

SOLUSI PENCARIAN RUTE TERPENDEK PEMADAM KEBAKARAN MENGUNAKAN ALGORITMA DJIKSTRA

Unzilathun Hawa^{1*}, Lilik Muzdalifah²

^{1, 2} Matematika, Univeritas PGRI Ronggolawe Tuban

¹ Email: unzilathun@gmail.com

ABSTRAK

Pencarian rute terpendek dalam teori graf adalah usaha untuk mencari rute yang paling dekat dari titik awal hingga titik akhir dengan bobot paling kecil dibandingkan dengan seluruh rute yang ada. Untuk mengimplentasikan penentuan rute terpendek yang dilalui pemadam kebakaran dengan menggunakan Algoritma Dijkstra, dalam penelitian ini Algoritma Dijkstra digunakan untuk mengkalkulasikan semua kemungkinan bobot terkecil dari jalur pos-pos pemadam kebakaran menuju lokasi kebakaran berdasarkan data, agar diperoleh jalur yang optimal digunakan bantuan *software* POM-QM *for Windows*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui rute yang harus dilalui saat terjadi kebakaran di Kabupaten Tuban dan menentukan titik awal atau pos keberangkatan mobil pemadam kebakaran Kabupaten Tuban. Rute terpendek dari Pos Tuban, Pos Rengel, Pos Jatirogo, dan Pos Singgahan ke seluruh daerah kebakaran berdasarkan data dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Baik dengan menggunakan Algoritma Dijkstra atau POM-QM *for Windows* didapatkan hasil yang sama. Dari hasil penelitian ini Algoritma Dijkstra dan POM-QM *for Windows* dapat dijadikan sebagai metode untuk pencarian solusi rute terpendek. Perhitungan menggunakan Algoritma Dijkstra memberikan hasil yang lebih detail/rinci karena terdapat beberapa jalur alternatif yang harus dilalui dari pada *software* POM-QM *for Windows*.

Kata Kunci: pemadam kebakaran; rute terpendek; algoritma djikstra; POM-QM *for windows*

PENDAHULUAN

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis [1]. Penyebab terjadinya bencana kebakaran antara lain yaitu hubungan arus pendek listrik, pembuangan puntung rokok sembarangan, meledaknya gas LPG dan lain-lain [2]. Akibat dari bencana kebakaran yaitu dapat merugikan korbannya sehingga dalam penanganannya harus tepat dan cepat [3]. Untuk itu petugas pemadam kebakaran perlu memilih jalur yang paling efisien ketika terjadi bencana kebakaran agar dapat meminimalisir kerugian pada korban bencana, dan meminimalisir waktu maupun biaya.

Pencarian rute terbaik atau dalam teori graf sering disebut pencarian rute terpendek [4] adalah usaha untuk mencari rute yang paling dekat dari titik awal hingga titik akhir tujuan dengan beban paling ringan dibandingkan dengan seluruh rute yang ada rute terbaik ini

telah diterapkan diberbagai bidang untuk mengoptimasi kinerja suatu sistem, baik untuk meminimalkan biaya atau mempercepat jalannya suatu proses [5] untuk memperoleh model proses yaitu dengan menerapkan beberapa algoritma terkenal, seperti algoritma deterministik dan algoritma heuristic [6]. Algoritma deterministic terdapat dua macam yaitu Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd Warshall [7]. Dalam *network routing* kedua algoritma tersebut biasanya digunakan untuk pencarian jalur terpendek atau *Shortest Path Problem Algorithm*. Kedua algoritma tersebut memiliki cara pencarian yang berbeda. Dari waktu penyelesaian masalah Algoritma Dijkstra mampu menyelesaikan masalah dengan cepat bila dibandingkan dengan Algoritma Floyd Warshall, dan dari segi kerumitan Algoritma Dijkstra jauh lebih sederhana dibandingkan dengan Algoritma Floyd Warshall. [8]. Sistem pencarian jalur terpendek untuk jasa pengiriman barang menggunakan metode algoritma djikstra, yang cukup populer karena dapat menyelesaikan pencarian rute terpendek dari satu ke semua simpul yang ada pada suatu graf berarah dengan bobot dan nilai tidak negatif [9].

