

PEMILIHAN RUTE TERBAIK MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA UNTUK MENGURANGI KEMACETAN LALU LINTAS DI PURWOKERTO

***(BEST ROUTE SELECTION USE DIJKSTRA ALGORITHM TO REDUCE
TRAFFIC CONGESTION IN PURWOKERTO)***

Utti Marina Rifanti

Institut Teknologi Telkom Purwokerto
marina@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Kemacetan merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh masyarakat, khususnya di kota besar. Salah satu penyebabnya adalah tidak sebandingnya jumlah kendaraan dengan ruas jalan raya yang dilalui. Salah satu upaya penanganan kemacetan yang terjadi tersebut adalah dengan menggunakan pengalihan kendaraan ke jalur alternatif yang jumlah kendaraannya lebih sedikit. Untuk itu diperlukan metode pemilihan jalur alternatif yang tepat untuk mengurangi masalah kemacetan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jalur-jalur alternatif yang lebih efektif dan efisien sehingga dapat mengurangi kemacetan di suatu ruas-ruas jalan tertentu dengan menentukan bobot terkecil dari masing-masing ruas jalan menggunakan Algoritma Dijkstra. Dari penelitian ini akan dihasilkan jalur-jalur alternatif yang dapat dilalui pengendara untuk menghindari terjadinya kemacetan di ruas jalan tertentu.

Kata kunci: Algoritma Dijkstra, Bobot Terkecil, Jalur Alternatif, Kemacetan Lalu Lintas

Abstract

Congestion is one of the society problems, especially in big cities. Congestion occurs because the number of vehicles with width of roads that are not comparable. The transfer of vehicles to alternative routes with fewer vehicles is used as one of the handling efforts of the congestion. However, we need the method of choosing the right alternative path to reduce the congestion problem. This study aims to determine alternative pathways that are more effective and efficient so as to reduce congestion in a certain road segments by determining the smallest weights from each road segment with Dijkstra Algorithm. This study produced alternative paths that can be passed by riders to avoid the occurrence of congestion in certain roads.

Keywords: *Alternative Route, Dijkstra Algorithm, Traffic Congestion, Smallest Weights*

PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya jumlah pengguna kendaraan pribadi di Indonesia berdampak timbulnya kemacetan lalu lintas. Hal ini karena jumlah kendaraan yang selalu bertambah setiap tahun tetapi tidak diimbangi dengan perluasan ruas jalan raya, khususnya di kota-kota besar (Novalia, Sulistyorini, & Putra, 2016). Pada tahun 2015, jumlah kendaraan pribadi untuk roda 2 dan roda 4 di Indonesia sudah mencapai 112 juta unit dengan peningkatan kurang lebih 7 juta kendaraan per tahun (BPS, 2017). Kemacetan merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh masyarakat, khususnya di kota besar. Kemacetan menimbulkan banyak kerugian, salah satunya adalah kerugian waktu. Salah satu penyebabnya adalah tidak sebandingnya jumlah kendaraan dengan lebar atau ruas jalan raya yang dilalui. Hal tersebut juga dikarenakan masyarakat cenderung melalui jalur tertentu saja untuk menuju ke sekolah, kampus, ataupun kantor sehingga mengakibatkan terjadi kemacetan di beberapa ruas jalan tertentu.

Kemacetan semakin hari semakin sering terjadi terutama di waktu-waktu ramai kendaraan seperti saat berangkat atau pulang sekolah atau kantor, juga pada hari libur atau akhir pekan (Sholihah, 2015). Namun, waktu rawan kemacetan yang paling tinggi adalah pagi hari karena sebagian besar aktifitas masyarakat dimulai di pagi hari secara bersamaan (Nawang Sari, 2016). Saat ini, anak-anak sekolah sudah enggan menggunakan kendaraan umum untuk berangkat ke sekolah. Mereka lebih memilih untuk diantar dan dijemput oleh orang tuanya sehingga semakin menambah kemacetan yang terjadi karena jumlah kendaraan pribadi yang semakin hari semakin meningkat. Salah satu upaya penanganan kemacetan adalah dengan menggunakan pengalihan kendaraan pada waktu rawan kemacetan tersebut ke jalur alternatif yang jumlahnya lebih sedikit. Untuk itu diperlukan metode pemilihan jalur alternatif yang tepat untuk mengurangi masalah kemacetan tersebut. Pemilihan jalur alternatif dalam kasus ini perlu mempertimbangkan volume kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut khususnya pada waktu rawan kemacetan.

