JT	<i>Dump-truck</i>	Kantor – Jl. Masjid Ibrahim – Sp. Komodor – Jl. A. Yani
4.	07.00 WIB	BL 8050 F	<i>Dump-truck</i>	Kantor – Jl. A.Yani – Sp. Bungong Seulanga – Sp. RSUD – Jl. Panglima Polem – Jl. Kp. Jawa Belakang - Jl. Lilawangsa
5.	07.00 WIB	BL 8062 F	<i>Dump-truck</i>	Kantor - Simpang Tk Bungong Seulanga - Tugu Lantas - Balik Simpang Polres - Simpang Jl. Lilawangsa
6.	07.00 WIB	BL 8051 F	<i>Dump-truck</i>	Kantor – Sp. Jl Lilawangsa – Sp. Komodor - Perumnas Paya Dalam

Sumber: DLHK Kota Langsa, 2023

2.2. Pengolahan Data

Pengolahan data untuk mendapat hasil tingkat penambahan dan pengurangan juga rata – rata jarak tempuh sudah didapatkan dengan mengikuti rute secara langsung dengan menggunakan google maps dan titik koordinat selanjutnya ialah menyesuaikan dengan persamaan rumus yang ada dan ditetapkan khusus untuk sarana pengangkutan sampah.

$$\min_{i, \dots, n} \{ \text{jarak terpendek ke titik } i \} + \{ \text{jarak terpendek dari titik } i \text{ ke titik } n \}$$

Saat menghitung biaya, biaya operasi dan pemeliharaan pengumpulan sampah diperhitungkan. Analisis tersebut didasarkan pada biaya yang dikeluarkan oleh pemerintah, biaya yang dikeluarkan untuk meningkatkan jumlah perjalanan dan waktu pengangkutan sampah yang lebih efisien serta efisiensi rute (Anugerah, M. F., dkk, 2020).

Rumus perhitungan biaya bensin:

$$\frac{10}{\text{Jarak awal}} = \dots \text{liter/Km} \dots (1)$$

$$\text{Rute hasil metode } \textit{dynamic programming} \textit{ x} \text{ hasil rumus } 1 = \dots \text{liter} \dots (2)$$

2.3. Implementasi Algoritma *Dynamic Programming*

Untuk mendapatkan sistem pengangkutan yang efektif dan efisien maka operasional pengangkutan sampah sebaiknya menggunakan rute pengangkutan yang sependek mungkin dan dengan hambatan yang sekecil mungkin, serta menggunakan kendaraan angkut dengan kapasitas angkut semaksimal mungkin juga didukung dengan kendaraan yang hemat bahan bakar (Buako, Z., Yahya, L., & Achmad, N., 2021).

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu dengan membuat model perhitungan untuk mengetahui seberapa optimal rute yang sudah ada, dimana metode ini digunakan untuk mendapatkan gambar atau model konseptual pada rute pengangkutan sampah di Kota Langsa (Asiyah, N., 2019).

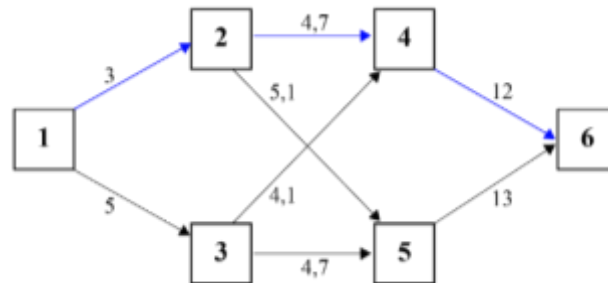
Penelitian deskripsi dengan menggunakan analisa kualitatif dan kuantitatif bertujuan untuk menjelaskan suatu masalah dengan teknik perhitungan matematik. Teknik pengolahan dan analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *Dynamic Programming*.

