

## Pencarian Rute Terbaik Pendistribusian BBM dari Terminal BBM ke SPBU Wilayah Kota Medan Menggunakan Algoritma *Dijkstra* dengan Logika *Fuzzy* sebagai Penentu Bobot pada Graf

Muhammad Arif<sup>1</sup>, James Piter Marbun<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi Matematika, FMIPA, Universitas Sumatera Utara, Medan-Indonesia 20155

Email: <sup>1</sup>muhammadarif151199@gmail.com, <sup>2</sup>jamespitermarbun@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji sebuah permasalahan optimasi untuk masalah pencarian rute. Algoritma *Dijkstra* adalah salah satu varian bentuk algoritma populer dalam pemecahan persoalan terkait masalah optimasi pencarian lintasan terpendek sebuah lintasan yang mempunyai panjang minimum dari verteks  $a$  ke  $z$  dalam graf berbobot positif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh rute terbaik jalur pendistribusian BBM dari terminal BBM menuju ke beberapa SPBU di Kota Medan. Data diambil berdasarkan data primer berupa data Terminal BBM, SPBU, peta jalan Kota Medan dari *Google Maps* dan survei kepadatan setiap jalan dapat disusun gambar jaringan jalan dan membentuk sebuah graf. Selanjutnya dari gambar graf dapat diperoleh rute terbaik menggunakan algoritma *Dijkstra*. Terdapat 2 parameter yaitu panjang jalan dan kepadatan jalan untuk menghasilkan bobot berupa kemacetan yang dihasilkan menggunakan logika *Fuzzy*. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh 7 rute terbaik untuk masing-masing SPBU yang direkomendasikan.

**Kata kunci:** Masalah Optimasi, Algoritma *Dijkstra*, Logika *Fuzzy*.

### ABSTRACT

*This study examines an optimization problem for the route search problem Dijkstra's algorithm is a variant of the popular algorithm for solving problems related to the optimization problem of finding the shortest path of a path that has a minimum length from vertices  $a$  to  $z$  in a positive weighted graph. The purpose of this study was to obtain the best route for the distribution of fuel from the BBM Terminal to SPBU in Medan City. The data is taken based on primary data in the form of fuel terminal data, gas stations, road maps of Medan City from Google Maps and a density survey of each road can be arranged an image of the road network and form a graph. Furthermore, from the graph, the best route can be obtained using the Dijkstra algorithm. There are 2 parameters, namely the length of the road and the density of the road, to produce a weight in the form of congestion generated using fuzzy logic. Based on the results of the analysis by means of manual calculations, 7 best routes are obtained for each recommended base SPBU.*

**Keywords:** Optimization Problems, Dijkstra's Algorithm, Fuzzy Logic.

### A. Pendahuluan

Dengan perkembangan mobilitas masyarakat Kota Medan saat ini, maka peran Stasiun Pengisian Bahan bakar Umum (SPBU) sangat dibutuhkan untuk memenuhi pasokan Bahan Bakar Minyak (BBM) masyarakat Kota Medan tiap harinya. Pendistribusian BBM harus dilakukan secara cepat dan tepat agar tidak terjadi penurunan kinerja masyarakat Kota Medan akibat keterlambatan pendistribusian bahan bakar minyak.

Proses pendistribusian BBM sudah ada sistem untuk melacak truk tangki, sehingga tidak ada lagi bentuk kecurangan yang terjadi akibat pendistribusian bahan bakar minyak.

Masalah yang muncul selanjutnya adalah pada saat perjalanan truk tangki dari Terminal BBM menuju SPBU yang dituju. Proses pemilihan jalur menuju SPBU masih manual dilakukan oleh supir truk tangki tersebut, sehingga masih belum memikirkan efisiensi jalur terbaik yang seharusnya dapat dilalui oleh truk tangki tersebut (Santoso, 2016).

Algoritma *Dijkstra* adalah salah satu bentuk algoritma populer dalam pemecahan persoalan masalah optimasi pencarian lintasan terpendek sebuah lintasan yang mempunyai panjang minimum dari verteks  $a$  ke  $z$  dalam graf berbobot positif (Robin, 2010).

Kelebihan implementasi menggunakan algoritma *Dijkstra* yaitu Algoritma *Dijkstra* dapat digunakan untuk memetakan jalur-jalur alternatif apabila jalur utama mengalami hambatan dan algoritma *Dijkstra* dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute terpendek dan aliran maksimum, elemen-elemen (bobot) dari rute tersebut berupa jarak tempuh, biaya, maupun hal lainnya. Sedangkan kelemahan implementasi menggunakan algoritma *Dijkstra* yaitu sistem akan terputus dari web server jika terdapat suatu node pada graph yang berdiri sendiri atau tidak terhubung (Munir, 2005).

Dalam jurnal penelitian Abdillah, Rakhmatsyah, dan Putrada (2019), *Fuzzy* dan *Dijkstra* diimplementasikan pada sistem pengangkutan sampah. Penulis menggunakan *fuzzy* sebagai penentu tempat sampah yang dapat diangkut sedangkan *Dijkstra* untuk mendapatkan rute yang paling efisien dari node awal ke semua node.

Dalam jurnal penelitian Budiaryah (2010), membandingkan Algoritma *Dijkstra*, *Bellman-Ford*, dan *Floyd-Warshall* untuk mencari rute terpendek dari suatu graf. Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa algoritma *Dijkstra* adalah algoritma yang paling cepat dalam menentukan rute terpendek dari suatu graf dibandingkan dengan *Bellman-Ford* dan *Floyd-Warshall*.

Penggabungan metode *Fuzzy* dan algoritma *Dijkstra* untuk pencarian rute terbaik dimana logika *Fuzzy* digunakan untuk mendapatkan bobot setiap ruas jalan dengan variabel kepadatan lalu lintas dan panjang jalan (Ichsan & Muslim, 2012). Dalam mendapatkan output dari kedua variabel itu, digunakan *Fuzzy* model Sugeno. Sementara Algoritma *Dijkstra* digunakan untuk pencarian rute terpendek setelah didapatkan bobot masing-masing ruas jalan (Nggufroon & Mashuri, 2019). Algoritma ini sangat mendukung dalam penelitian ini karena berdasarkan peraturan dari Pertamina sendiri untuk pendistribusian BBM hanya untuk satu SPBU saja dan tidak dapat satu pengiriman BBM untuk beberapa SPBU (Santoso, 2016).