Dalam penelitian ini, ruas-ruas jalan yang akan diteliti digambarkan dalam bentuk graf berarah dan berbobot untuk mempermudah interpretasi jarak antara ruas jalan yang satu dengan ruas jalan yang lainnya setelah dilakukan interpretasi ruas jalan dalam bentuk graf. Dalam bidang ilmu komputer, graf seringkali digunakan untuk memodelkan beragam permasalahan nyata untuk mendeteksi kondisi kebuntuan dalam sebuah sistem operasi dan bagaimana merencanakan rute yang efisien untuk transportasi, khususnya transportasi jaringan (Haggard, Schlipf, & Whitesides, 2006). Dengan bantuan interpretasi graf tersebut, kemudian masing-masing ruas jalan diberikan bobot sesuai dengan volume kendaraan pada ruas jalan tersebut pada suatu satuan waktu tertentu. Selanjutnya, pada penelitian ini digunakan Algoritma Dijkstra untuk menentukan bobot total minimum dari setiap jalur yang akan dijadikan sebagai jalur alternatif sedemikian sehingga jalur-jalur alternatif yang diperoleh merupakan jalur yang lebih efektif dan efisien sehingga dapat mengurangi kemacetan di suatu ruas-ruas jalan tertentu. Kemudian akan dihasilkan jalur-jalur alternatif yang dapat dilalui pengendara untuk menghindari terjadinya kemacetan di ruas jalan tertentu dan juga agar tidak terjadi kemacetan yang baru di ruas jalan lainnya.

METODE

Lokasi Penelitian

Studi kasus pada penelitian ini dilakukan di kota Purwokerto, Jawa Tengah yang terletak pada garis Bujur Timur $108^{\circ}39'17''$ sampai $109^{\circ}27'15''$ dan di antara garis Lintang Selatan $7^{\circ}15'05''$ sampai $7^{\circ}37'10''$ (Banyumas, 2017). Data yang digunakan adalah berupa data ruas-ruas jalan yang sering terjadi kemacetan karena di daerah tersebut terdapat beberapa sekolah. Ruas-ruas jalan yang diambil diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Jalan Jenderal Soedirman (SMP N 1 Purwokerto)
2. Jalan Gatot Subroto (SMA N 1 Purwokerto, SMA N 2 Purwokerto)
3. Jalan Overste Isdiman (SMA N 4 Purwokerto)
4. Jalan Merdeka
5. Jalan Kolonel Sugiono
6. Jalan Ragasemangsang (SD Al Irsyad)
7. Jalan Masjid
8. Jalan Ahmad Yani (SMK N 3 Purwokerto, IAIN Purwokerto)
9. Jalan Dokter Angka (SMA Muhammadiyah Purwokerto)
10. Jalan Gereja (SMP N 2 Purwokerto, SMP N 3 Purwokerto, SMA N 5 Purwokerto)
11. Jalan Ksatrian (SMP N 6 Purwokerto, SMK Ksatrian)
12. Jalan Jenderal Suprpto

Rincian tentang letak ruas jalan tersebut tercantum dalam gambar peta dari Google Maps sebagai berikut (Google, 2017).