3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan terjadi penumpukan sampah yang berkaitan dengan keterbatasan jumlah *Dump Truck* dan biaya yang tersedia untuk bahan bakar, serta rute pengangkutan yang kurang optimal.

- ***Dump Truck* (BL 8051 F)**

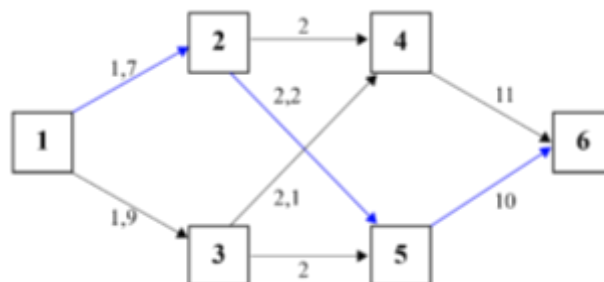
Dari 3 tahapan dapat disimpulkan bahwa rute terpendek yang dapat dilalui dari titik 1 ke titik 6 adalah 1-2-4-6 atau 19,7 Km.



Gambar 1. Diagram rute dump truck BL 8051 F

- ***Dump Truck* (BL 8065 F)**

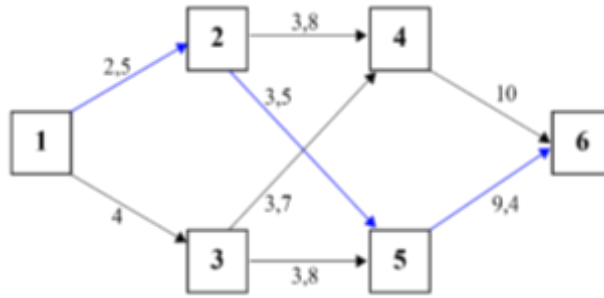
Dari 3 tahapan dapat disimpulkan bahwa rute terpendek yang dapat dilalui dari titik 1 ke titik 6 adalah 1-2-5-6 atau 13,8 Km.



Gambar 2. Diagram rute dump truck BL 8065 F

- ***Dump Truck* (BL 8050 F)**

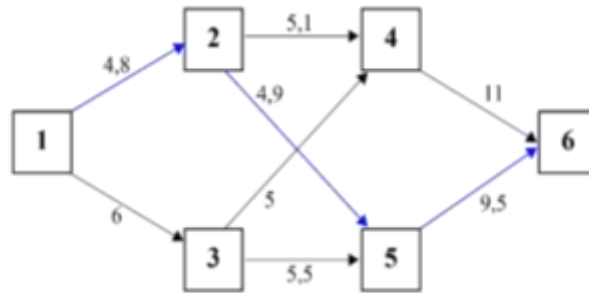
Dari 3 tahapan dapat disimpulkan bahwa rute terpendek yang dapat dilalui dari titik 1 ke titik 6 adalah 1-2-5-6 atau 15,4 Km.



Gambar 3. Diagram rute dump truck BL 8050 F

• **Dump Truck (BL 8461 JT)**

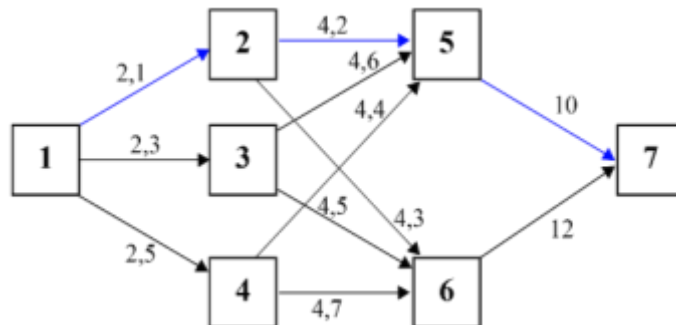
Dari 3 tahapan dapat disimpulkan bahwa rute terpendek yang dapat dilalui dari titik 1 ke titik 6 adalah 1-2-5-6 atau 19,2 Km.