## B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dengan melakukan pengamatan secara langsung. Pengumpulan data dalam penelitian ini peneliti melakukan pengamatan langsung di wilayah

Terminal BBM dan SPBU yang ada di Kecamatan Medan Selayang dengan menentukan penempatan titik-titik, jarak antara Terminal BBM dan SPBU dengan bantuan *Google Maps*, dan survei kepadatan jalan dalam perjalanan menuju SPBU yang ada di wilayah kecamatan medan selayang. SPBU yang akan diteliti yaitu:

1. SPBU Pertamina 14.201.1148
2. SPBU Pertamina 13.201.101
3. SPBU Pertamina 14.201.131
4. SPBU Pertamina 14.201.103
5. SPBU Pertamina 14.201.109
6. SPBU Pertamina 14.201.1129
7. SPBU Pertamina 14.201.130

Dalam pengolahan data digunakan Logika *Fuzzy* Model Sugeno untuk mendapatkan bobot setiap ruas jalan dengan variabel kepadatan lalu lintas dan panjang jalan. Peneliti juga menggunakan Algoritma *Dijkstra* untuk pencarian rute terpendek setelah didapatkan bobot atau output dari Logika *Fuzzy* dari masing-masing ruas jalan.

Tahapan-tahapan yang digunakan dalam logika *Fuzzy* adalah (Kusumadewi & Hartati, 2018):

1. Pembentukan himpunan *Fuzzy*, pada tahap ini akan ditentukan variabel-variabel, himpunan *Fuzzy*, semesta pembicaraan dan domain yang digunakan dalam menentukan output yang diinginkan.
2. Penentuan fungsi keanggotaan, fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan himpunan *Fuzzy* berdasarkan domain himpunan *Fuzzy*, suatu himpunan *Fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan atau dikenal dengan nama interval 0 sampai 1.
3. Pembentukan rule, pada tahap ini ditentukan aturan-aturan yang digunakan dalam membuat logika dengan logika *Fuzzy* yang dinamakan dengan rule. Rule menggunakan statement *IF-THEN* dalam menentukan output yang akan dihasilkan berdasarkan input yang digunakan. Contoh pembentukan rule:

- a. *If* panjang jalan pendek *and* kepadatan jalan sedang *then* jalur tempuh optimal.
- b. *If* panjang jalan pendek *and* kepadatan jalan padat *then* jalur tempuh kurang optimal.

4. Defuzzifikasi, Defuzzifikasi adalah perhitungan yang digunakan dalam mencari output dari logika *Fuzzy*. Metode yang digunakan adalah metode berbobot rata-

$$\text{rata, yaitu: } z = \frac{\sum_{k=1}^M \alpha_k z_k}{\sum_{k=1}^M \alpha_k} \quad (1)$$

Secara formal, algoritma *Dijkstra* untuk mencari rute terpendek adalah sebagai berikut (Chandra, Mulyono, & Suyitno, 2017):

1. Inisialisasi:  $L = \{ \}$ ;  $V = \{v_2, v_3, \dots, v_n\}$ .
2. Untuk  $i = 2, \dots, n$ . Lakukan  $D(v_i) = W(v_1, v_i)$ .
3. Selama  $v_n \notin L$  ( $v_n$  belum titik permanen), lakukan:
  - a. Pilih titik  $v_k \in V - L$  dengan  $D(v_k)$  terkecil, lalu  $L = L \cup \{v_k\}$ .
  - b. Untuk setiap  $v_j \in V - L$  lakukan: jika  $D(j) > D(k) + W(k, j)$  maka ganti  $D(j)$  dengan  $D(k) + W(k, j)$ .
4. Untuk setiap  $v_j \in V$ ,  $W^*(I, j) = D(j)$ .

Menurut algoritma tersebut, rute terpendek dari simpul  $v_1$  ke  $v_n$  adalah melalui titik-titik dalam L secara berurutan dan dengan jumlah bobot rute terpendeknya adalah  $D(v_n)$ .

### C. Hasil dan Pembahasan

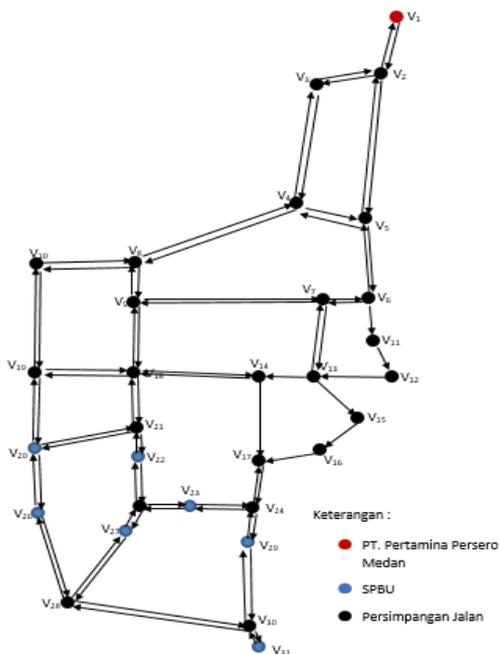
Berdasarkan pengamatan langsung di wilayah Terminal BBM dan SPBU yang ada di Kecamatan Medan Selayang. Maka didapatkan data penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan Jarak dan Kepadatan Antartitik Penelitian

N o	Titik Awal	Titik Tujuan	Nama Ruas Jalan	Jarak/Bobot (km)	Kepadatan (smp)
1	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	Jl. Yos Sudarso	2,9	2154
2	v <sub>2</sub>	v <sub>3</sub>	Jl. Titi Pahlawan	2,6	1266
3	v <sub>2</sub>	v <sub>5</sub>	Jl. Yos Sudarso	14	2154
4	v <sub>3</sub>	v <sub>4</sub>	Jl. Veteran	9,4	2382
5	v <sub>4</sub>	v <sub>5</sub>	Jl. Pertempuran	0,9	1854
6	v <sub>4</sub>	v <sub>8</sub>	Jl. Sumarsono	2,7	1584
7	v <sub>5</sub>	v <sub>4</sub>	Jl. Pertempuran	0,9	2154
8	v <sub>5</sub>	v <sub>6</sub>	Jl. Yos Sudarso	4	2116,8

