

PEMILIHAN RUTE TERPENDEK DARI KAWASAN PERMUKIMAN TERBANGUN PERKOTAAN PURBALINGGA MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOYD-WARSHAL

Jurnal Pengembangan Kota (2018)

Volume 6 No. 2 (127-134)

Tersedia online di:

<http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jpk>

DOI: 10.14710/jpk.6.2.127-134

Moniq Rizki Hapsari*, Probo Hardini, Eva Wahyu Indriyati

Universitas Jenderal Soedirman

Abstrak. Salah satu indikasi terjadinya perkembangan dan pertumbuhan kota ditandai dengan pertumbuhan lahan perumahan. Distribusi lokasi perumahan dalam hal ini berkaitan dengan pergerakan berbasis rumah dari masing-masing zona karena adanya lokasi perumahan akan menimbulkan terjadinya pergerakan. Pergerakan dalam hal ini berkaitan erat dengan pemilihan rute dan moda. Pengendara cenderung memilih rute atau moda yang dianggapnya dapat memberikan nilai optimum. Dalam pemilihan rute, untuk mendapatkan rute optimum salah satu pendekatan yang bisa diambil adalah dengan memilih rute dengan jarak terpendek. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemilihan rute terpendek pada kawasan permukiman terbangun di Kawasan Kota Purbalingga. Data yang dibutuhkan adalah data sekunder berupa data Matriks Asal Tujuan (MAT), peta pembagian zona, peta jaringan jalan Kota Purbalingga, dan data panjang jalan. Proses analisis diawali dengan terlebih dahulu menentukan pusat zona. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian adalah penentuan pusat zona, penentuan rute-rute alternative dari suatu zona ke zona-zona lainnya, dan penentuan rute terpendek melalui reduksi terhadap alternatif rute. Pereduksian rute terpendek menggunakan algoritma Floyd-Warshall. Dari penelitian ini dihasilkan rute terpendek yang merupakan sebuah rute optimum.

Kata kunci: algoritma Floyd-Warshall; jarak terpendek; optimum; pemilihan rute; pergerakan

[Title: The Shortest Route Selection of Urban Settlement Areas in Purbalingga Using Floyd-Warshall Algorithm]. *One of several indications of development and growth city process is marked by the growth of residential areas. Settlement-areas distribution in this regard relates with home-based trips from each area as it affects to the emergence of the trips. Trip, furthermore, is closely related to the selection of routes and modes. Drivers tend to choose routes or modes that they think can provide optimum value. In route selection, in order to have the optimum route, an approach that can be done is choosing the route considering the shortest distance. Therefore this study aims to determine the selection of the shortest route in Purbalingga city-residential areas. The data used in this research were Origin Destination Matrix (OD Matrix), zone map, Purbalingga City road network map, and road length data. There are steps need to be done to achieve the objective, i.e. determining the center of the zone, defining some alternative routes from one zone to others, and reducing those alternatives into one selection-shortest route. This research uses Floyd-Warshall algorithm approach in reducing alternative routes step. From this research, the shortest route is an optimum route.*

Keywords: floyd-warshall algorithm; movement; optimum; route selection; shortest distance

Cara mengutip: Hapsari, M. R., Hardini, P., & Indriyati, E. W. (2018). Pemilihan Rute Terpendek dari Kawasan Permukiman Terbangun Perkotaan Purbalingga Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall. **Jurnal Pengembangan Kota**. Vol 6 (2): 127-134. DOI: 10.14710/jpk.6.2.127-134

1. PENDAHULUAN

Kota senantiasa mengalami pertumbuhan dan perkembangan baik secara fisik maupun non-fisik. Pertumbuhan kota secara fisik pada dasarnya dipicu oleh adanya penambahan penduduk yang kemudian berkorelasi dengan peningkatan

ISSN 2337-7062 (Print), 2503-0361 (Online) © 2018

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>). – lihat halaman depan © 2018

*Email: mrizkihapsari@gmail.com

Diterima 14 September 2018, disetujui 5 November 2018

kebutuhan ruang untuk beraktivitas. Fenomena pertumbuhan fisik kota muncul juga di Kota Purbalingga yang berdasarkan ukuran kotanya diklasifikasikan sebagai kota kecil. Kota ini terletak di bagian barat daya Provinsi Jawa Tengah.