Gambar 4. Diagram rute dump truck BL 8461 JT

• **Dump Truck (BL 8062 F)**

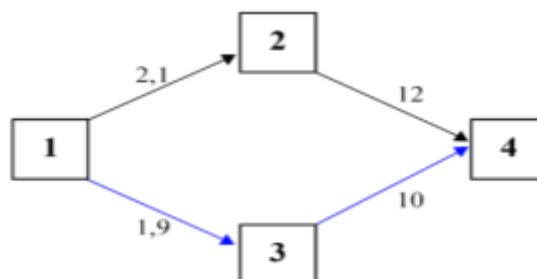
Dari 3 tahapan dapat disimpulkan bahwa rute terpendek yang dapat dilalui dari titik 1 ke titik 6 adalah 1-2-5-7 atau 16,3 Km.



Gambar 5. Diagram rute dump truck BL 8062 F

• **Dump Truck (BL 8063 F)**

Dari 2 tahapan dapat disimpulkan bahwa rute terpendek yang dapat dilalui dari titik 1 ke titik 4 adalah 1-3-4 atau 11,9 Km.



Gambar 6. Diagram rute dump truck BL 8063 F

Hasil jarak yang didapatkan dari Google Maps maka ditotalkan berdasarkan rute yang dilewati oleh *Dump Truck* sebelum dan sesudah dihitung dengan metode *dynamic programming* dengan data seperti **Tabel 2**. Pada penelitian ini juga akan dibahas mengenai pengeluaran biaya bahan bakar sebelum dan setelah.

Tabel 2. Jarak Rute yang dilewati sebelum dan sesudah metode Dynamic Programming

No.Pol	Rute		Total Jarak (Km)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
BL 8051 F	1-2-5-6	1-2-4-6	21,1	19,7
BL 8065 F	1-2-4-6	1-2-5-6	14,7	13,9
BL 8050 F	1-2-4-6	1-2-5-6	16,3	15,7
BL 8461 JT	1-2-4-6	1-2-5-6	20,9	20,7
BL 8062 F	1-4-6-7	1-2-5-7	19,2	16,3
BL 8063 F	1-2-4	1-3-4	14,1	11,9

Dari hasil perbandingan antara rute yang dijalankan selama ini dengan rute hasil perhitungan savings, diperoleh penghematan biaya sebagai berikut. Diasumsikan untuk 1 liter bahan bakar mampu menempuh jarak ± 8 Km tanpa hambatan (Sumber : Hasil Wawancara dengan Sopir *Dump Truck*,2023).

Tabel 3. Hasil perhitungan pemakaian BBM dan total biaya

No.Pol	Jumlah BBM/Shift (liter)		Total Biaya (Rp./Shift)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
BL 8051 F	10	9,3	51.500	47.895
BL 8065 F	10	9,4	51.500	48.410
BL 8050 F	10	9,3	51.500	47.895
BL 8461 JT	10	9,7	51.500	49.955
BL 8062 F	10	8,15	51.500	41.972
BL 8063 F	10	8,33	51.500	42.899

Penghematan yang didapatkan dari DLHK Kota Langsa melalui efisiensi rute yang telah diterapkan untuk kendaraan dengan nopol BL 8051 F sebesar 0,93%, nopol BL 8065 F sebesar 0,94%, nopol BL 8050 F sebesar 0,93%, nopol BL 8461 JT sebesar 0,97%, nopol BL 8062 F sebesar 0,815%, nopol BL 8063 F sebesar 0,833%. sehingga total penghematan untuk *shift* hari bagi semua kendaraan mencapai 0,903%.

