



PENERAPAN ALGORITMA FLOYD-WARSHALL UNTUK OPTIMALISASI RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN BINJAI KOTA

Kristin Natalia Br. Sipayung¹, Nerli Khairani²

^{1,2}Universitas Negeri Medan

kristinsipayung24@gmail.com

Info Artikel :

Diterima : 15 Agustus 2022

Disetujui : 20 Agustus 2022

Dipublikasikan : 25 Agustus 2022

ABSTRAK

Pengelolaan sampah harus semakin diperhatikan karena berhubungan dengan efisiensi biaya. Dengan optimasi transportasi sampah diharapkan pengangkutan sampah menjadi mudah, cepat, serta biaya relatif murah dengan tujuan akhir meminimalkan penumpukan sampah yang akan memberi dampak langsung bagi kesehatan masyarakat dan keindahan kota. Pada Kecamatan Binjai Kota rute pengangkutan sampah dilakukan secara acak sehingga menimbulkan biaya dan waktu yang tidak efisien. Pengangkutan sampah lebih optimal bila pengangkutan tersebut tidak memerlukan banyak waktu dan biaya. Penentuan lintasan terpendek untuk mempersingkat waktu dan biaya digunakan untuk menyelesaikan masalah pengangkutan sampah tersebut menggunakan

Kata Kunci :

Algoritma Floyd-Warshall; Rute; Pengangkutan Sampah

Algoritma Floyd-Warshall. Setelah menyelesaikan tahapan Algoritma Floyd-Warshall dalam pengoptimalan rute pengangkutan sampah di Kecamatan Binjai Kota, jarak optimal yang dilalui oleh *dump truck* yaitu sebesar 13,27 km maka jarak yang ditempuh setiap bulannya adalah 398,1 km. Rute optimal yang dilalui yaitu $V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_3 \rightarrow V_4 \rightarrow V_5 \rightarrow V_4 \rightarrow V_3 \rightarrow V_2 \rightarrow V_{19} \rightarrow V_{18} \rightarrow V_{17} \rightarrow V_{13} \rightarrow V_{14} \rightarrow V_{12} \rightarrow V_{10} \rightarrow V_9 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_{11} \rightarrow V_{15} \rightarrow V_{14} \rightarrow V_{13} \rightarrow V_{17} \rightarrow V_{18} \rightarrow V_{19} \rightarrow V_{20} \rightarrow V_{21} \rightarrow V_{22}$. Total biaya bahan bakar yang dikeluarkan Dinas selama ini Rp.1.545.000,- sebanyak 300 liter solar dalam sebulan dan setelah menggunakan Algoritma Floyd-Warshall bahan bakar yang dibutuhkan setiap bulan untuk rute tersebut adalah 132,7 liter dan biaya bahan bakar sebesar Rp.683.405,- dengan asumsi truk mematikan mesin saat mengangkut sampah. Penghematan bahan bakar sebanyak 167,3 liter dan biaya bahan bakar yang dihemat Rp.861.595,-. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rute yang dibuat menggunakan Algoritma Floyd-Warshall menghasilkan rute dan biaya bahan bakar pengangkutan sampah yang lebih minimum.

ABSTRACT

Keywords :

Floyd-Warshall Algorithm; Route; Garbage transport

Waste management must be increasingly considered because it is related to cost efficiency. By optimizing waste transportation, it is hoped that waste transportation will be easy, fast, and relatively inexpensive with the ultimate goal of minimizing waste accumulation which will have a direct impact on public health and the beauty of the city. In the District of Binjai City, the route of transporting waste is carried out randomly, causing inefficient costs and time. Waste transportation is more optimal if the transportation does not require a lot of time and money. Determination of the