N o	Titik Awal	Titik Tujuan	Nama Ruas Jalan	Jarak/Bobot (km)	Kepadatan (smp)
9	v <sub>6</sub>	v <sub>7</sub>	Jl. H. Adam malik	0,5	2154
10	v <sub>6</sub>	v <sub>11</sub>	Jl. Yos Sudarso	0,75	1177,2
11	v <sub>7</sub>	v <sub>9</sub>	Jl. T. Amir Hamzah	3	2116,8
12	v <sub>7</sub>	v <sub>13</sub>	Jl. H. Adam malik	1,5	1351,2
13	v <sub>8</sub>	v <sub>9</sub>	Jl. Kapt. Muslim	1,9	1584
14	v <sub>8</sub>	v <sub>10</sub>	Jl. Sumarsono	1,4	1351,2
15	v <sub>9</sub>	v <sub>18</sub>	Jl. Kapt. Muslim	1,7	1732,8
16	v <sub>10</sub>	v <sub>19</sub>	Jl. Asrama	3,2	1798,8
17	v <sub>11</sub>	v <sub>12</sub>	Jl. Putri Merak Jingga	0,6	1479,6
18	v <sub>12</sub>	v <sub>13</sub>	Jl. Guru Patimpus	1	1891,2
19	v <sub>13</sub>	v <sub>14</sub>	Jl. Gatot subroto	0,9	1860
20	v <sub>13</sub>	v <sub>15</sub>	Jl. Imam Bonjol	2,5	1634,4
21	v <sub>14</sub>	v <sub>17</sub>	Jl. Iskandar Muda	2,2	1891,2
22	v <sub>14</sub>	v <sub>18</sub>	Jl. Gatot subroto	2	932,4
23	v <sub>15</sub>	v <sub>16</sub>	Jl. Jend. Sudirman	1,4	628,8
24	v <sub>16</sub>	v <sub>17</sub>	Jl. Kapt. Patimura	1	1483,2
25	v <sub>17</sub>	v <sub>24</sub>	Jl. Jamin Ginting	0,6	1891,2
26	v <sub>18</sub>	v <sub>19</sub>	Jl. Gatot subroto	1,8	1174,8
27	v <sub>18</sub>	v <sub>21</sub>	Jl. Sunggal	0,85	2575,2
28	v <sub>19</sub>	v <sub>20</sub>	Jl. Ringroad	1,5	1174,8
29	v <sub>20</sub>	v <sub>21</sub>	Jl. Sunggal	1,9	2575,2
30	v <sub>20</sub>	v <sub>26</sub>	Jl. Ringroad	1,1	1474,8
31	v <sub>21</sub>	v <sub>22</sub>	Jl. Setia Budi	0,95	1474,8
32	v <sub>22</sub>	v <sub>25</sub>	Jl. Setia Budi	1,1	1176
33	v <sub>23</sub>	v <sub>24</sub>	Jl. Dr. Mansyur	1,7	1176
34	v <sub>23</sub>	v <sub>25</sub>	Jl. Dr. Mansyur	0,95	1483,2
35	v <sub>24</sub>	v <sub>29</sub>	Jl. Jamin Ginting	0,45	1474,8
36	v <sub>25</sub>	v <sub>27</sub>	Jl. Setia Budi	0,28	2575,2
37	v <sub>26</sub>	v <sub>28</sub>	Jl. Ringroad	2,7	1474,8
38	v <sub>27</sub>	v <sub>28</sub>	Jl. Setia Budi	2,8	2575,2
39	v <sub>28</sub>	v <sub>30</sub>	Jl. Ringroad	3,5	2575,2
40	v <sub>29</sub>	v <sub>30</sub>	Jl. Jamin Ginting	2,9	1732,8
41	v <sub>30</sub>	v <sub>31</sub>	Jl. Jamin Ginting	0,07	1891,2

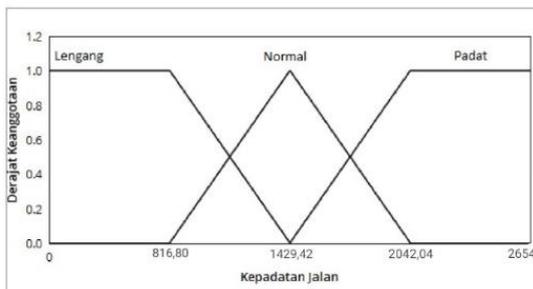
Setiap persimpangan dan ruas jalan yang dapat dilalui truk tangki BBM dimodelkan kedalam bentuk graf. Berikut hasil model lokasi penelitian dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Keterangan Titik Penelitian dalam Graf

### 1. Pembentukan Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Berikut merupakan fungsi keanggotaan untuk parameter panjang jalan dan kepadatan jalan yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



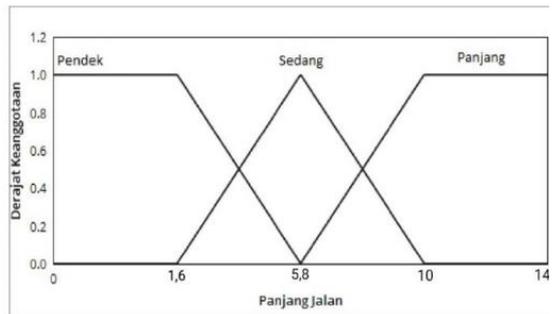
Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Kepadatan Jalan

Berikut adalah fungsi linier yang dimiliki oleh kepadatan jalan:

$$\mu_{jlnLENGGANG}(L) \begin{cases} 1 & ; L \leq 816,80 \\ \frac{1429,42-L}{612,62} & ; 816,80 \leq L \leq 1429,42 \\ 0 & ; L \geq 1429,42 \end{cases}$$

$$\mu_{jlnPADAT}(L) \begin{cases} 0 & ; L \leq 1429,42 \\ \frac{L-1429,42}{612,62} & ; 1429,42 \leq L \leq 2042,04 \\ 1 & ; L \geq 2042,04 \end{cases}$$

$$\mu_{jlnNORMAL}(L) \begin{cases} 0 & ; L \leq 816,80 \text{ atau } L \geq 2042,04 \\ \frac{L-816,80}{612,62} & ; 816,80 \leq L \leq 1429,42 \\ \frac{2042,04-L}{612,62} & ; 1429,42 \leq L \leq 2042,04 \end{cases}$$



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Panjang Jalan

Berikut adalah fungsi linear yang dimiliki oleh panjang jalan:

$$\mu_{jlnPENDEK}(L) \begin{cases} 1 & ; L \leq 1,6 \\ \frac{5,8-L}{4,2} & ; 1,6 \leq L \leq 5,8 \\ 0 & ; L \geq 5,8 \end{cases}$$

$$\mu_{jlnSEDANG}(L) \begin{cases} 0 & ; L \leq 1,6 \text{ atau } L \geq 10 \\ \frac{L-1,6}{4,2} & ; 1,6 \leq L \leq 5,8 \\ \frac{10-L}{4,2} & ; 5,8 \leq L \leq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{jlnPANJANG}(L) \begin{cases} 0 & ; L \leq 5,8 \\ \frac{L-5,8}{4,2} & ; 5,8 \leq L \leq 10 \\ 1 & ; L \geq 10 \end{cases}$$