Pada penentuan rute perlu memperhatikan beberapa hal yaitu rute pengangkutan, ritasi, jarak tempuh, kondisi jalan, waktu pengangkutan, pola pengumpulan dan pengangkutan, usia armada, dan aspek biaya. Hal ini sangat perlu agar dapat mengatasi kendala yang akan dihadapi pada batasan atau pun kondisi eksisting. Pemanfaatan metode *dynamic programming*, Dinas Lingkungan Hidup Kota Langsa dapat merancang rute perjalanan ke TPA Kota Langsa yang efisien dan meminimalkan biaya transportasi serta mempercepat proses pembuangan sampah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari analisa dan pembahasan dapat diambil kesimpulan yaitu efisiensi rute pengangkutan di Kota Langsa menggunakan Dynamic Programming terbukti efektif dalam mengurangi jarak pengangkutan. Pengaplikasian *dynamic programming* pada permasalahan pengangkutan sampah ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) kota Langsa dilakukan dengan menggunakan graf yaitu, menghitung besar jarak antara setiap titik pada jalur yang mempunyai besar jarak yang paling minimum, dan dilakukan dengan perhitungan *dynamic programming* secara manual.

Dengan menggunakan metode *dynamic programming* juga dapat meminimalkan pengeluaran biaya untuk Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan hasil yang diperoleh total penghematan untuk satu *shift* bagi semua kendaraan mencapai 0,903%.

5. Daftar Pustaka

1. Dzakwan, M. A., Nia, T., Sandi, P., Teknologi, I., & Tama, A. (2020). *Perbandingan Pengangkutan Sampah Dengan Truk Kompaktor Dan Truk Arm Roll*. 1–7.
2. Fitri, R. F., Ati, N. U., & Suyeno. (2019). Implementasi Kebijakan Pemerintah Dalam Inovasi Pengelolaan Sampah Terpadu. *Jurnal Respon Publik*, 13(4), 12–18.

[Http://Riset.Unisma.Ac.Id/Index.Php/Rpp/Article/View/3577](http://Riset.Unisma.Ac.Id/Index.Php/Rpp/Article/View/3577)

3. Kalemouw, K. G. (2021). Implementasi Kebijakan Pemerintah Kota Bitung Dalam Pengelolaan Sampah Dengan Mengoptimalkan Bank Sampah. *Jurnal Politico*, 10(4), 1–10.
4. Riali, M. (2020). Pengelolaan Sampah Kota Berdasarkan Konsep Zero Waste. In *Pondasi* (Vol. 25, Issue 1, P. 63). <https://doi.org/10.30659/Pondasi.V25i1.13037>
5. Rielasari, I. (2018). Pengelolaan Sampah Kota Pekanbaru. *Jom Fisip*, 5(1), 1–12.
6. Wang, J., Kang, L., & Liu, Y. (2020). Optimal scheduling for electric bus fleets based on dynamic programming approach by considering battery capacity fade. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 130, 109978.
7. Guo, Z., Wei, W., Chen, L., Wang, Z., Catalão, J. P., & Mei, S. (2020). Optimal energy management of a residential prosumer: A robust data-driven dynamic programming approach. *IEEE Systems Journal*, 16(1), 1548-1557.
8. Liu, D., Xue, S., Zhao, B., Luo, B., & Wei, Q. (2020). Adaptive dynamic programming for control: A survey and recent advances. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 51(1), 142-160.
9. Anugerah, M. F., Syamsuadi, A., Hartati, S., Arisandi, D., Trisnawati, L., & Saputra, R. (2020). Studi Pendahuluan: Konstruksi Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Kota Pekanbaru 2012-2014. *JDP (Jurnal Dinamika Pemerintahan)*, 3(2), 115-132
10. Buako, Z., Yahya, L., & Achmad, N. (2021). Aplikasi algoritma floyd-warshall dengan pendekatan madm dalam menentukan rute terpendek pengangkutan sampah. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 9(2), 62-70.
11. Asiyah, N. (2019). Kebijakan pemerintah kota langsa terhadap pengelolaan sampah dalam memenuhi prinsip good environmental governance. *Jurnal Hukum Samudra Keadilan*, 14(2), 316-327