shortest path to shorten the time and cost is used to solve the problem of transporting the waste using the Floyd-Warshall Algorithm. After completing the stages of the Floyd-Warshall Algorithm in optimizing the waste transportation route in Binjai Kota District, the optimal distance traversed by the dump truck is 13.27 km, so the distance traveled every month is 398.1 km. The optimal route is $V1 \rightarrow V2 \rightarrow V3 \rightarrow V4 \rightarrow V5 \rightarrow V4 \rightarrow V3 \rightarrow V2 \rightarrow V19 \rightarrow V18 \rightarrow V17 \rightarrow V13 \rightarrow V14 \rightarrow V12 \rightarrow V10 \rightarrow V9 \rightarrow V10 \rightarrow V11 \rightarrow V15 \rightarrow V14 \rightarrow V13 \rightarrow V17 \rightarrow 18 \rightarrow V19 \rightarrow V20 \rightarrow V21 \rightarrow V22$. The total cost of fuel issued by the Service so far is Rp. 1,545,000, - 300 liters of diesel in a month and after using the Floyd-Warshall Algorithm the fuel needed every month for this route is 132.7 liters and the fuel cost is Rp. 683,405, - assuming the truck turns off the engine when transporting garbage. Fuel savings of 167.3 liters and fuel costs saved Rp.861,595, -. The results obtained indicate that the route created using the Floyd-Warshall Algorithm produces a route and a minimum fuel cost of transporting waste.

PENDAHULUAN

Kota Binjai terletak di kawasan yang strategis dimana Kota Binjai sendiri berada pintu gerbang Kota Medan menuju Provinsi Aceh. Terletak sekitar 22 kilometer sebelah kota Medan. Kota Binjai terdiri dari 5 (lima) kecamatan yaitu Kecamatan Binjai Selatan, Binjai Kota, Binjai Timur, Binjai Utara, dan Binjai Barat. Pengangkutan sampah di Kecamatan Binjai Kota dilakukan sekali sehari dimana apabila truk sudah berisi penuh sampah langsung dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan kondisi ini mengakibatkan sampah yang ada di setiap TPS tidak bisa semua diangkat karena kapasitas truk hanya $15m^3$ dan volume sampah dari setiap pool melebihi kapasitas truk maka untuk sekali perjalanan hanya 80% sampah yang diangkut dari semua TPS di Kecamatan Binjai Kota. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya penimbunan sampah di setiap TPS. Pengelolaan sampah yang tidak menggunakan cara dan teknik yang ramah lingkungan dapat berdampak negatif bagi kesehatan dan sangat mengganggu kelestarian lingkungan.

Proses pengangkutan sampah akan dilakukan dari titik pembuangan sampah ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Pemerintah Kota Binjai memiliki satu TPA yang terletak di Kecamatan Binjai Timur dan merupakan milik pemerintah daerah. Pada penelitian ini, penentuan jalur terpendek digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pengangkutan sampah menggunakan Algoritma Floyd-Warshall. Selama ini rute pengangkutan sampah di Kecamatan Binjai Kota dilakukan secara acak sehingga menimbulkan biaya dan waktu yang tidak efisien. Oleh karena itu, penelitian ini membahas solusi matematis untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi Dinas Lingkungan Hidup dalam mengatasi permasalahan pengangkutan sampah di Kecamatan Binjai Kota.

Beberapa algoritma dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah rute terpendek, termasuk Algoritma Dijkstra, Algoritma Bellman Ford, Algoritma Greedy, Algoritma Floyd-Warshall. Namun, mengacu pada penelitian dilakukan oleh Raden Aprian Diaz Novandi dimana, kesimpulan yang dihasilkan adalah: Algoritma Floyd-Warshall yang mengimplementasikan pemrograman dinamis lebih menjamin keberhasilan menemukan solusi optimal untuk kasus penentuan jalur terpendek (*all-pairs shortest path*) (Novandi 2007). Algoritma Floyd-Warshall adalah algoritma sederhana dan mudah diimplementasikan (Siang 2002). Algoritma ini sangat efisien dari sudut pandang penyimpanan data karena dapat diimplementasikan hanya dengan melakukan perubahan matriks jarak dan dapat menghitung bobot terkecil dari semua titik yang menghubungkan sepasang titik dan lakukan sekaligus untuk semua pasangan titik.

Algoritma Floyd-Warshall memiliki input graf berarah dan berbobot (V,E), yang merupakan daftar titik (node/vertex V) dan daftar sisi (edge E). Jumlah bobot sisi pada suatu lintasan adalah bobot lintasan tersebut.

Pada prinsipnya, ambil apa yang bisa Anda dapatkan sekarang (*take what you can get now!*), dan keputusan yang telah diambil pada setiap langkah tidak akan dapat diubah kembali. Intinya adalah Algoritma Greedy berusaha untuk membuat pilihan nilai optimum lokal pada setiap langkah dan berharap nilai optimum lokal ini mengarah ke nilai optimal global (Novandi 2007).