Perkembangan industri selama dua dekade terakhir berkorelasi positif terhadap perkembangan kota (Hardini, 2010). Salah satu indikasi pertumbuhan fisik Kota Purbalingga adalah perubahan guna lahan perumahan. Data perizinan DPMPSTSP Kabupaten Purbalingga, sejak 2007 sampai dengan 2011 telah dikeluarkan izin pembangunan perumahan seluas 233.247,6 m² (Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Purbalingga, 2018). Perumahan-perumahan tersebut terdistribusi pada lahan-lahan yang diperuntukkan bagi kawasan permukiman sesuai arahan pengembangan dalam RTRW Kabupaten Purbalingga 2011-2031 (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Purbalingga, 2011).

Dari sudut pandang transportasi, pertumbuhan penduduk akan terkait dengan tumbuhnya pergerakan yang berbasis rumah. Oleh karenanya, terdistribusinya kawasan-kawasan perumahan dalam hal ini juga mendistribusikan jumlah bangkitan pergerakan dengan pola pergerakan baik interzona maupun antar-zona. Dampaknya terlihat pada pertumbuhan volume lalu lintas dari ruas-ruas jalan yang melayani pergerakan intrazona dan interzona di Kawasan Perkotaan Purbalingga.

Dalam hal ini, pelaku pergerakan melakukan pergerakan secara rasional. Rasionalitas ini antara lain terkait dengan pemilihan rute dan juga pemilihan moda. Untuk kondisi terdapat beberapa pilihan rute yang dapat dilalui, maka pelaku pergerakan nantinya akan memilih satu rute yang dianggapnya paling optimum. Rute optimum adalah perjalanan dari titik asal ke titik tujuan dengan biaya minimum (Kresnanto & Tamin, 2008). Terkait dengan hal ini, Ramadhan, Zarlis, Efendi, dan Siahaan (2018) menjelaskan bahwa rute optimum merupakan rute paling pendek atau rute paling efisien dari satu tempat ke tempat tujuan.

Salah satu kriteria yang masuk sebagai rute optimum adalah justifikasi rute terpendek. Pencarian rute terpendek telah diterapkan di berbagai bidang untuk mengoptimasi kinerja suatu sistem baik untuk meminimalkan biaya ataupun mempercepat jalannya suatu proses (Kriswanto & Bendi, 2014). Sehingga rute terpendek pada dasarnya adalah metode penentuan rute optimum yang paling sederhana. Tetapi walaupun demikian, metode ini merupakan metode yang rasional karena terkait dengan perilaku berlalu lintas dari pengguna lalu lintas. Riset ini menggunakan metode pendekatan algoritma Floyd-Warshall.

Algoritma Floyd-Warshall merupakan pemrograman dinamis yang lebih menjamin keberhasilan mendapatkan solusi optimum untuk pencarian rute terpendek. Algoritma ini mempunyai beberapa kelebihan jika dibandingkan algoritma yang lain, diantaranya kecepatan dalam penentuan lintasan terpendek termasuk cepat jika diterapkan dalam suatu sistem, dan keputusan yang diambil nantinya akan saling terkait (Handaka, 2010 dalam Iftadi, Jauhari, & Nugroho, 2011). Algoritma Floyd-Warshall mempunyai input graf berarah dan berbobot. Algoritma ini menghitung untuk semua kemungkinan yang ada pada graf lalu setiap rute dibandingkan. Hasil akhirnya dipilih rute optimum yaitu dengan jarak terpendek (Saputra, 2011).

Jumlah pergerakan yang terjadi setiap harinya merupakan informasi yang menjadi dasar dalam proses perencanaan transportasi (Tamin, 2000). Dalam Ilyani (2012) dijelaskan bahwa perencanaan transportasi merupakan suatu proses untuk mengembangkan sistem transportasi yang memungkinkan manusia dan barang bergerak atau berpindah tempat dengan aman, murah, serta cepat, sehingga sistem transportasi harus mempertimbangkan faktor kenyamanan pula. Oleh karenanya data tentang rute-rute optimum di Kota Purbalingga menjadi sesuatu yang sangat penting untuk tersusunnya rencana sistem transportasi yang komprehensif, terkait dengan keseimbangan *demand* (permintaan) dan *supply* (penyediaan) sarana prasarana transportasi. Studi ini selanjutnya bermanfaat bagi analisis pembebanan jaringan jalan di wilayah studi.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kawasan Kota Purbalingga. Hidayanti (2018) membagi kawasan Kota Purbalingga menjadi 16 zona dan sub-zona yaitu A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, D1, D2, E1, E2, dan E3 seperti disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Pembagian Zona

Kebutuhan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data Matriks Asal Tujuan (MAT), seperti disajikan dalam Tabel 1, peta pembagian zona, peta jaringan jalan Kota Purbalingga, dan data panjang ruas jalan.