Dengan adanya kajian tersebut, karena Kabupaten Tuban memiliki empat titik pos pemadam kebakaran, akan dikaji penentuan rute terpendek mobil pemadam kebakaran dari empat titik pos pemadam ke daerah kebakaran berdasarkan data dan menentukan titik awal atau pos keberangkatan mobil pemadam kebakaran Kabupaten Tuban. Dipilih metode Algoritma Dijkstra karena salah satu metode untuk mencari rute terbaik dari sebuah simpul ke semua simpul lainnya dalam graf yang hanya memiliki bobot positif. *Software POM-QM for Windows* dipilih untuk mendapatkan hasil yang optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupaya untuk mengetahui rute terpendek antara beberapa node atau lokasi yang direpresentasikan dalam bentuk graf. Didapat data sekunder untuk mengetahui lokasi terjadinya bencana kebakaran dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) yang berupa data kejadian kebakaran Kabupaten Tuban tahun 2021, dimana data tersebut digunakan untuk menentukan rute terpendek dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan node, branch, simbol, dan jarak dengan menentukan node sesuai dengan kecamatan berdasarkan data, menentukan branch atau cabang sesuai dengan kecamatan yang berbatasan langsung, menentukan simbol node dengan huruf abjad dan simbol branch dengan angka, menentukan jarak kecamatan yang berbatasan langsung menggunakan *Google Maps* dengan pemilihan rute perjalanan menggunakan mobil.
2. Membuat graf berdasarkan data, graf dibuat tak berarah karena berlaku arah bolak-balik.
3. Menentukan rute terpendek dari masing-masing pos ke semua daerah kebakaran menggunakan Algoritma Dijkstra dan *POM-QM for Windows*.

Algoritma Dijkstra adalah salah satu algoritma yang sering digunakan untuk memecahkan masalah *search problem* [10]. Prinsip yang digunakan dalam Algoritma Dijkstra yaitu prinsip *greedy* [11], setiap langkah yang dipilih yaitu memiliki bobot minimum yang menghubungkan sebuah node yang sudah terpilih dengan node lain yang belum terpilih [12]. Misalkan ui adalah jarak terpendek dari titik asal 1 ke titik i , didefinisikan $d(\geq 0)$ sebagai panjang cabang (i,j) . Label untuk titik j yang akan segera sukses didefinisikan,

$$[uj, i] = [ui + dij, i], dij \geq 0$$

Label untuk titik awal adalah $[0,-1]$, menunjukkan bahwa titik tersebut tidak memiliki titik pendahulu. Label titik pada Algoritma Dijkstra ada dua macam, yaitu label temporer dan permanen [13]. Label temporer dimodifikasi jika ditemukan rute yang lebih pendek menuju ke suatu titik. Jika tidak ditemukan rute yang lebih baik (lebih pendek), maka status label temporer diganti dengan permanen.

Langkah 0 Berikan label pada titik awal (misalnya titik 1) dengan label permanen $[0,-]$. Set $i = 1$.

Langkah i (a) Hitung label temporer $[ui + dij, i]$ untuk setiap titik j yang dapat dicapai dari titik i , dimana j tidak berlabel permanen. Jika titik j (melalui titik k) sebelumnya telah diberikan label $[uj, k]$ dan jika $ui + dij < uj$, ganti $[uj, k]$ dengan $[ui + dij, i]$.

(b) Jika semua titik berlabel permanen, berhenti. Jika tidak, pilih label $[ur, s]$ dengan jarak terpendek (ur) diantara semua titik berlabel temporer. Set $i = r$ dan ulangi langkah i .

QM for windows merupakan model dari Penelitian Operasional yang dapat digunakan untuk menganalisis suatu jaringan seperti jaringan transportasi, listrik, air ataupun jaringan telekomunikasi yang sering kita jumpai sehari-hari [14]. *QM for Windows* merupakan gabungan dari program terdahulu DS dan *POM for Windows* [15], jadi jika dibandingkan dengan program *POM for Windows* modul-modul yang tersedia pada *QM for Windows* lebih banyak. Salah satu modulnya adalah *Network*. Ada tiga macam model *network* (Model Jaringan) yaitu *Minimal Spanning Tree*, *Maximal Flow*, *Shortest Route*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data utama yang diambil adalah data kejadian bencana kebakaran di Kabupaten Tuban Tahun 2021 yang diperoleh dari studi pustaka di Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Tuban. Terdapat 34 data terjadinya kebakaran di Kabupaten Tuban tahun 2021 seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kejadian Bencana Kebakaran Kabupaten Tuban Tahun 2021