Berdasarkan penelitian sebelumnya peneliti mencoba menerapkan Algoritma Floyd-Warshall dalam mengoptimalkan rute pengangkutan sampah di Kecamatan Binjai Kota, sebagai bahan dasar penulisan tugas akhir dengan judul Penerapan Algoritma Floyd-Warshall Untuk Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Binjai Kota

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup Kota Binjai yang beralamat di Jalan Sibolga No.5, Rambung Barat, Binjai Selatan, Kota Binjai, Sumatera Utara 20735 selama kurang lebih dua bulan. Jenis penelitian yang akan digunakan dalam penulisan ini adalah penelitian studi lapangan. Teknik ini langsung dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup Kota Binjai dengan cara mengajukan pertanyaan secara lisan kepada Kasubbag. Umum dan Kepegawaian Dinas Lingkungan Hidup Kota Binjai. Dan Penelitian Studi Kasus dengan cara mengambil data dari Dinas Lingkungan Kota Binjai. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer berupa wawancara dan pengamatan langsung. Wawancara merupakan pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan secara langsung dan data sekunder merupakan data yang diambil dari dokumen dan literatur literatur pada dinas sebagai informasi yang menunjang penelitian ini.

Adapun analisis metode penelitian ini adalah:

1. Mengumpulkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Binjai, seperti mencatat rute dan jarak pengangkutan sampah dengan titik untuk kendaraan berjenis *dump truck* yang telah diketahui dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Binjai.
2. Menyesuaikan konsep dan teori yang mendukung pemecahan masalah.
3. Memilih TPS yang akan menjadi *vertex* pada graf.
4. Menentukan jalan yang akan digunakan menjadi *edge* pada graf.
5. Memodelkan dalam bentuk graf.
6. Dalam menghitung *Shortest Path* dengan menggunakan Algoritma Floyd Warshall langkah yang harus di lakukan sebagai berikut :
7. Membuat tabel matriks rute yang ingin dilewati.
8. Jika hasil penjumlahan W_{ik} dan W_{kj} lebih kecil dari W_{ij} , maka ganti nilai W_{ij} menjadi $W_{ij} = W_{ik} + W_{kj}$
9. Lakukan berulang sampai sebanyak verteksnya (langkah ini menggunakan aplikasi *Codeblocks*)
10. Menentukan path terpendek dari hasil perhitungan.
11. Menarik kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

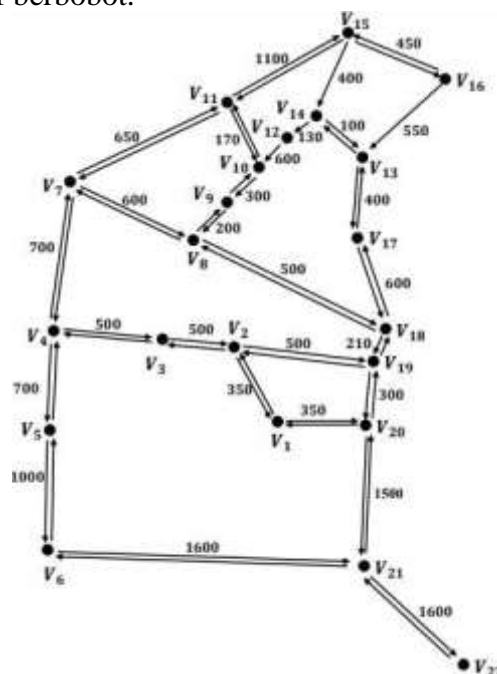
Data yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Binjai adalah rute dan jarak pengangkutan sampah dengan titik untuk kendaraan berjenis *dump truck* serta berat sampah yang terangkut satu kali pada Kecamatan Binjai Kota. Diasumsikan bahwa kendaraan pengangkutan selalu dalam keadaan baik, kemacetan diabaikan, ruas jalan selalu dapat dilewati, jarak dari jarak i ke j sama dengan jarak dari j ke i , dan volume pengambilan sampah tidak diperkirakan. Adapun bahan bakar *dump truck* yang disubsidi pemerintah adalah solar yang setiap harinya sebanyak 10 liter dengan harga solar Rp.5.150,-/liter maka biaya bahan bakar yang dikeluarkan oleh pihak Dinas Lingkungan Hidup tersebut adalah Rp.1.545.000,- /bulan dan diasumsikan 1 liter solar mampu menempuh 3 km. Terdapat enam buah TPS yang ada di Kecamatan Binjai Kota. Lokasi tiap TPS adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Lokasi Tiap TPS