### 2. Pembentukan Aturan Fuzzy

Pada pembentukan aturan Fuzzy ini terdapat 9 aturan Fuzzy, berikut adalah aturan Fuzzy pada penelitian ini: (R1) Jika jalan pendek dan kepadatan jalan lenggang maka output Fuzzy lancar; (R2) Jika jalan pendek dan kepadatan jalan normal maka output Fuzzy sedang; (R3) Jika jalan pendek dan kepadatan jalan padat maka output Fuzzy sedikit padat; (R4) Jika jalan sedang dan kepadatan jalan lenggang maka output Fuzzy sedang; (R5) Jika jalan sedang dan kepadatan jalan normal maka output Fuzzy sedikit padat; (R6) Jika jalan sedang dan kepadatan jalan padat maka output Fuzzy padat merayap; (R7) Jika jalan panjang dan kepadatan jalan lenggang maka output Fuzzy sedikit padat; (R8) Jika jalan panjang dan kepadatan jalan normal maka output Fuzzy padat merayap; (R9) Jika jalan panjang dan kepadatan jalan padat maka output Fuzzy sangat padat.

### 3. Mencari Output Fuzzy

Pada pencarian output Fuzzy dapat digunakan metode berbobot rata-rata. Berikut adalah rumus metode berbobot rata-rata:

$$Z = \frac{\alpha pred_1(TK_1) + \alpha pred_2(TK_2) + \dots + \alpha pred_n(TK_n)}{\alpha pred_1 + \alpha pred_2 + \dots + \alpha pred_n} \quad (2)$$

TK = Tingkat Kemacetan

Keterangan nilai tingkat kemacetan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Kemacetan

Kemacetan	Nilai
Lenggang	0,1
Sedang	0,25
Sedikit Padat	0,5
Padat merayap	0,75
Sangat padat	1

Setiap parameter sisi yang berupa panjang jalan dan kepadatan jalan dimasukan kedalam fungsi keanggotaan masing-masing.

Berikut adalah input untuk sisi  $v_1v_2$  dengan nilai panjang 2,9 km dan kepadatan 2154 spm/jam.

Input hasil  $v_1v_2$

Input jarak = 2,9

$$\mu_{jlnPENDEK}(P) = \frac{5,8-2,9}{4,2} = 0,690$$

$$\mu_{jlnSEDANG}(P) = \frac{2,9-1,6}{4,2} = 0,310$$

$$\mu_{jlnPANJANG}(P) = 0$$

Input Kepadatan = 21

$$\mu_{jlnLENGGANG}(L) = 0$$

$$\mu_{jlnNORMAL}(L) = 0$$

$$\mu_{jlnPADAT}(L) = 1$$

Selanjutnya mencari *alpha-predikat* dari setiap aturan.

(R1) IF panjang jalan pendek AND kepadatan lenggang THEN tingkat kemacetan *Fuzzy* lancar (0,1)

$$\alpha -predikat_1$$

$$= \min\{\mu_{jlnPENDEK}(2,9); \mu_{jlnLENGGANG}(2154)\}$$

$$= \min\{0,690; 0\} = 0$$

$$TK_1 = 0,1$$

(R2) IF panjang jalan pendek AND kepadatan normal THEN tingkat kemacetan sedang (0,25)

$$\alpha -predikat_2$$

$$= \min\{\mu_{jlnPENDEK}(2,9); \mu_{jlnNORMAL}(2154)\}$$

$$= \min\{0,690; 0\} = 0$$

$$TK_2 = 0,25$$

(R3) IF panjang jalan pendek AND kepadatan padat THEN tingkat kemacetan sedikit padat (0,5).

$$\alpha -predikat_3$$

$$= \min\{\mu_{jlnPENDEK}(2,9); \mu_{jlnPADAT}(2154)\}$$

$$= \min\{0,690; 1\} = 0,690$$

$$TK_3 = 0,5$$

(R4) IF panjang jalan sedang AND kepadatan lenggang THEN tingkat kemacetan sedang (0,25).

$$\alpha -predikat_4$$

$$= \min\{\mu_{jlnSEDANG}(2,9); \mu_{jlnLENGGANG}(2154)\}$$

$$= \min\{0,310; 0\} = 0$$

$$TK_4 = 0,25$$

(R5) IF panjang jalan sedang AND kepadatan normal THEN tingkat kemacetan sedikit padat (0,5).

$$\alpha -predikat_5$$

$$= \min\{\mu_{jlnSEDANG}(2,9); \mu_{jlnNORMAL}(2154)\}$$

$$= \min\{0,310; 0\} = 0$$

$$TK_5 = 0,5$$

(R6) IF panjang jalan sedang AND kepadatan padat THEN tingkat kemacetan padat merayap (0,75).

$$\alpha -predikat_6$$

$$= \min\{\mu_{jlnSEDANG}(2,9); \mu_{jlnPADAT}(2154)\}$$

$$= \min\{0,310; 1\} = 0,310$$

$$TK_6 = 0,75$$

(R7) IF panjang jalan panjang AND kepadatan lenggang THEN tingkat kemacetan sedikit padat (0,5).

$$\alpha -predikat_7$$

$$= \min\{\mu_{jlnPANJANG}(2,9); \mu_{jlnLENGGANG}(2154)\}$$

$$= \min\{0; 0\} = 0$$

$$TK_7 = 0,5$$

(R8) IF panjang jalan panjang AND kepadatan normal THEN tingkat kemacetan padat merayap (0,75).

$$\alpha -predikat_8$$

$$= \min\{\mu_{jlnPANJANG}(2,9); \mu_{jlnNORMAL}(2154)\}$$

$$= \min\{0; 0\} = 0$$

$$TK_8 = 0,75$$

(R9) IF panjang jalan panjang AND kepadatan padat THEN tingkat kemacetan sangat padat (1).

$$\alpha -predikat_9$$

$$= \min\{\mu_{jlnPANJANG}(2,9); \mu_{jlnPADAT}(2154)\}$$

$$= \min\{0; 1\} = 0$$

$$TK_9 = 1$$

Selanjutnya gunakan metode berbobot rata-rata untuk memperoleh nilai output dari  $v_1v_2$ . Karena  $\alpha -predikat$  yang tidak nol hanya pada aturan (R3 dan R6), maka nilai *output Fuzzy* dari  $v_1v_2$  adalah:

$$z = \frac{(0,690 * 0,5) + (0,310 * 0,75)}{0,960 + 0,310} = \frac{(0,345) + (0,232)}{1} = \frac{0,577}{1} = 0,577$$