Tabel 1. Matriks Asal Tujuan

Zona	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	E3	oi	Oi
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4	24	12	2	76	0	9	4	0	21	7	11	12	0	11	0	0	190	187
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	31	30	4	7	0	89	9	0	22	0	12	15	0	15	0	0	234	212
B3	0	6	0	1	0	2	19	0	2	0	0	0	0	1	0	0	32	31
B4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1	5	10	2	0	1	7	2	0	15	1	2	2	0	0	0	0	50	42
C2	7	20	4	7	0	2	5	0	12	35	22	5	1	1	0	0	123	124
C3	5	5	2	2	0	5	1	0	5	6	66	12	0	6	1	0	118	138
D1	12	9	9	4	0	11	2	0	10	0	30	53	2	15	0	0	157	172
D2	5	1	0	0	0	0	1	1	2	0	0	5	2	2	0	0	21	21
E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	2	24	4	7	0	45	42
E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oi	90	94	25	99	1	126	45	1	92	50	144	108	30	56	9	0	969	
Oi	78	75	21	98	1	114	42	1	77	50	168	118	30	50	8	0		969

Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan dalam penelitian agar ruang lingkup tidak terlalu luas dan dapat fokus ke penelitian. Dalam penelitian ini dalam penentuan

pemilihan rute tidak memperhitungkan guna lahan. Pemilihan rute hanya berdasarkan jarak terdekat secara geografis dan dihitung dari panjang antar *node* ke *node*.

Metode Analisis Data

Analisis yang dilakukan meliputi

1. Analisis penentuan pusat zona
Analisis ini diperlukan untuk mengetahui letak pusat dari zona yang akan ditinjau. Sehingga data yang dibutuhkan berupa peta pembagian zona. Pusat zona diperoleh dengan menentukan letak titik berat dari zona yang ditinjau.
2. Analisis penentuan alternatif rute
Data yang dibutuhkan dalam analisis ini yaitu peta pembagian zona, peta jaringan jalan Kota Purbalingga, dan pusat zona. Semua data ini digabungkan menjadi satu kesatuan dengan bantuan *software* berbasis SIG. Dari *software* tersebut, dapat dilihat beberapa pilihan rute yang dapat dilewati jika akan melakukan perjalanan dari pusat zona asal menuju pusat zona tujuan.
3. Analisis penentuan rute terpendek
Penentuan rute terpendek dilakukan dengan mereduksi rute-rute yang dihasilkan dari analisis sebelumnya. Beberapa rute tersebut direduksi dengan memilih lintasan rute terpendek. Pilihan rute direpresentasikan dalam bentuk graf berbobot dan berarah, dengan bobot menunjukkan nilai jarak dan arah menunjukkan arah dari daerah asal ke daerah tujuan.

Pada reduksi rute, dalam analisisnya dilakukan metode pendekatan yaitu dengan menggunakan algoritma Floyd-Warshall. Pendekatan ini dilakukan dengan beberapa tahapan. (Ningrum, 2016) menjelaskan tahapan proses dalam analisis algoritma Floyd-Warshall adalah sebagai berikut:

- a. Mencari *node* mana saja yang dapat dilewati untuk menuju ke *node* tujuan;
- b. Menjumlahkan nilai *edge* pada *node* dengan *edge* pada *node* yang akan dilalui mulai dari *node* awal menuju *node* tujuan; dan
- c. Mencari nilai terkecil dari penjumlahan *edge* pada *node-node* yang bisa dilalui.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pusat Zona

Pusat zona berfungsi sebagai titik awal atau titik akhir tiap zona untuk melakukan pergerakan. Pusat zona untuk keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pusat Zona dari Tiap Zona