No	TPS	Kapasitas(m ³)
1	TPS Jl. Candra Kirana	3,0
2	TPS Jl. Samanhudi	2,5
3	TPS Jl. Jenderal Sudirman	3,5
4	TPS Pasar Kaget	4,0
5	TPS Jl. Ahmad Yani	2,5
6	TPS Jl. Imam Bonjol	3,0

Titik TPS tersebut dijadikan patokan dalam penentuan jalan yang digunakan. Beberapa jalan yang dijadikan rute awal, beberapa persimpangan jalan, dan titik akhir tujuan TPS. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder.

Maka diperoleh lokasi-lokasi yang akan menjadi letak *vertex*. *Vertex-vertex* tersebut akan saling terhubung sesuai dengan kenyataan pada wilayah penelitian. Graf ini adalah graf berarah dan graf berbobot.



Gambar 1 Peta Jalur Penelitian dengan *Vertex*

Titik-titik tersebut digunakan sebagai dasar pengukuran jarak tiap *vertex*. Penentuan jarak menggunakan *google maps* dengan tetap memper hatikan pada jarak sebenarnya yang diperoleh manual menggunakan *spidometer* sepeda motor. Jarak antara tiap titik adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Jarak antar *vertex* yang berhubungan

Edge	Vertex yang berhubungan	Jarak (m)	Keterangan Jalan
e_1	$V_1 - V_2$	350	Dua Arah
e_2	$V_1 - V_{21}$	350	Dua Arah
e_3	$V_2 - V_3$	500	Dua Arah
e_4	$V_2 - V_{19}$	500	Dua Arah
e_5	$V_3 - V_4$	500	Dua Arah
e_6	$V_4 - V_5$	700	Dua Arah
e_7	$V_4 - V_7$	700	Dua Arah
e_8	$V_5 - V_6$	1000	Dua Arah
e_9	$V_6 - V_{21}$	1600	Dua Arah
e_{10}	$V_7 - V_8$	600	Dua Arah
e_{11}	$V_7 - V_{11}$	650	Dua Arah
e_{12}	$V_8 - V_9$	200	Dua Arah
e_{13}	$V_8 - V_{19}$	500	Dua Arah
e_{14}	$V_9 - V_{10}$	300	Dua Arah
e_{15}	$V_{10} - V_{11}$	170	Dua Arah
e_{16}	$V_{12} - V_{10}$	600	Satu Arah
e_{17}	$V_{11} - V_{15}$	1100	Dua Arah
e_{18}	$V_{14} - V_{12}$	130	Satu Arah
e_{19}	$V_{13} - V_{14}$	100	Dua Arah
e_{20}	$V_{16} - V_{13}$	550	Satu Arah
e_{21}	$V_{13} - V_{17}$	400	Dua Arah
e_{22}	$V_{15} - V_{14}$	400	Satu Arah
e_{23}	$V_{15} - V_{16}$	450	Dua Arah
e_{24}	$V_{17} - V_{15}$	600	Dua Arah
e_{25}	$V_{18} - V_{19}$	210	Dua Arah
e_{26}	$V_{19} - V_{20}$	300	Dua Arah
e_{27}	$V_{20} - V_{21}$	1500	Dua Arah
e_{28}	$V_{21} - V_{22}$	1600	Dua Arah

Berdasarkan analisis data yang dilakukan diperoleh sebanyak 28 *vertex* yang berpasangan (*edge*). Pada 28 *edge* yang diperoleh terdapat 24 *edge* yang dapat dilalui dua arah dan terdapat 4 *edge* yang dapat dilalui satu arah. Dengan demikian terdapat 52 *edge* berarah yang dapat dilalui. Dalam bentuk matriks jarak antar titik (*edge*) dapat ditulis sebagai berikut:

Tabel 3 Matriks Awal

Dist	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	0	350																					
2	350	0																					
3			0																				
4				0																			
5					0																		
6						0																	
7							0																
8								0															
9									0														
10										0													
11											0												
12												0											
13													0										
14														0									
15															0								
16																0							
17																	0						
18																		0					
19																			0				
20																				0			
21																					0		
22																						0	

Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu.