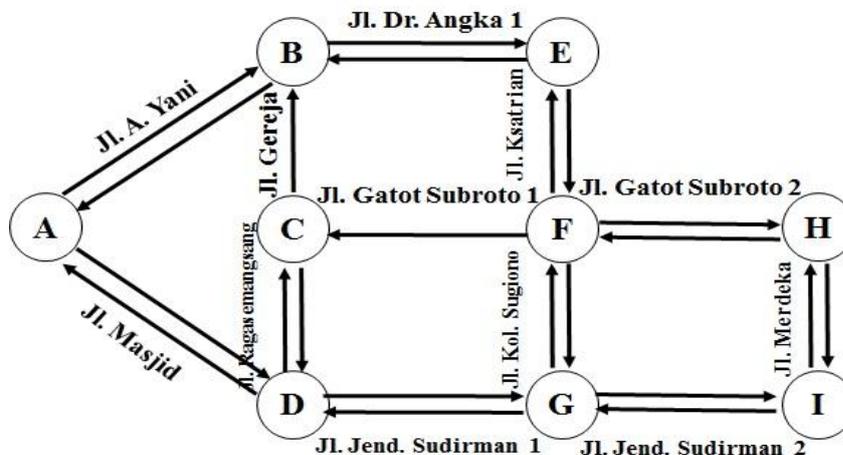
Gambar 1. Peta Wilayah Rawan Kemacetan di Purwokerto

Sumber: Google Maps area Purwokerto diakses pada 6 September 2017

Penentuan Graf Berarah dan Berbobot

Peta pada Gambar 1 dapat diinterpretasikan dalam graf berarah dan berbobot, dengan titik menunjukkan persimpangan jalan dan sisi menunjukkan

ruas jalan yang menghubungkan antar persimpangan tersebut. Sisi ganda dan berarah pada graf berikut menunjukkan bahwa terdapat beberapa ruas jalan yang hanya memiliki satu arah ruas jalan (*verboden*). Bobot sisi dari graf tersebut menginterpretasikan volume kendaraan yang ada di ruas jalan tersebut. Berikut ini adalah graf berarah yang menginterpretasikan peta pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 2. Graf Berarah dari Peta Purwokerto

Sumber: Google Maps Area Purwokerto Diakses pada 6 September 2017

Untuk menentukan bobot dari setiap ruas jalan, penulis mengasumsikan bahwa suatu ruas jalan memiliki kapasitas maksimal 100 kendaraan per satuan waktu, yang terdiri dari kendaraan bermotor roda 4, roda 2, ataupun kendaraan tradisional (tak bermotor), seperti sepeda dan becak. Jika jumlah kendaraan yang melintasi ruas jalan-jalan tersebut dalam suatu satuan waktu tertentu lebih dari 100 kendaraan, maka dapat dipastikan bahwa di ruas jalan tersebut akan terjadi kemacetan sehingga tidak dapat dipilih sebagai salah satu jalur alternatif. Pada kolom bobot digunakan rumus perbandingan sebagai berikut.

$$Bobot = \frac{k}{m} \quad (1)$$

Keterangan:

k = jumlah kendaraan pada suatu satuan waktu yang melintas

m = jumlah maksimal kendaraan pada satu ruas jalan

Algoritma Penentuan Jalur Optimal

Dalam teori graf, penentuan jalur optimal dari satu titik ke titik lain merupakan permasalahan yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari (Rosen, 2011). Salah satu algoritma yang dapat melakukan pencarian jalur optimal tersebut adalah Algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra ditemukan oleh ilmuwan komputer Belanda yang bernama Edsger Dijkstra pada tahun 1956 dan diterbitkan pada tahun 1959. Algoritma ini hanya diterapkan pada graf berbobot positif dan sering kali digunakan untuk menemukan jalur terpendek dengan biaya minimum (Kalpana & Tyagi, 2017). Algoritma Dijkstra adalah salah satu algoritma pencarian lintasan terpendek (*shortest path*) dengan pendekatan *greedy*