No.	Tanggal Kejadian	Lokasi Kejadian	
		Kecamatan	Desa

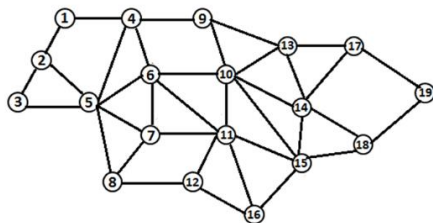
1.	05/01/2021	Rengel	Rahayu	Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot). Bobot pada tiap sisi dapat berbeda-beda bergantung pada masalah yang dimodelkan dengan graf.
2.	03/02/2021	Tuban	Sendangharjo	
3.	04/02/2021	Soko	Prambontergayung	
4.	06/02/2021	Parengan	Dawu	
...	
34.	02/08/2021	Kerek	Tranta	

Dari data pada Tabel 1 terdapat kejadian bencana kebakaran di beberapa kecamatan yang ada di Kabupaten Tuban, berikut peta administrasi Kabupaten Tuban seperti pada Gambar 1, terdapat 19 kecamatan yang ada di Kabupaten Tuban.



Gambar 1. Peta Administrasi Kabupaten Tuban

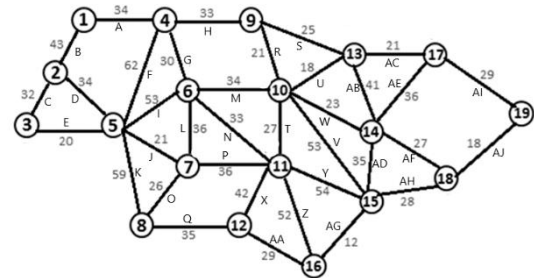
Berdasarkan Gambar 1, diperoleh graf tak berarah dimana sisinya tidak memiliki arah. Simpul pada graf dinomori dengan bilangan asli 1, 2, 3, ..., 19 yang merupakan nama wilayah kecamatan-kecamatan di Kabupaten Tuban dan huruf A, B, C ..., AJ yang merupakan nama cabang antar kecamatan yang berbatasan langsung di Kabupaten Tuban.



Gambar 2. Graf Kabupaten Tuban

Tabel 2. Data Lokasi Node

No.	Nama Kecamatan	Node
1.	Bancar	1
2.	Jatirogo	2
3.	Kenduruan	3
...
19.	Widang	19



Gambar 3. Graf Berbobot Kabupaten Tuban

Dihitung graf berbobot dimana setiap sisinya memiliki nilai yang berbeda. Nilai diambil dari *Google Maps* yang dapat menentukan waktu (dalam menit) dengan memasukkan titik antara lokasi satu ke lokasi yang terhubung dengan garis. Berikut tabel penjelasan dari Gambar 3.

Tabel 3. Nama Cabang dan Jarak Setiap Node

No.	Branch	Node Awal	Node Akhir	Jarak (dalam menit)
1.	A	1	2	43
2.	B	1	4	34
3.	C	2	3	32
4.	D	2	5	34
5.	E	3	5	20
6.	F	4	5	62
7.	G	4	6	30
8.	H	4	9	33
9.	I	5	6	53
10.	J	5	7	21
11.	K	5	8	59
12.	L	6	7	36
13.	M	6	10	34
14.	N	6	11	33
15.	O	7	8	26
16.	P	7	11	36
17.	Q	8	12	35
18.	R	9	10	21
19.	S	9	13	25
20.	T	10	11	27
21.	U	10	13	18
22.	V	10	14	23
23.	W	10	15	53
24.	X	11	12	42
25.	Y	11	15	54
26.	Z	11	16	52

27.	AB	12	16	29
28.	AC	13	14	41
29.	AD	13	17	21
30.	AE	14	15	35
31.	AF	14	17	36
32.	AG	14	18	27
33.	AH	15	16	12
34.	AI	15	18	28
35.	AJ	17	19	29
36.	AK	18	19	18

Setelah menentukan node seperti pada tabel 3 maka langkah yang bisa dilakukan untuk menentukan rute terpendek dari node 13 menuju seluruh node lainnya dengan menggunakan Algoritma Dijkstra adalah sebagai berikut:

Iterasi 0

Berikan label [0,-] pada titik 13

Iterasi 1

Titik 9, 10, 14 dan 17 dapat dicapai dari titik 13 (titik yang terakhir berlabel permanen). Daftar titik yang berlabel (temporer dan permanen) seperti berikut:

Tabel 4. Iterasi 1

Titik	Label	Status
9	$[0 + 25,13] = [25,13]$	Temporer
10	$[0 + 18,13] = [18,13]$	Temporer
13	[0,-]	Permanen
14	$[0 + 41,13] = [41,13]$	Temporer
17	$[0 + 21,13] = [21,13]$	Temporer

Dari keempat label temporer, label [18,13] memiliki jarak terpendek yaitu 18, sehingga titik 10 berubah menjadi permanen.