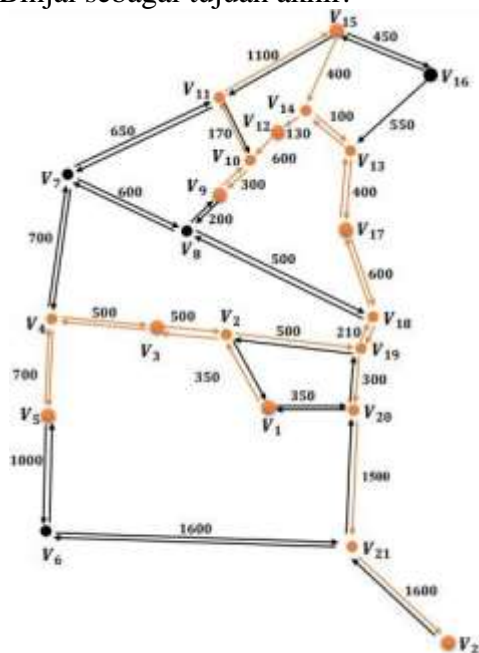
Adapun langkah-langkah perhitungan Algoritma Floyd-Warshall adalah sebagai berikut:

- Langkah pertama dalam menyelesaikan permasalahan ini dilakukan dengan merepresentasikan graf yang ada menjadi suatu matriks berskor dimana skor untuk masing masing *edge* adalah

$$w_{ij} \begin{cases} 0, & \text{jika } i = j \\ w(i, j), & \text{jika } i \neq j \text{ dan } (i, j) \notin E \\ \infty, & \text{jika } i \neq j \text{ dan } (i, j) \in E \end{cases}$$

- Langkah kedua adalah melakukan iterasi, dimulai dari iterasi ke-1 sampai ke n, dengan n merupakan jumlah *vertex* yang ada. Dengan menggunakan ketentuan. Jika $w(i, j) > w(i, k) + w(k, j)$ maka Tukar $w(i, j)$ dengan $w(i, k) + w(k, j)$
 $W^* = W$
- Ulangi langkah 2 sebanyak n kali. Dimana n adalah banyaknya *vertex*.

Pada rute pengangkutan sampah Kecamatan Binjai Kota rute dimulai dari Dinas Lingkungan Hidup menuju ke semua TPS kemudian berakhir di TPA. Titik yang wajib dilalui adalah Dinas Lingkungan Hidup sebagai titik awal, TPS Jl. Candra Kirana, TPS Jl.Samanhudi, TPS Jl. Jenderal Sudirman, Jl. Pasar Kaget, TPS Jl. Ahmad Yani, TPS Jl. Iman Bonjod dan UPT TPA Binjai sebagai tujuan akhir.



Gambar 2 Rute Optimal

Rute optimal yang dilalui berdasarkan gambar diatas yaitu $V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_3 \rightarrow V_4 \rightarrow V_5 \rightarrow V_4 \rightarrow V_3 \rightarrow V_2 \rightarrow V_{19} \rightarrow V_{18} \rightarrow V_{17} \rightarrow V_{13} \rightarrow V_{14} \rightarrow V_{12} \rightarrow V_{10} \rightarrow V_9 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_{11} \rightarrow V_{15} \rightarrow V_{14} \rightarrow V_{13} \rightarrow V_{17} \rightarrow V_{18} \rightarrow V_{19} \rightarrow V_{20} \rightarrow V_{21} \rightarrow V_{22}$.

KESIMPULAN

Jarak optimal yang dilalui oleh *dump truck* dengan menggunakan Algoritma Floyd Warshall yaitu sebesar 13,27 km maka jarak yang ditempuh setiap bulannya adalah 398,1 km. Rute optimal yang dilalui yaitu Rute optimal yang dilalui berdasarkan gambar diatas yaitu $V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_3 \rightarrow V_4 \rightarrow V_5 \rightarrow V_4 \rightarrow V_3 \rightarrow V_2 \rightarrow V_{19} \rightarrow V_{18} \rightarrow V_{17} \rightarrow V_{13} \rightarrow V_{14} \rightarrow V_{12} \rightarrow V_{10} \rightarrow V_9 \rightarrow V_{10} \rightarrow V_{11} \rightarrow V_{15} \rightarrow V_{16} \rightarrow V_{13} \rightarrow V_{17} \rightarrow V_{18} \rightarrow V_{19} \rightarrow V_{20} \rightarrow V_{21}$