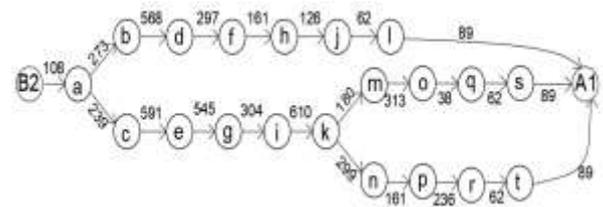
3.2. Alternatif Rute Jalan

Dari data Matriks Asal Tujuan, terdapat 90 jumlah pergerakan per hari. Tetapi dalam pergerakannya, terdapat pergerakan intrazona. Pergerakan intrazona merupakan pergerakan yang terjadi di dalam zona. Pergerakan ini tidak mempunyai rute perjalanan karena kegiatan terjadi di dalam zona. Sehingga jumlah pergerakan total setelah dikurangi pergerakan intrazona menjadi 81 pergerakan.

Tabel 2. Jumlah Pergerakan dari Tiap Zona

Zona	Jumlah Pergerakan
A4	10
B2	9
B3	5
C1	9
C2	11
C3	11
D1	10
D2	7
E2	9
Total jumlah pergerakan	81

Dari pergerakan dalam Tabel 2 dicari rute perjalanannya. Zona asal ke zona tujuan mempunyai beberapa alternatif rute perjalanan, sehingga dipilih tiga alternatif rute terpendek. Selanjutnya, karena keterbatasan ruang penulisan, dalam paper ini diambil satu contoh analisis untuk satu zona yang mempunyai jumlah pergerakan paling besar, yaitu pergerakan dari Zona B2 menuju Zona A1. Tiga alternatif rute tersebut direpresentasikan dalam sebuah graf seperti dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Graf dari Zona B2 ke Zona A1

Gambar 3 menunjukkan alternatif rute perjalanan dari zona B2 ke zona A1 yang digambarkan dalam suatu graf. Dalam graf tersebut terdapat arah yang menunjukkan asal menuju tempat tujuan dan bobot sebagai nilai jarak antar ruas jalan. Untuk zona yang diambil sebagai representasi dari zona B2 ke zona A1 karena jumlah pergerakan dari zona B2 ke zona A1 paling besar yaitu 31 pergerakan per hari.

3.3. Reduksi Rute Jalan

Dari tiga alternatif rute perjalanan yang ada, selanjutnya rute direduksi kembali dengan hanya menyisakan satu rute terpendek. Pencarian rute dengan jarak terpendek bertujuan agar mendapatkan rute perjalanan optimum sehingga meminimalisir pengeluaran biaya perjalanan.

Analisis reduksi rute jalan ini dilakukan dengan menggunakan algoritma Floyd-Warshall. Contoh perhitungan algoritma ini dapat dilihat dalam perhitungan rute dari zona B2 ke A1. Perhitungan dilakukan berdasarkan graf yang sudah digambarkan tadi. Terdapat beberapa tahapan dalam analisisnya yaitu:

1. Tahap 1

Pada tahapan ini ditentukan jarak terpendek dari titik awal yaitu B2 (lihat Tabel 3).

Tabel 3. Tahap Pertama Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum	
	f1 (s)	x1
a	108	B2

2. Tahap 2

Pada tahap ke dua, terdapat dua alternatif yaitu titik b dan c (lihat Tabel 4). Jarak terpendek diantara ke dua titik adalah 347 m. Jarak ini merupakan kumulatif dari jarak yang sebelumnya.

Tabel 4. Tahap Ke-2 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum	
	f2 (s)	x2
a		
b	381	a
c	347	a

3. Tahap 3

Tahap 3 sama dengan tahap 2 yaitu ada dua titik alternatif sebagai titik lanjutan dari titik sebelumnya (lihat Tabel 5). Simbol ∞ menunjukkan bahwa dari titik asal tidak ada titik lanjutan ke titik yang ditinjau.

Tabel 5. Tahap Ke-3 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum		
	f3 (s)		x3
	b	c	
d	949	∞	b
e	∞	938	c

4. Tahap 4

Tahap ini sama dengan tahap 3. Hasil perhitungan tabel ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tahap Ke-4 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum		
	f4 (s)		x4
	d	e	
f	1246	∞	d
g	∞	1483	e

5. Tahap 5

Tahap ini sama dengan tahap 4. Hasil perhitungan tabel ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tahap Ke-5 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum		
	f5 (s)		x5
	f	g	
h	1407	∞	f
i	∞	1787	g

6. Tahap 6

Tahap ini sama dengan tahap 5. Hasil perhitungan tabel ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Tahap Ke-6 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum		
	f6 (s)		x6
	h	i	
j	1533	∞	h
k	∞	2397	i

7. Tahap 7

Tahapan 7 ini mempunyai tiga alternatif rute (lihat Tabel 9). Dari titik k bercabang menjadi dua titik yaitu titik m dan titik n. Sedangkan dari titik j langsung menuju titik l. Dari ke tiga titik tersebut, yang mempunyai jarak terpendek adalah titik l dengan 1595 m.