algorithm (Caldwell, 2011). *Greedy algorithm* merupakan algoritma yang setiap tahapannya ditentukan berdasarkan pemilihan solusi atau nilai atau bobot terbaik. Di setiap tahap yang dilalui Algoritma Dijkstra menentukan jalur terpendek dari titik a ke titik pertama, kemudian dari titik a ke titik kedua, dan seterusnya sampai jarak terpendek dari titik a ke z telah ditemukan. Algoritma bergantung pada serangkaian iterasi. Kumpulan titik yang berbeda dibuat dengan menambahkan satu titik pada setiap iterasi. Prosedur pelabelan dilakukan pada setiap iterasi, dimulai dengan memberi label a dengan 0 dan titik lainnya dengan ∞ . Karena tidak ada jalur dari satu ke titik yang berbeda dari yang ada, ∞ adalah panjang jalur terpendek antara a dan titik ini. Berikut ini adalah ilustrasi Algoritma Dijkstra dalam notasi *Pseudo Code* (Munir, 2016).

```
Procedure Dijkstra (input :matriks, a : titikawal)
Deklarasi
t1, t2, ... , tn : integer
d1, d2, ... , dn : integer
i : integer
Algoritma
{ Langkah 0 (inisialisasi)}
Fori ← 1 to n do
ti ← 0
di ← mai
endfor
{ Langkah 1 }
ta ← 1
da ← ∞
{ Langkah 2, 3, ... , n-1 }
Fori ← 2 to n-1 do
Cari j sedemikian sehingga tj = 0 dan
dj = min(d1, d2, ..., dn)
tj = 1
Perbarui di, untuk i = 1, 2, 3, ... , n dengan :
di (baru) = min(di (lama), dj + mji)
endfor
```

Keterangan:

- m = Matriks ketetanggaan graf, dengan
 - m_{ij} = bobot dari sisi titik i ke titik j jika ada lintasan dari i ke j
 - $m_{ij} = \infty$, jika tidak ada lintasan dari titik i ke titik j
- t = titik pada graf, dengan
 - $t_i = 1$ apabila titik i termasuk titik yang dilalui lintasan terpendek
 - $t_i = 0$ apabila titik i tidak termasuk titik yang dilalui lintasan terpendek
- d_i = bobot total dari titik awal ke titik i

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan Algoritma Dijkstra untuk menentukan alternatif jalur yang dapat dipilih untuk menghindari kemacetan lalu lintas. Graf yang akan digunakan adalah graf berarah dan berbobot dengan titik graf menyatakan suatu persimpangan jalan, dan sisi graf menyatakan ruas jalan dengan arah dan bobot tertentu. Bobot dari setiap sisi menyatakan perbandingan antara volume kendaraan yang lewat dengan volume kendaraan maksimal dalam suatu satuan waktu yang dapat melintasi jalan tersebut. Jika jumlah kendaraan yang melintasi ruas jalan-jalan tersebut dalam suatu satuan waktu tertentu lebih

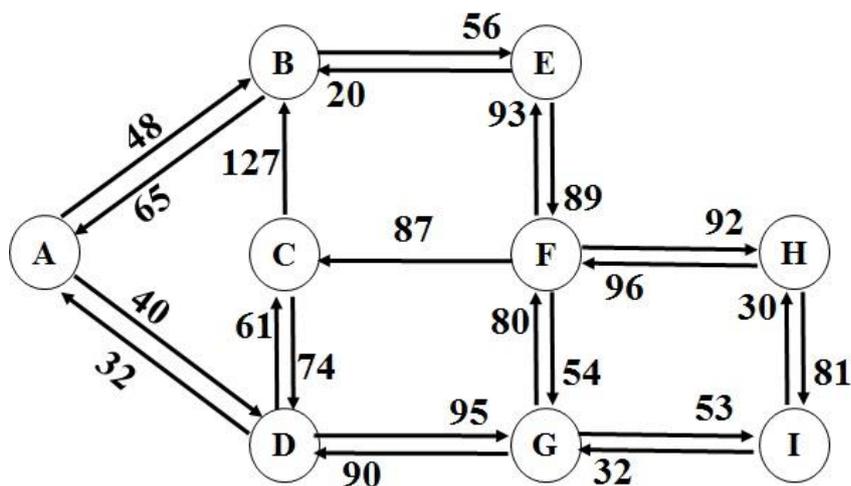
dari 100 kendaraan, maka dimungkinkan akan terjadi kemacetan. Penulis melakukan pengamatan pada setiap ruas jalan dengan menghitung kendaraan yang melalui ruas jalan pada jam rawan kemacetan, yaitu pada pukul 06.30 – 07.00. Data dari graf berarah dan berbobot dari Gambar 2 adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Data Bobot Ruas Jalan