→ V_{22} . Total biaya bahan bakar yang dikeluarkan Dinas selama ini Rp.1.545.000,- sebanyak 300 liter solar dalam sebulan dan setelah menggunakan Algoritma Floyd-Warshall bahan bakar yang dibutuhkan setiap bulan untuk rute tersebut adalah 132,7 liter dan biaya bahan bakar sebesar Rp.683.405,- dengan asumsi truk mematikan mesin saat mengangkut sampah. Penghematan bahan bakar sebanyak 167,3 liter dan biaya bahan bakar yang dihemat Rp.861.595,-. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rute yang dibuat menggunakan Algoritma Floyd-Warshall menghasilkan rute dan biaya bahan bakar pengangkutan sampah yang lebih minimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, H., (2005): Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT/CPM: Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Kawrawang, *Journal the Winners*, 6(2).
- Anny Khairunnisa, A., Gloriani Novita Christin, G. N. C., Ricko Yudhanta, S. T., & Yudhanta, R. (2022). Penataan Jaringan Trayek Angkutan Perdesaan Di Kabupaten Parigi Moutong. *Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD*, 1(1), 1–10.
- Bronson, R., (1996): *Operations Research Schaum*, Erlangga, Jakarta.
- Cormen, T. H., L. C. E. R. R. L. d. S. C., (2001): *Intoduction To Algorithms*, Second Edition, McGraw-Hill, America.
- Miftakhul Janah, M., Gloriani Novita Christin, G. N. C., Setyorini, I., & Setyorini, I. (2022). Perencanaan Integrasi Angkutan Perkotaan Trayek V Dan Tv Dengan Suroboyo Bus Di Kota Surabaya. *Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD*, 1(1), 1–10.
- Munir, R., (2005): *Matematika Diskrit*, Penerbit Informatika Bandung, Bandung.
- Novandi, R., (2007): *Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd Warshall dalam Penentuan Lintasan Terpendek*, ITB, Bandung.
- Nur, H.E., S. A., (2013): Program Dinamis untuk Penentuan Lintasan terpendek dengan Pendekatan Algoritma Floyd-Warshall, *Dinamika Teknik*, 7(1), 17–25.
- Pradhana, B., (2006): Studi Dan Implementasi Persoalan Lintasan Terpendek Suatu Graf Dengan Algoritma Dijkstra Dan Algoritma Bellman-Ford, *Makalah0607-26*, 21.
- Ricardianto, P., Tuasikal, R., Handayani, S., Christin, G. N., & Suryobuwono, A. A. (2022). Simulasi Rute Angkutan Barang di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 24(2), 103–118. <https://doi.org/10.25104/jptd.v24i2.2139>
- Rupaka, A. P., Sadri, P. D. A., Pribadi, O. S., Istiyanto, B., Gautama, N. W., & Christin, G. N. (2021). Sosialisasi Teknik Pengemasan Berbagai Jenis Barang di Terminal Barang Dishub Kota Denpasar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Semangat Nyata Untuk Mengabdi (JKPM Senyum)*, 1(2), 45–50. <https://doi.org/10.52920/jkpmenyum.v1i2.41>
- Sani, A.F., T. N. K. T. . D. I. M. E., (2013): Algoritma Floyd Warshall untuk Menentukan Jalur Terpendek Evakuasi Tsunami di Kelurahan Sanur, *E-Jurnal Matematika*, 2(1), 1–5.
- Siang, J., (2002): *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Subastian, D., Novita Christin, G., & Subarto, S. (2021). Karakteristik Pemilihan Moda Angkutan Perkotaan. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 12(2), 11–24. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.v12i2.589>
- Surendro, K., (2007): Pemanfaatan Enterprise Architecture Planning Untuk Perencanaan Strategis Sistem informasi, *J. Inform.*, 8(1), 1–9.
- Y. Purwananto, Diana Purwitasari, A. W. W., (2005): Implementasi dan Analisis Algoritma Pencarian Rute Terpendek di Kota Surabaya, *Jurnal Penelitian dan Pengembangan TELEKOMUNIKASI*, 10(2), 94–101.
- Y. Rudi Kriswanto, R. Kristoforus Jawa Bendi, A. A., (2014): *Penentuan Jarak Terpendek Rute Transmisi dengan Algoritma Floyd-Warshall*, Semarang.
- Yusaputra, R., (2013): *Aplikasi Mobile Pencarian Rute Terpendek Lokasi Fasilitas Umum Berbasis Android Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.