Tabel 9. Tahap Ke-7 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum			x7
	f7 (s)			
	j	k		
l	1595	∞	j	
m	∞	2577	k	
n	∞	2696	k	

8. Tahap 8

Pada tahap ini dari titik l langsung menuju titik tujuan akhir yaitu A1 (lihat Tabel 10). Titik m dilanjutkan dengan titik o dan titik n dilanjutkan dengan titik p.

Tabel 10. Tahap Ke-8 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum			x8
	f8 (s)			
	l	m		
A1	1684	∞	∞	l
o	∞	2890	∞	m
p	∞	∞	2857	n

9. Tahap 9

Tahapan 9 sama seperti tahap sebelumnya yaitu titik l langsung menuju titik A1 sedangkan ke dua titik lainnya masih mempunyai titik tujuan yang lain (lihat Tabel 11).

Tabel 11. Tahap Ke-9 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum			x9
	f9 (s)			
	A1	o		
A1	1684	∞	∞	A1
q	∞	2928	∞	o
r	∞	∞	3093	p

10. Tahap 10

Tahapan 10 sama seperti tahap sebelumnya yaitu titik l langsung menuju titik A1 sedangkan ke dua titik lainnya masih mempunyai titik tujuan yang lain (lihat Tabel 12).

Tabel 12. Tahap Ke-10 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum			x10
	f10 (s)			
	A1	q		
A1	1684	∞	∞	A1
s	∞	2990	∞	q
t	∞	∞	3155	r

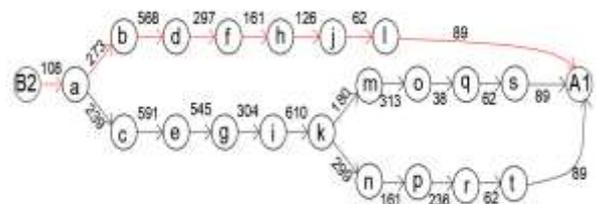
11. Tahap 11

Tahapan 11 merupakan perhitungan jarak terpendek dari masing-masing titik menuju titik akhir yaitu A1 (lihat Tabel 13).

Tabel 13. Tahap Ke-11 Perhitungan Rute Terpendek

s	Solusi optimum			x11
	f11 (s)			
	A1	s		
A1	1684	∞	∞	A1
A1	∞	3079	∞	s
A1	∞	∞	3244	t

Dari ke sebelas tahapan yang telah dijabarkan, didapat jalur terpendek yang dilalui dari zona B2 menuju A1. Jalur tersebut adalah: B2 \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow f \rightarrow h \rightarrow j \rightarrow l \rightarrow A1 = 1684 m (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Graf Hasil Reduksi Rute

3.4. Rute Terpendek untuk Zona B2

Menggunakan metode dan proses yang sama seperti yang dilakukan untuk perjalanan dari zona B2 ke zona A1, maka rute-rute terpendek dari pergerakan dengan zona B2 dapat dilihat dalam Gambar 5. Karena keterbatasan ruang penulisan, rute terpendek yang ditampilkan hanya yang berasal dari zona B2 dikarenakan zona asal tersebut mempunyai jumlah pergerakan terbesar. Untuk zona-zona lainnya, metode dan prosesnya sama.



Gambar 5. Rute Terpendek dari Zona Asal B2

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan, didapatkan hasil berupa rute terpendek yang merupakan sebuah rute optimum. Pemakaian algoritma Floyd-Warshall yang diterapkan pada penelitian ini mampu menjadi solusi pencarian rute optimum dari zona asal menuju zona tujuan. Hal ini dikarenakan hasil iterasi matriks terakhir dapat menunjukkan nilai terkecil. Hasil tersebut didapatkan dari beberapa tahap iterasi berupa matriks yang terus diiterasi hingga mencapai titik tujuan. Data yang ada di dalam matriks untuk tiap iterasinya merupakan kumulatif dari data yang sebelumnya. Hasil penelitian ini pun dapat digunakan untuk mencari pembebanan jaringan jalan.