Iterasi 2

Titik 6, 9, 11, 14 dan 15 dapat dicapai dari titik 10 (titik yang terakhir berlabel permanen). Daftar titik yang berlabel (temporer dan permanen) seperti berikut:

Tabel 5. Iterasi 2

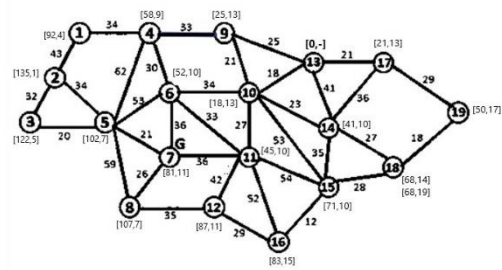
Titik	Label	Status
6	$[34 + 18,10] = [52,10]$	Temporer
9	[25,13] atau $[21 + 18,10] = [39,10]$	Temporer
10	[18,13]	Permanen
11	$[27 + 18,10] = [45,10]$	Temporer
13	[0,-]	Permanen
14	[41,13] atau $[23 + 18,10] = [41,10]$	Temporer
15	$[53 + 18,10] = [71,10]$	Temporer
17	[21,13]	Temporer

Titik 9 pada iterasi 2 didapatkan label dengan jarak yang lebih besar dari iterasi 1, sehingga label yang dipilih adalah label dengan jarak yang minimal, yaitu [25,13].

Pada iterasi 2 titik 14 memiliki dua alternatif dengan jarak yang sama yaitu 41.

Dari label titik 6, 9, 11, 14 dan 15 label pada titik 9 yaitu [25,13] memiliki jarak minimal, sehingga status titik 9 berubah menjadi permanen.

Jika semua titik berlabel permanen, berhenti. Jika tidak, pilih label [ur,-] dengan jarak terpendek (ur) diantara semua titik berlabel temporer. Set $i = r$ dan ulangi langkah i .



Gambar 4. Graf iterasi 4

Rute terpendek antar titik 13 dengan sebarang titik lainnya didapatkan dengan cara *backward*, yaitu berawal dari titik tujuan, kemudian berjalan mundur sesuai dengan informasi yang diberikan pada label permanen.

1. Rute terpendek dari Pos Tuban (13) ke Kecamatan Bancar (1)

$(1) \leftarrow [92,4] \leftarrow (4) \leftarrow [72,9] \leftarrow (9) \leftarrow [25,13] \leftarrow (13)$

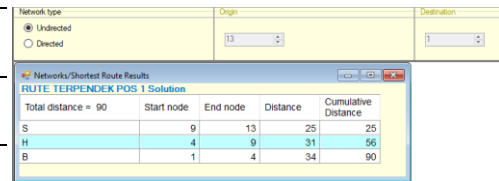
Sehingga, rute terpendek dari titik 13 ke 1 adalah $13 \rightarrow 9 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ dengan panjang rute 92.

Hasil perhitungan rute terpendek dari keempat pos menuju daerah kebakaran menggunakan Algoritma Dijkstra dirangkum pada Tabel 6:

Tabel 6. Rute Terpendek dari Pos Tuban ke Seluruh Daerah Kebakaran Menggunakan Algoritma Dijkstra

Nama Pos	Daerah Kebakaran	Rute Terpendek	Jarak
Tuban (13)	Bancar (1)	13 - 9 - 4 - 1	90
Tuban (13)	Kerek (6)	13 - 10 - 6	52
Tuban (13)	Jenu (9)	13 - 9	25
Tuban (13)	Merakurak (10)	13 - 10	18

Tuban (13)	Montong (11)	13 - 10 - 11	45
Tuban (13)	Parengan (12)	13 - 10 - 11 - 12	87
Tuban (13)	Rengel (15)	13 - 10 - 15	71
Tuban (13)	Soko (16)	13 - 10 - 15 - 16	83
Tuban (13)	Palang (17)	13 - 17	21
Tuban (13)	Plumpang (18)	13 - 10 - 14 - 18 atau 13 - 14 - 18 atau 13 - 17 - 19 - 18	68
Tuban (13)	Widang (19)	13 - 17 - 19	50
Tuban (13)	Jatirogo (2)	13 - 9 - 4 - 1 - 2	133