Sumber: Hasil Olahan Penulis

Nama Jalan	Titik (x,y)	Sisi	Bobot
Jalan A. Yani	(A,B)	e_1	48/100
	(B,A)	e_2	65/100
Jalan Masjid	(A,D)	e_3	40/100
	(D,A)	e_4	32/100
Jalan Gereja	(C,B)	e_5	127/100
Jalan Ragasemangsang	(D,C)	e_6	61/100
	(C,D)	e_7	74/100
Jalan Dr. Angka 1	(B,E)	e_8	56/100
	(E,B)	e_9	20/100
Jalan Gatot Subroto 1	(F,C)	e_{10}	87/100
Jalan Jend. Sudirman 1	(D,G)	e_{11}	95/100
	(G,D)	e_{12}	90/100
Jalan Ksatrian	(E,F)	e_{13}	89/100
	(F,E)	e_{14}	93/100
Jalan Kol. Sugiono	(F,G)	e_{15}	54/100
	(G,F)	e_{16}	80/100
Jalan Dr. Angka 2	(E,H)	e_{17}	51/100
	(H,E)	e_{18}	82/100
Jalan Gatot Subroto 2	(F,I)	e_{19}	92/100
	(I,F)	e_{20}	96/100
Jalan Jend. Sudirman 2	(G,I)	e_{21}	53/100
	(I,G)	e_{22}	32/100
Jalan Merdeka	(H,I)	e_{23}	81/100
	(I,H)	e_{24}	30/100

Dari Tabel 1 yang berisi tentang bobot pada setiap ruas jalan dapat diperoleh suatu graf berbobot dan berarah sesuai dengan graf pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 3. Graf Berarah dan Berbobot Ruas Jalan
Sumber: Hasil Olahan Penulis Sesuai Tabel 1

Dari graf yang sudah diketahui bobot dari setiap ruas seperti yang terlihat pada Gambar 3 di atas kemudian ditentukan matriks ketetangannya. Sesuai dengan definisi matriks ketetanggaan m , yaitu m_{ij} = bobot dari sisi titik i ke titik j jika ada lintasan dari i ke j , sedangkan $m_{ij} = \infty$ jika tidak ada lintasan dari titik i ke titik j maka diperoleh matriks ketetanggaan dari graf pada Gambar 3 sebagai berikut.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0	48	∞	40	∞	∞	∞	∞	∞
B	65	0	∞	∞	56	∞	∞	∞	∞
C	∞	127	0	74	∞	∞	∞	∞	∞
D	32	∞	61	0	∞	∞	95	∞	∞
E	∞	20	∞	∞	0	89	∞	∞	∞
F	∞	∞	87	∞	93	0	54	92	∞
G	∞	∞	∞	90	∞	80	0	∞	53
H	∞	∞	∞	∞	∞	96	∞	0	81
I	∞	∞	∞	∞	∞	∞	32	30	0