Temuan lain yang diperoleh dalam penelitian ini adalah bahwa algoritma Floyd Warshall dapat diterapkan untuk mencari rute optimum atau terpendek. Hal ini sama dengan hasil yang diperoleh oleh Ningrum (2016). Penelitian Ningrum, yang pada proses analisisnya dimulai dari mentransformasikan peta Kota Semarang ke dalam bentuk peta jaringan yang terdapat *node* awal dan *node* akhir, didapatkan bahwa aplikasi pencarian jalur terpendek menggunakan algoritma Floyd Warshall dapat digunakan di Kota Semarang untuk menentukan rute terpendek.

Pada penelitian selanjutnya dapat dipakai parameter lainnya yaitu waktu tempuh. Sehingga

dapat dibandingkan antara jarak terpendek dengan waktu tercepat.

5. ACKNOWLEDGE

Jurnal ini merupakan bagian dari skripsi berjudul Analisis Pembebanan Jaringan Jalan Akibat Penggunaan Lahan Perumahan di Kota Purbalingga dengan Metode All-or-Nothing.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Purbalingga. (2011). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Purbalingga 2011 - 2031*. Kabupaten Purbalingga: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Purbalingga.
- Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Purbalingga. (2018). *Data Perizinan Perumahan*. Kabupaten Purbalingga: Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu.
- Hardini, P. (2010). Karakteristik Pergerakan Pekerja Kawasan Industri Rambut di Jalan Jend. A. Yani Kabupaten Purbalingga. *Dinamika Rekayasa*, 6(1), 1-8. doi:10.20884/1.dr.2010.6.1.27
- Hidayanti, G. (2018). *Dampak Pertumbuhan Penggunaan Lahan Perumahan terhadap Pola Perjalanan di Kawasan Kota Purbalingga*. Universitas Jenderal Soedirman, Kota Purwokerto. Diakses dari <https://akademik.unsoed.ac.id/index.php?r=artikelilmiah/view&id=22438>
- Iftadi, I., Jauhari, W. A., & Nugroho, B. (2011). Perancangan Peta Evakuasi Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall untuk Penentuan Lintasan Terpendek: Studi Kasus. *PERFORMA: Media Ilmiah Teknik Industri*, 10(2). doi:10.20961/performa.10.2.13862
- Ilyani, M. (2012). Reduksi Panjang Perjalanan Sebagai Implikasi Pemanfaatan Fasilitas Pendidikan Sekolah Dasar Terdekat dari Tempat Tinggal. *2012*, 23(3), 209-224. Retrieved from <http://journals.itb.ac.id/index.php/jpwk/article/view/4127>

- Kresnanto, N. C., & Tamin, O. Z. (2008). Pengembangan Algoritma Pencarian Rute dan Pembebanan Lalu Lintas Fuzzy. *Jurnal Transportasi*, 8(2). Retrieved from <http://journal.unpar.ac.id/index.php/journaltransportasi/article/view/1837>
- Kriswanto, Y. R., & Bendi, R. (2014). Penentuan Jarak Terpendek Rute Transmisi dengan Algoritma Floyd-Warshall. *Semantik 2014*. Retrieved from <http://eprints.dinus.ac.id/id/eprint/13730>
- Ningrum, F. W. (2016). *Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang*. Universitas Negeri Semarang, Semarang. Diakses dari <https://lib.unnes.ac.id/27980/>
- Ramadhan, Z., Zarlis, M., Efendi, S., & Siahaan, A. P. U. (2018). Perbandingan Algoritma Prim Dengan Algoritma Floyd-Warshall Dalam Menentukan Rute Terpendek (Shortest Path Problem). *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 5(2), 135-139. Retrieved from <https://ejournal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom/article/view/625>
- Saputra, R. (2011). Sistem Informasi Geografis Pencarian Rute Optimum Obyek Wisata Kota Yogyakarta Dengan Algoritma Floyd-Warshall. *Jurnal Matematika*, 14(1), 19-24. Retrieved from eprints.undip.ac.id/28267/1/4._Ragil.pdf
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Bandung: Penerbit ITB.