Gambar 6. Hasil *output* rute terpendek dari titik 13 ke titik 1

Berdasar input data pada Tabel 3 menggunakan POM-QM *for Windows* dihasilkan *output* rute terpendek pemadam kebakaran dari titik 13 ke titik 1 dengan melalui jalur 13 - 9 - 4 - 1 dengan panjang rute 90. Melewati jalur Tuban - Jenu - Tambakboyo - Bancar.

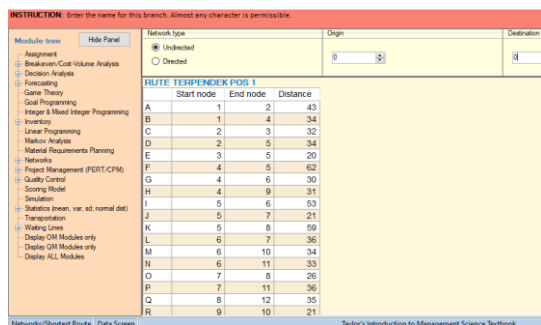
Hasil perhitungan rute terpendek dari keempat pos menuju daerah kebakaran menggunakan POM-QM *for Windows* akan dirangkum pada Tabel 7:

Perhitungan menggunakan Algoritma Dijkstra untuk pos 15, 2 dan 7 dilakukan dengan cara yang sama.

Analisis menggunakan Metode *Network* dari software POM QM *For Windows* dengan menyelesaikan permasalahan *shortest route* pada Tabel 3 dengan mengambil empat titik pos pemadam kebakaran di Kabupaten Tuban. Titik pos lokasi pemadam kebakaran Kabupaten Tuban berada di Tuban (13), Rengel (15), Jatirogo (2) dan Singgahan (7).

Tabel 7. Terpendek dari Pos Tuban ke Seluruh Daerah Kebakaran Menggunakan POM-QM *for Windows*

Nama Pos	Daerah Kebakaran	Rute Terpendek	Jarak
Tuban (13)	Bancar (1)	13 - 9 - 4 - 1	90
Tuban (13)	Kerek (6)	13 - 10 - 6	52
Tuban (13)	Jenu (9)	13 - 9	25
Tuban (13)	Merakurak (10)	13 - 10	18
Tuban (13)	Montong (11)	13 - 10 - 11	45
Tuban (13)	Parengan (12)	13 - 10 - 11 - 12	87
Tuban (13)	Rengel (15)	13 - 10 - 15	71
Tuban (13)	Soko (16)	13 - 10 - 15 - 16	83
Tuban (13)	Palang (17)	13 - 17	21
Tuban (13)	Plumpang (18)	13 - 10 - 14 - 18 - 18	68
Tuban (13)	Widang (19)	13 - 17 - 19	50
Tuban (13)	Jatirogo (2)	13 - 9 - 4 - 1 - 2	133



Gambar 5. *input* tabel 3 ke POM-QM *for Windows* Penentuan Rute Terpendek Pemadam Kebakaran dari Pos Tuban (13) ke Seluruh Daerah Kebakaran.

Penentuan Rute Terpendek Pemadam Kebakaran dari Pos Tuban berdasar Gambar 3 yang dilabelkan dengan Node 13. Karena titik pada graf dibuat sesuai wilayah kecamatan, maka dalam menentukan rute terpendek daerah kebakaran sesuai dengan wilayah kecamatan. Sehingga penentuan rute berdasarkan data daerah kebakaran menggunakan POM-QM *for Windows* sebagai berikut:

1. Pos Tuban (13) ke Kecamatan Bancar (1)

Perhitungan menggunakan POM-QM *for Windows* untuk pos 15, 2 dan 7 dilakukan dengan cara yang sama.