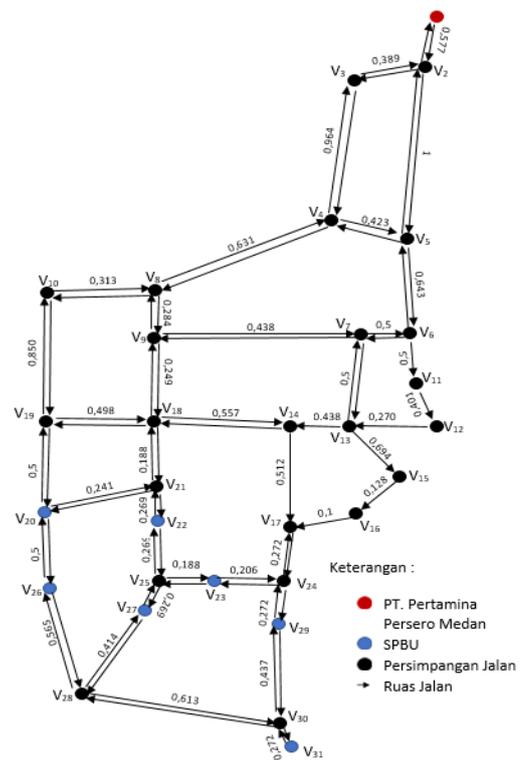
Dari hasil inferensi *Fuzzy* nilai tingkat kemacetan  $v_1v_2$  adalah 0,577 atau dalam kategori padat merayap. Lanjutkan untuk setiap sisi seperti di atas. Pada tabel 3 adalah hasil untuk semua sisi.

Tabel 3. Hasil *Output Fuzzy*

No	Titik Awaftitik	Tujuan	Jarak/Bobot (km)	Kepadatan (spm)	Output Fuzzy
1	$v_1$	$v_2$	2,9	2154	0,577
2	$v_2$	$v_3$	2,6	1266	0,389
3	$v_2$	$v_5$	14	2154	1
4	$v_3$	$v_4$	9,4	2382	0,964

No	Titik Awal	Titik Tujuan	Jarak/Bobot (km)	Kepadatan (smp)	Output Fuzzy
5	v <sub>4</sub>	v <sub>5</sub>	0,9	1854	0,423
6	v <sub>4</sub>	v <sub>8</sub>	2,7	1584	0,631
7	v <sub>5</sub>	v <sub>6</sub>	4	2154	0,643
8	v <sub>6</sub>	v <sub>7</sub>	0,5	2116,8	0,5
9	v <sub>6</sub>	v <sub>11</sub>	0,75	2154	0,5
10	v <sub>7</sub>	v <sub>9</sub>	3	1177,2	0,438
11	v <sub>7</sub>	v <sub>13</sub>	1,5	2116,8	0,5
12	v <sub>8</sub>	v <sub>9</sub>	1,9	1351,2	0,284
13	v <sub>8</sub>	v <sub>10</sub>	1,4	1584	0,313
14	v <sub>9</sub>	v <sub>18</sub>	1,7	1351,2	0,249
15	v <sub>10</sub>	v <sub>19</sub>	3,2	1732,8	0,850
16	v <sub>11</sub>	v <sub>12</sub>	0,6	1798,8	0,401
17	v <sub>12</sub>	v <sub>13</sub>	1	1479,6	0,270
18	v <sub>13</sub>	v <sub>14</sub>	0,9	1891,2	0,438
19	v <sub>13</sub>	v <sub>15</sub>	2,5	1860	0,694
20	v <sub>14</sub>	v <sub>17</sub>	2,2	1634,4	0,512
21	v <sub>14</sub>	v <sub>18</sub>	2	1891,2	0,557
22	v <sub>15</sub>	v <sub>16</sub>	1,4	932,4	0,128
23	v <sub>16</sub>	v <sub>17</sub>	1	628,8	0,1
24	v <sub>17</sub>	v <sub>24</sub>	0,6	1483,2	0,272
25	v <sub>18</sub>	v <sub>19</sub>	1,8	1891,2	0,498
26	v <sub>18</sub>	v <sub>21</sub>	0,85	1174,8	0,188
27	v <sub>19</sub>	v <sub>20</sub>	1,5	2575,2	0,5
28	v <sub>20</sub>	v <sub>21</sub>	1,9	1174,8	0,241
29	v <sub>20</sub>	v <sub>22</sub>	1,1	2575,2	0,5
30	v <sub>21</sub>	v <sub>22</sub>	0,95	1474,8	0,269
31	v <sub>22</sub>	v <sub>25</sub>	1,1	1474,8	0,269
32	v <sub>23</sub>	v <sub>24</sub>	1,7	1176	0,206
33	v <sub>23</sub>	v <sub>25</sub>	0,95	1176	0,188
34	v <sub>24</sub>	v <sub>29</sub>	0,45	1483,2	0,272
35	v <sub>25</sub>	v <sub>27</sub>	0,28	1474,8	0,269
36	v <sub>26</sub>	v <sub>28</sub>	2,7	2575,2	0,565
37	v <sub>27</sub>	v <sub>28</sub>	2,8	1474,8	0,414
38	v <sub>28</sub>	v <sub>26</sub>	2,7	2575,2	0,565
39	v <sub>28</sub>	v <sub>30</sub>	3,5	2575,2	0,613
40	v <sub>29</sub>	v <sub>30</sub>	2,9	1483,2	0,437
41	v <sub>30</sub>	v <sub>31</sub>	0,07	1483,2	0,272

Bobot yang telah di peroleh dari perhitungan logika *Fuzzy* kemudian dimasukan ke dalam graf jaringan jalan rute pendistribusian BBM pada SPBU, sehingga model graf dengan tingkat kemacetan (nilai *output Fuzzy*) seperti Gambar 4.