Matriks ketetanggaan tersebut menunjukkan jumlah kendaraan yang melintas pada ruas-ruas jalan pada satuan waktu tertentu. Misalkan pada baris ke-1 dan kolom ke-2 menunjukkan nilai 48, yang artinya terdapat kurang lebih 48 kendaraan yang berada pada ruas jalan AB (sisi e_1). Dengan kata lain di ruas jalan AB (Jalan Ahmad Yani) tidak terjadi kemacetan yang parah karena jumlah

kendaraan yang melintas masih kurang dari 100. Kemudian perhatikan baris ke-3 dan kolom ke-2 yang menunjukkan nilai 127 yang artinya terdapat kurang lebih 127 kendaraan yang berada pada ruas jalan CB (sisi e_5). Dengan kata lain di ruas jalan CB (Jalan Gereja) sedang terjadi kemacetan karena jumlah kendaraan yang melintas sudah melebihi 100. Secara umum, jika nilai $m_{ij} \geq 100$ pada matriks ketetangaan, maka pada ruas jalan tersebut sedang terjadi kemacetan sehingga tidak dapat digunakan sebagai jalur alternatif agar tidak menimbulkan kemacetan baru di ruas jalan tersebut. Kemudian cari bobot terkecil dari I ke semua titik selain I pada graf dengan menggunakan Algoritma Dijkstra. Data yang diperoleh adalah seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Bobot Total dari Titik I ke Titik Lainnya

Sumber: Hasil Olahan Penulis sesuai Gambar 3

Tahap	Titik Terpilih	A	B	C	D	E	F	G	H
1	I	∞	∞	∞	∞	∞	∞	32	30
								G	H
2	H	∞	∞	∞	∞	∞	126	32	30
							H	G	H
3	G	∞	∞	∞	122	∞	112	32	30
					G		G	H	
4	F	∞	∞	209	122	205	112	32	30
				F	G	F	G	G	H
5	D	154	∞	183	122	205	112	32	30
		D		D	G	F	G	G	H
6	A	154	202	183	122	205	112	32	30
		D	A	D	G	F	G	G	H
7	C	154	202	183	122	205	112	32	30
		D	A	D	G	F	G	G	H
8	E	154	202	183	122	205	112	32	30
		D	A	D	G	F	G	G	H

Dari tabel tersebut telah diketahui seluruh lintasan dengan bobot kendaraan terkecil dari titik I ke semua titik lain yaitu sebagai berikut.

1. Dari persimpangan I ke arah persimpangan H melalui ruas jalan $I-H$ (Jalan Merdeka) dengan bobot total 30.
2. Dari persimpangan I ke arah persimpangan G melalui ruas jalan $I-G$ (Jalan Jenderal Soedirman 2) dengan bobot total 32.
3. Dari persimpangan I ke arah persimpangan F melalui ruas jalan $I-G-F$ (setelah melalui jalur 2 kemudian melalui Jalan Kol. Sugiono) dengan bobot total 112.
4. Dari persimpangan I ke arah persimpangan D melalui ruas jalan $I-G-D$ (setelah melalui jalur 2 kemudian melalui Jalan Jenderal Soedirman 1) dengan bobot total 122.
5. Dari persimpangan I ke arah persimpangan A melalui ruas jalan $I-G-D-A$

-
- (setelah melalui jalur 4 kemudian melalui Jalan Masjid) dengan bobot total 154.
6. Dari persimpangan I ke arah persimpangan C melalui ruas jalan I-G-D-C (setelah melalui jalur 4 kemudian melalui Jalan Ragasemangsang) dengan bobot total 183.
 7. Dari persimpangan I ke arah persimpangan E melalui ruas jalan I-G-F-E (setelah melalui jalur 3 kemudian melalui Jalan Ksatrian) dengan bobot total 205.

Dari data diatas sekarang sudah dapat ditentukan jalur alternatif kendaraan agar kendaraan tidak melalui ruas jalan yang sedang mengalami kemacetan tanpa menambah kemacetan baru. Kendaraan yang ingin menuju titik H dapat dialihkan ke Jalan Merdeka, sedangkan kendaraan yang ingin menuju ke G, F, D, A, C, dan E dapat dialihkan ke Jalan Jenderal Soedirman 2.