Hasil penentuan rute terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra dan POM-QM for Windows akan dijelaskan pada Tabel 8:

Tabel 8. Hasil Rute Terpendek Empat Pos ke Seluruh Daerah Kebakaran

Daerah Kebakaran	Titik Pos			
	Tuban (13)	Rengel (15)	Jatirogo (2)	Singgahan (7)
Bancar (1)	13 - 9 - 4 - 1 = 90	15 - 10 - 9 - 4 - 1 = 139	2 - 1 = 43	7 - 5 - 2 - 1 = 98
Jatirogo (2)	13 - 9 - 4 - 1 - 2 = 133	15 - 11 - 7 - 5 - 2 = 145	0	7 - 5 - 2 = 55
Jenu (9)	13 - 9 = 25	15 - 10 - 9 = 74	2 - 1 - 4 - 9 = 108	7 - 11 - 10 - 9 = 84
Merakurak (10)	13 - 10 = 18	15 - 10 = 53	2 - 5 - 7 - 11 - 10 = 118	7 - 11 - 10 = 63
Montong (11)	13 - 10 - 11 = 45	15 - 11 = 54	2 - 5 - 7 - 11 = 91	7 - 11 = 36
Parengan (12)	13 - 10 - 11 - 12 = 87	15 - 16 - 12 = 41	2 - 5 - 7 - 8 - 12 = 116	7 - 8 - 12 = 61
Tuban (13)	0	15 - 10 - 13 = 71	2 - 1 - 4 - 3 - 9 - 13 = 133	7 - 11 - 10 - 13 = 81
Soko (16)	13 - 10 - 15 - 16 = 83	15 - 16 = 12	2 - 5 - 7 - 11 - 16 = 143	7 - 11 - 16 = 88
Palang (17)	13 - 17 = 21	15 - 14 - 17 = 71	2 - 1 - 4 - 3 - 9 - 13 - 17 = 154	7 - 11 - 10 - 13 - 17 = 102
Plumpang (18)	13 - 10 - 14 - 18 = 68	15 - 18 = 28	2 - 5 - 7 - 10 - 14 - 18 = 168	7 - 11 - 10 - 14 - 18 = 113

Widangan (19)	13 - 17 - 19 = 50	15 - 18 - 19 = 46	2 - 1 - 4 - 3 - 7 - 11 - 9 - 13 - 17 - 19 = 183	7 - 11 - 10 - 13 - 17 - 19 = 131
Rengel (15)	13 - 10 - 15 = 71	0	2 - 5 - 7 - 11 - 16 - 15 = 143	7 - 11 - 15 = 90
Kerek (6)	13 - 10 - 6 = 52	15 - 10 - 6 = 87	2 - 5 - 6 = 87	7 - 6 = 36

Berdasar Tabel 8 dapat disimpulkan jika terjadi bencana kebakaran di daerah kebakaran, dipilih pos pemadam kebakaran dengan jarak yang paling minimum yang berangkat menuju lokasi kebakaran seperti berikut:

1. Jika terjadi kebakaran di Kecamatan Bancar, maka mobil pemadam kebakaran yang berangkat menuju lokasi kebakaran adalah Pos Jatirogo dengan rute Jatirogo → Bancar total jarak 43 menit.

2. Jika terjadi kebakaran di Kecamatan Jatirogo, maka mobil pemadam kebakaran yang berangkat menuju lokasi kebakaran adalah Pos Jatirogo dengan jarak 0 menit.

Berikut hasil kesimpulan penentuan rute terpendek dan penentuan titik keberangkatan pemadam kebakaran di Kabupaten Tuban pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Kesimpulan Penentuan Rute Terpendek

Daerah Kebakaran	Pos Keberangkatan	Rute	Jarak
Bancar	Jatirogo	Jatirogo → Bancar	43
Jatirogo	Jatirogo	Jatirogo	0
Jenu	Tuban	Tuban → Jenu	25
Merakurak	Tuban	Tuban → Merakurak	18
Montong	Singgahan	Singgahan → Montong	36
Parengan	Rengel	Rengel → Soko → Parengan	41
Tuban	Tuban	Tuban	0
Soko	Rengel	Rengel → Soko	12

Palang	Tuban	Tuban → Palang	21 [5]
Plumpang	Rengel	Rengel → Plumpang	28 [6]
Widang	Rengel	Rengel → Plumpang → Widang	46 [7]
Rengel	Rengel	Rengel	0 [8]
Kerek	Singgahan	Singgahan → Kerek	38 [9]

KESIMPULAN

Rute terpendek dari Pos Tuban, Pos Rengel, Pos Jatirogo, dan Pos Singgahan ke seluruh daerah kebakaran berdasarkan data dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Baik dengan menggunakan Algoritma Dijkstra atau POM-QM *for Windows* didapatkan hasil yang sama, namun menggunakan Algoritma Dijkstra didapatkan hasil yang lebih rinci/detail karena seluruh jalur alternatif dapat terlihat.