Gambar 4. Keterangan Titik Penelitian dan Bobot Graf

#### 4. Pencarian Rute dari Terminal BBM menuju SPBU Pertamina 14.201.130

Berikut merupakan proses mencari rute terbaik dari  $v_1$  ke  $v_{20}$  dengan algoritma *Dijkstra* secara manual. Memodelkan graf berbobot pada gambar 4 ke dalam matriks graf berbobot adalah sebagai berikut:

$$W(G) = \begin{matrix} & v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & \dots & v_{29} & v_{30} & v_{31} \\ \begin{matrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ \vdots \\ v_{31} \end{matrix} & \begin{bmatrix} \infty & 2,9 & \infty & \infty & \infty & \dots & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 2,9 & \infty & 0,389 & \infty & \infty & 1 & \dots & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 0,389 & \infty & 0,964 & \infty & \dots & \dots & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 0,964 & \infty & 0,423 & \dots & \dots & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 1 & \dots & 0,423 & \dots & \dots & \dots & \infty & \infty & \infty \\ \vdots & \vdots \\ \infty & 0,272 & \infty \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Penyelesaian mencari rute terbaik dari  $v_1$  ke  $v_{20}$  adalah sebagai berikut:

Iterasi 0

Mula-mula  $L = \{ \}$  dan  $V = \{ v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, \dots, v_{31} \}$ . Pada iterasi ini simpul awal  $v_1$  diambil sebagai simpul permanen pertama, maka isi tabel  $D(V)$  dengan  $D(v_1) = 0$  dan  $D(v_2) = D(v_3) = \dots = D(v_{31}) = \infty$ .

Tabel 4. Iterasi 0

Itera	D(Vn)											
	1	2	3	4	5	6	7	...	1	1	..	3
si	1	2	3	4	5	6	7	...	5	6	..	3
1	0	$\infty$										

Iterasi 1

$V-L = \{ v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, \dots, v_{31} \} - \{ \} = \{ v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, \dots, v_{31} \}$

$D(2) = W(1,2) = 0,577$ ;  $D(3) = W(1,3) = \infty$ ;  $D(4) = W(1,4) = \infty$ ;  $D(5) = W(1,5) = \infty$ ;  $D(6) = W(1,6) = \infty$ ;  $D(7) = W(1,7) = \infty$ ;  $D(8) = W(1,8) = \infty$ ; ... ;  $D(31) = W(1,31) = \infty$ .  $D(k)$  terkecil adalah  $D(2)$  menjadi titik permanen dan simpul keberangkatan di iterasi selanjutnya, sehingga  $v_k = v_2$ .

$$L = L \cup (v_k) = \{ \} \cup \{v_2\} = \{v_2\}$$

Tabel 5. Iterasi 1

Iterasi	D(Vn)											
	1	2	3	4	5	6	7	...	1	1	..	3
1	-	0,5 77	$\infty$									

### Iterasi 2

Karena titik tujuan  $v_{20} \notin L$ , sehingga langkah 3(a) dan 3(b) dilakukan.

3(a):  $D(k)$  terkecil di iterasi 1 adalah  $D(2)$  menjadi titik keberangkatan di iterasi ini, sehingga  $v_k = v_2$ .

$$L = L \cup (v_k) = \{ \} \cup \{v_2\} = \{v_2\}$$

3(b):  $V-L = \{v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, \dots, v_{31}\} - \{v_2\} = \{v_3, v_4, v_5, v_6, \dots, v_{31}\}$ ,  $k = 2$  (dari langkah 3(a)). Diselidiki tiap titik dalam  $V-L$

Untuk  $j=3$ :

$$D(j) = D(3) = \infty ; D(k) + W(k,j) = D(2) + W(2,3) = 0,577 + 0,389 = 0,966$$

Karena  $D(3) > D(2) + W(2,3)$  maka  $D(3)$  diubah menjadi 0,966

Untuk  $j=4$ :

$$D(j) = D(4) = \infty ; D(k) + W(k,j) = D(2) + W(2,4) = 0,577 + \infty = \infty$$

Karena  $D(4) \not> D(2) + W(2,4)$  maka  $D(4)$  tetap  $\infty$

Untuk  $j=5$ :

$$D(j) = D(5) = \infty ; D(k) + W(k,j) = D(2) + W(2,5) = 0,577 + 1 = 1,577$$

Karena  $D(5) > D(2) + W(2,5)$  maka  $D(5)$  diubah menjadi 1,577

Untuk  $j=6$ :

$$D(j) = D(6) = \infty ; D(k) + W(k,j) = D(2) + W(2,6) = 0,577 + \infty = \infty$$

Karena  $D(6) \not> D(2) + W(2,6)$  maka  $D(6)$  tetap  $\infty$

...

Demikian seterusnya hingga semua titik  $V-L$  sudah diselidiki. Maka diperoleh  $D(3)$  adalah  $D(k)$  terkecil pada iterasi ini. Karena  $D(3) > D(2) + W(2,3)$  maka  $D(3)$  diubah menjadi 0,966, ini berarti bahwa untuk mencapai titik  $v_3$  dari  $v_1$ , jalur melalui  $v_2$  ( $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3$  atau  $D(2) + W(2,3)$ ) mempunyai bobot lebih kecil dibandingkan

jalur langsung  $v_3$  ( $v_1 \rightarrow v_3$  atau  $D(3)$ ). Maka  $D(3)$  menjadi titik permanen dan titik keberangkatan di iterasi selanjutnya, sehingga  $v_k = v_3$ .

$$L = L \cup (v_k) = \{v_2\} \cup \{v_3\} = \{v_2, v_3\}$$

Tabel 6. Iterasi 2

Iterasi	D(Vn)											
	1	2	3	4	5	6	7	...	1	1	..	3
2	-	-	0,9 66	$\infty$	1,5 77	$\infty$						

### Iterasi 3

Karena titik tujuan  $v_{20} \notin L$ , sehingga langkah 3(a) dan 3(b) dilakukan.

3(a):  $D(k)$  terkecil di iterasi 2 adalah  $D(3)$  menjadi titik keberangkatan di iterasi ini, sehingga  $v_k = v_3$ .

$$L = L \cup (v_k) = L \cup \{v_3\} = \{v_2, v_3\}$$

3(b):  $V-L = \{v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, \dots, v_{31}\} - \{v_2, v_3\} = \{v_4, v_5, v_6, \dots, v_{31}\}$ ,  $k = 3$  (dari langkah 3(a)). Diselidiki tiap titik dalam  $V-L$

Untuk  $j=4$ :

$$D(j) = D(4) = \infty ; D(k) + W(k,j) = D(3) + W(3,4) = 0,966 + 0,964 = 1,930$$

Karena  $D(4) > D(3) + W(3,4)$  maka  $D(4)$  diubah menjadi 1,930

Untuk  $j=5$ :

$$D(j) = D(5) = 1,577 ; D(k) + W(k,j) = D(3) + W(3,5) = 0,966 + \infty = \infty$$

Karena  $D(5) \not> D(3) + W(3,5)$  maka  $D(5)$  tetap 1,577

Untuk  $j=6$ :

$$D(j) = D(6) = \infty ; D(k) + W(k,j) = D(3) + W(3,6) = 0,577 + \infty = \infty$$

Karena  $D(6) \not> D(3) + W(3,6)$  maka  $D(6)$  tetap  $\infty$

...