KESIMPULAN DAN SARAN

Salah satu cara mengurangi kemacetan adalah dengan menentukan jalur alternatif dengan cara mencari ruas jalan dengan volume kendaraan lebih kecil daripada ruas jalan yang sedang mengalami kemacetan. Namun pengalihan ke jalur alternatif ini juga perlu diperhatikan karena bisa saja berdampak timbulnya kemacetan baru. Oleh karena itu, penentuan jalur alternatif yang tepat untuk pengalihan jalur saat terjadi kemacetan sangat diperlukan.

Hal yang perlu diperhatikan untuk menentukan jalur alternatif adalah kondisi ruas jalan lain atau volume kendaraan di ruas jalan lain yang mungkin menjadi jalur alternatif. Salah satu cara yang dapat digunakan dalam menentukan jalur alternatif yang tepat untuk mengurangi kemacetan adalah dengan mengaplikasikan teori graf. Ruas jalan yang rawan terjadi kemacetan tersebut dapat diinterpretasikan dalam sebuah graf berarah dan berbobot dengan bobot berupa perbandingan volume kendaraan yang sedang lewat dimasing-masing ruas jalan dengan volume maksimal kendaraan yang dapat melewati jalan tersebut pada suatu satuan waktu. Prinsip yang digunakan pada pencarian jalur alternatif ini adalah menentukan jalur alternatif dengan mempertimbangkan volume kendaraan paling minimum untuk menuju ke ruas jalan tertentu menggunakan Algoritma Dijkstra.

Dari hasil penelitian diperoleh beberapa jalur alternatif yang dapat dipilih agar dapat mengurangi kemacetan lalu lintas dari beberapa ruas jalan tertentu, khususnya yang memiliki bobot di atas 100 sehingga masyarakat dapat memilih jalur alternatif sesuai dengan tujuannya masing-masing. Namun penelitian ini belum sepenuhnya sempurna sehingga dibutuhkan penelitian lanjutan, khususnya di bidang informatika. Sehingga di kemudian hari dapat dimungkinkan pemilihan jalur alternatif tersebut dilakukan secara otomatis dengan berbasis web ataupun android.

DAFTAR RUJUKAN

- Banyumas, Pemkab. (2017). *Pemerintah Kabupaten Banyumas*. <http://www.banyumaskab.go.id/page/307/letak-geografis>. Diakses pada tanggal 11 Nopember 2017

-
- BPS. (2017). *Badan Pusat Statistik*.
<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>. Diakses pada tanggal 18 September 2017
- Caldwell, J. (2011). *Logic and Discrete Mathematics for Computer Science*. Wyoming: University of Wyoming.
- Google. (2017). *Google Maps*.
<https://www.google.co.id/maps/place/Purwokerto,+Kabupaten+Banyumas,+Jawa+Tengah/@-7.422572,109.2333714,16z/data=!4m5!3m4!1s0x2e655c3136423d1d:0x4027a76e352e4a0!8m2!3d-7.4242782!4d109.2396366>. Diakses pada tanggal 6 September 2017
- Haggard, G., Schlipf, J., & Whitesides, S. (2006). *Discrete Mathematics for Computer Science*. Belmont: Bob Pirtle.
- Kalpna, & Tyagi, A. (2017). Bellman Ford Shortest Path Algorithm using Global Positioning System. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2503-2507.
- Munir, R. (2016). *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika.
- Nawang Sari, Y. P. (2016). *Analisis Penyebab Kemacetan Jalan di Pusat Kota Bandar Lampung*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Novalia, C., Sulistyorini, R., & Putra, S. (2016). Analisa dan Solusi Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kota. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 153-162.
- Rosen, K. H. (2011). *Discrete Mathematics and Its Applications*. New York: Mc Graw Hill.
- Sholihah, S. U. (2015). *Penggunaan Algoritma Dijkstra dalam Penentuan Jalur Alternatif untuk Mengurangi Kemacetan Lalu Lintas*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.