Penentuan keputusan pos keberangkatan mobil pemadam kebakaran ke daerah kebakaran didasarkan pada tabel 8. Adapun hasil dari analisis dirangkum dalam tabel seperti berikut:

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Pahleviannur, "Edukasi sadar bencana melalui sosialisasi kebencanaan sebagai upaya peningkatan pengetahuan siswa terhadap mitigasi bencana," *J. Pendidik. Ilmu Sos.*, vol. 29, no. 1, pp. 49–55, 2019.
- [2] A. S. Burhan, M. Muljono, and E. S. Hasrito, "Alat Pencegahan Kebakaran yang Disebabkan Kebocoran Liquefied Petroleum Gas (LPG)," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 153–164, 2013.
- [3] N. A. Anggraini *et al.*, "Pendidikan kesehatan pertolongan pertama pada kecelakaan pada masyarakat di kelurahan dandangan," *J. Community Engagem. Heal.*, vol. 1, no. 2, pp. 21–24, 2018.
- [4] N. Nggufon, R. Rochmad, and M. Mashuri, "Pencarian Rute Terbaik Pemadam Kebakaran Kota Semarang Menggunakan Algoritma Dijkstra dengan Logika Fuzzy sebagai Penentu Bobot pada Graf," *Unnes J. Math.*, vol.

- 8, no. 1, pp. 40–49, 2019.
- D. Luthfita and S. Aripin, "Implementasi Algoritma A* Dalam Menentukan Tarif Minimum Berdasarkan Jarak Terpendek Rute Armada Taksi Bandara," *J. Informatics Manag. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 43–47, 2022.
- Y. A. Effendi and R. Sarno, "Parallel process discovery using a new Time-Based Alpha++ Miner," *IIUM Eng. J.*, vol. 21, no. 1, pp. 126–141, 2020.
- [7] G. B. D. Prasanda, "Implementasi Algoritma Genetika dalam Penentuan Rute Terbaik Pendistribusian BBM Pada PT. Pertamina Berbasis Android." UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019.
- [8] I. Attamimi, W. Yahya, and M. H. Hanafi, "Analisis Perbandingan Algoritma Floyd-Warshall dan Dijkstra untuk Menentukan Jalur Terpendek Pada Jaringan Openflow," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. e-ISSN*, vol. 2548, p. 964X, 2017.
- [9] M. N. Parapat, D. Kusbianto, and C. Rahmad, "Rancang Bangun Aplikasi Pencarian Rute Terpendek Jasa Kiriman Barang Berbasis Mobile Dengan Metode Algoritma Dijkstra," *J. Inform. Polinema*, vol. 3, no. 3, p. 15, 2017.
- [10] A. D. Hartanto, A. S. Mandala, D. R. PL, S. Aminudin, and A. Yudirianto, "Implementasi Algoritma Dijkstra Pada Game Pacman," *Creat. Commun. Innov. Technol. J.*, vol. 12, no. 2, pp. 170–176, 2019.
- [11] R. A. D. Novandi, "Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam Penentuan Lintasan Terpendek (Single Pair Shortest Path)," *Makal. IF2251 Strateg. Algoritma*, 2007.
- [12] H. S. Lubis, "Perbandingan Algoritma Greedy dan Dijkstra untuk menentukan lintasan terpendek," *Skripsi. Univ. Sumatera Utara*, 2009.
- [13] W. Kartika, "Model Transportasi Pengiriman Produk Perishable Dengan Multi Kendaraan," *J. Manaj. Ind. dan Logistik*, vol. 3, no. 1, pp. 55–72, 2019.
- [14] R. Riswan, "Penentuan Jarak Minimum

- dalam Suatu Jaringan Listrik dengan Algoritma Prim dan QM for Windows (Studi Kasus Pada Perumahan Nelayan di Kota Palopo),” *Al-Khwarizmi J. Pendidik. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 6, no. 1, pp. 77–88, 2018.
- [15] S. F. Ghaliyah, E. Harahap, and F. H. Badruzzaman, “Optimalisasi Keuntungan Produksi Sambal Menggunakan Metode Simpleks Berbantuan Software QM,” in *Bandung Conference Series: Mathematics*, 2022, vol. 2, no. 1, pp. 9–16.