Demikian seterusnya hingga semua titik  $V-L$  sudah diselidiki. Maka diperoleh  $D(5)$  adalah  $D(k)$  terkecil pada iterasi ini. Karena  $D(5) \not> D(3) + W(3,5)$  maka  $D(5)$  bernilai tetap 1,577, ini berarti bahwa jalur  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_5$  atau  $D(2) + W(2,5)$  mempunyai bobot lebih kecil dibandingkan jalur lainnya menuju  $v_5$ . Maka  $D(5)$  menjadi titik permanen dan titik keberangkatan di iterasi selanjutnya, sehingga  $v_k = v_5$ .

$$L = L \cup (v_k) = \{v_2\} \cup \{v_5\} = \{v_2, v_5\}$$

Tabel 7. Iterasi 3

Iterasi	D(Vn)											
	1	2	3	4	5	6	7	...	1	1	..	3
3	-	-	-	1,9 30	1,5 77	$\infty$						

Langkah 3(a) dan 3(b) diulang-ulang terus hingga titik  $v_{20} \in L$  maka akan diperoleh hasil pada iterasi ke-15.

Tabel 8. Iterasi 15

Iterasi	D(Vn)										
	1	...	14	15	...	19	20	...	22	...	3
15	-	-	3,6	3,9	∞	3,5	3,5	∞	3,5	∞	∞
			51	14		92	23		51		

Dengan  $L =$

$$\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_8, v_9, v_{18}, v_{21}, v_{20}\} = 3,523.$$

Interpretasi hasil dilihat dari titik yang bertetangga yang paling minimum dari titik tujuan ke titik asal adalah sebagai berikut:  $D(v_{20})$  paling minimum dapat dilalui dari  $v_{21}$  dengan nilai  $D(v_{20}) = 3,523$ ;  $D(v_{21})$  paling minimum dapat dilalui dari  $v_{18}$  dengan nilai  $D(v_{21}) = 3,282$ ;  $D(v_{18})$  paling minimum dapat dilalui dari  $v_9$  dengan nilai  $D(v_{18}) = 3,094$ ;  $D(v_9)$  paling minimum dapat dilalui dari  $v_8$  dengan nilai  $D(v_9) = 2,845$ ;  $D(v_8)$  paling minimum dapat dilalui dari  $v_4$  dengan nilai  $D(v_8) = 2,561$ ;  $D(v_4)$  paling minimum dapat dilalui dari  $v_3$  dengan nilai  $D(v_4) = 1,930$ ;  $D(v_3)$  paling minimum dapat dilalui dari  $v_2$  dengan nilai  $D(v_3) = 0,966$ ;  $D(v_2)$  paling minimum dapat dilalui dari  $v_1$  dengan nilai  $D(v_2) = 0,577$ .

Jadi panjang rute terbaik dari  $v_1$  (Terminal BBM) menuju  $v_{20}$  (SPBU Pertamina 14.201.130) adalah sebesar 3,523 dengan rute sebagai berikut:  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_8 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{20} = 0,577 + 0,389 + 0,964 + 0,631 + 0,284 + 0,249 + 0,188 + 0,241 = 3,523$  jalan yang dilalui dimulai dari Terminal BBM – Jl. Yos Sudarso – Jl. Titi Pahlawan – Jl. Veteran – Jl. Sumarsono – Jl. Kapt. Muslim – Jl. Kapt. Muslim – Jl. Sunggal – Jl. Sunggal – SPBU Simpang Sunggal (Lokasi Pendistribusian BBM).

Proses ini dilakukan hingga rute terbaik pendistribusian BBM ke 7 SPBU wilayah kota Medan didapatkan. Berikut merupakan himpunan solusi rute terbaik pendistribusian BBM ke SPBU dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Himpunan solusi lintasan terbaik

Iterasi	Himpunan Solusi (L)	D(v)
0	{1}	0,000
1	{1,2}	0,577
2	{1,2,3}	0,966
3	{1,2,5}	1,577
4	{1,2,3,4}	1,930
5	{1,2,5,6}	2,220
6	{1,2,3,4,8}	2,561
7	{1,2,5,6,7}	2,720

Iterasi	Himpunan Solusi (L)	D(v)
8	{1,2,5,6,11}	2,720
9	{1,2,3,4,8,9}	2,845
10	{1,2,3,4,8,10}	2,874
11	{1,2,3,4,8,9,18}	3,094
12	{1,2,5,6,11,12}	3,121
13	{1,2,5,6,7,13}	3,220
14	{1,2,3,4,8,9,18,21}	3,282
15	{1,2,3,4,8,9,18,21,20}	3,523
16	{1,2,3,4,8,9,18,21,22}	3,551
17	{1,2,3,4,8,9,18,19}	3,592
18	{1,2,3,4,8,9,18,14}	3,651
19	{1,2,3,4,8,9,18,21,22,25}	3,820
20	{1,2,5,6,7,13,15}	3,914
21	{1,2,3,4,8,9,18,21,22,25,23}	4,008
22	{1,2,3,4,8,9,18,21,20,26}	4,023
23	{1,2,5,6,7,13,15,16}	4,042
24	{1,2,3,4,8,9,18,21,22,25,27}	4,089
25	{1,2,5,6,7,13,15,16,17}	4,142
26	{1,2,3,4,8,9,18,21,22,25,23,24}	4,214
27	{1,2,3,4,8,9,18,21,22,25,27,28}	4,503
28	{1,2,3,4,8,9,18,21,22,25,23,24,29}	4,486
29	{1,2,3,4,8,9,18,21,22,25,23,24,29,30}	4,923
30	{1,2,3,4,8,9,18,21,22,25,23,24,29,30,31}	5,195
STOP		

Keterangan:

- Lokasi SPBU
- Titik Permanen

## D. Kesimpulan dan Saran

### 1. Kesimpulan:

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya diperoleh rute terbaik pendistribusian BBM yang bersifat dinamis (tidak berlaku selamanya) dan hanya berlaku pada saat penelitian dilakukan, yaitu:

- a. Dari Terminal BBM menuju SPBU Pertamina 14.201.130 atau dari  $v_1$  menuju  $v_{20}$ , yaitu:  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_8 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{20}$ . Jalan yang di lalui adalah Jl. Yos Sudarso – Jl. Titi Pahlawan – Jl. Veteran – Jl. Sumarsono – Jl. Kapt. Muslim – Jl. Sunggal, dengan nilai *output Fuzzy* 3,523.
- b. Dari Terminal BBM menuju SPBU Pertamina 14.201.131 atau dari  $v_1$  menuju  $v_{22}$ , yaitu:  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_8 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{22}$ . Jalan yang di lalui adalah Jl. Yos Sudarso – Jl. Titi Pahlawan – Jl. Veteran – Jl. Sumarsono – Jl. Kapt. Muslim – Jl. Sunggal – Jl. Setia Budi, dengan nilai *output Fuzzy* 3,551.
- c. Dari Terminal BBM menuju SPBU Pertamina 14.201.1148 atau dari  $v_1$  menuju  $v_{23}$ , yaitu:  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_8 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{22} \rightarrow v_{25} \rightarrow v_{23}$ . Jalan yang dilalui adalah Jl. Yos Sudarso – Jl. Titi Pahlawan – Jl. Veteran – Jl. Sumarsono – Jl. Kapt. Muslim – Jl.

- Sunggal – Jl. Setia Budi – Jl. Dr Mansyur, dengan nilai *output Fuzzy* 4,008.
- d. Dari Terminal BBM menuju SPBU Pertamina 14.201.1129 atau dari  $v_1$  menuju  $v_{26}$ , yaitu:  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_8 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{20} \rightarrow v_{26}$ . Jalan yang dilalui adalah Jl. Yos Sudarso – Jl. Titi Pahlawan – Jl. Veteran – Jl. Sumarsono – Jl. Kapt. Muslim– Jl. Sunggal – Jl. Ringroad, dengan nilai *output Fuzzy* 4,023.
  - e. Dari Terminal BBM menuju SPBU Pertamina 14.201.103 atau dari  $v_1$  menuju  $v_{27}$ , yaitu:  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_8 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{22} \rightarrow v_{25} \rightarrow v_{27}$ . Jalan yang dilalui adalah Jl. Yos Sudarso – Jl. Titi Pahlawan – Jl. Veteran – Jl. Sumarsono – Jl. Kapt. Muslim– Jl. Sunggal – Jl. Setia Budi, dengan nilai *output Fuzzy* 4,089.
  - f. Dari Terminal BBM menuju SPBU Pertamina 13.201.101 atau dari  $v_1$  menuju  $v_{29}$ , yaitu:  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_8 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{22} \rightarrow v_{25} \rightarrow v_{23} \rightarrow v_{24} \rightarrow v_{29}$ . Jalan yang dilalui adalah Jl. Yos Sudarso – Jl. Titi Pahlawan – Jl. Veteran – Jl. Sumarsono –Jl. Kapt. Muslim – Jl. Sunggal – Jl. Setia Budi – Jl. Dr Mansyur – Jl. Jamin Ginting, dengan nilai *output Fuzzy* 4,486.
  - g. Dari Terminal BBM menuju SPBU Pertamina 14.201.103 atau dari  $v_1$  menuju  $v_{31}$ , yaitu:  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_8 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21} \rightarrow v_{22} \rightarrow v_{25} \rightarrow v_{23} \rightarrow v_{24} \rightarrow v_{29} \rightarrow v_{30} \rightarrow v_{31}$ . Jalan yang dilalui adalah Jl. Yos Sudarso – Jl. Titi Pahlawan – Jl. Veteran – Jl. Sumarsono –Jl. Kapt. Muslim – Jl. Sunggal – Jl. Setia Budi – Jl. Dr Mansyur – Jl. Jamin Ginting, dengan nilai *output Fuzzy* 5,195.
- c. Dapat menggunakan metode lain dalam penentuan bobot graf yang lebih efisien dari logika *fuzzy* seperti Metode *Transitive Closure* dan Metode *Ant Colony Optimazation (ACO)*.
  - d. Dalam pencarian rute tercepat lebih tepat mengkombinasikan jarak dan waktu.

## E. Daftar Pustaka

- Abdillah, H. N., Rakhmatsyah, A., & Putrada, A. G. (2019). Implementasi Fuzzy dan Dijkstra pada Sistem Pengangkutan Sampah. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 5(3), 286-293.
- Budiarsyah, D. K. (2010). Algoritma Dijkstra, Bellman-Ford, dan Floyd-Warshall untuk Mencari Rute Terpendek dari Suatu Graf. *Makalah Strukdis*.
- Chandra, Stepanus Andryan., Mulyono, M., & Suyitno, A. (2017). Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Pencarian Rute Terpendek Tempat Wisata Di Kabupaten Gunungkidul Dengan Program Visual Basic. *Unnes Journal of Mathematics*, 6(2), 108-116.
- Ichsan, M. H. H., Yudaningtyas, E., & Muslim, M. A. (2012). Solusi Optimal Pencarian Jalur Tercepat dengan Algoritma Hybrid Fuzzy-Dijkstra. *Jurnal EECCIS*, 6(2), 155-160.
- Kusumadewi, Sri., & Hartati, Sri. (2018). *Neuro Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Munir, Rinaldi. (2005). *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung.
- Nggufuron, N., Rochmad, R., & Mashuri, M. (2019). Pencarian rute terbaik pemadam kebakaran kota semarang menggunakan algoritma dijkstra dengan logika fuzzy sebagai penentu bobot pada graf. *Unnes Journal of mathematics*, 8(1), 40-49.
- Robin, J. W. (2010). *Pengantar Teori Graf (Edisi ke-5)*. Jakarta: Erlangga.
- Santoso, A. T.(2016). *Rancang Bangun Aplikasi Pendistribusian Bahan Bakar*

## 2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan penulis untuk pengembangan penelitian ini adalah:

- a. Memperbanyak titik penelitian lokasi SPBU untuk wilayah di Kota Medan.
- b. Bobot sisi hanya 2 variabel yaitu panjang jalan dan kepadatan jalan, maka untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan variabel-variabel seperti lebar jalan, kerusakan jalan, dan aturan-aturan khusus lalu lintas, sehingga diperoleh rute yang optimal.

Minyak Pada Spbu Pertamina Wilayah  
Jember Menggunakan Algoritma Dijkstra  
Berbasis Web.

Siang, Jong Jek. (2002). Matematika Diskrit  
dan Aplikasinya. Yogyakarta: Andi.