



Perancangan Jalur Evakuasi Kebakaran PT. PCC dengan Metode Algoritma Dijkstra

Raditya Azis¹, Bakti Nugrahad², Anita Oktaviana Trisna Devi³, Yunita Primasanti⁴

¹⁻⁴Universitas Sahid Surakarta, Indonesia

e-mail: ¹radityaazis97@gmail.com, ²bakti.nugrahad@usahidsolo.ac.id,
³anita.otd@usahidsolo.ac.id, ⁴yunitaprimasanti@usahidsolo.ac.id

Korespondensi Penulis : radityaazis97@gmail.com

Abstract Fires can occur at any time, therefore a mechanism is needed to evacuate the building in the event of a disaster. Generally, public facilities provide instructions and evacuation routes for exiting the building. PT. PCC has its headquarters in Australia. As for PT. PCC also opened a new factory located in Gresik Regency, East Java. The new factory does not yet have adequate fire evacuation routes. Even though inside the building there are materials and equipment that are flammable. Based on this, this research aims to design fire evacuation routes in PT buildings. PCC Gresik. The type of research used in this research is quantitative research. The method that the author applies is the Dijkstra Algorithm to determine the shortest proposed route. The design of the evacuation route has 2 gathering points, namely at the front and back. There are 22 evacuation route signs, 6 exit signs, 2 gathering point signs, 2 emergency telephone signs and 10 Light Fire Extinguisher (APAR) signs. Evacuation route signs, exit signs and Light Fire Extinguisher (APAR) signs are planned to be installed on the walls. Assembly point signs and emergency telephone signs are installed on poles.

Keyword: Evacuation Path, Dijkstra's Algorithm, Assembly Poin

Abstrak Kebakaran dapat terjadi kapan saja, oleh karena itu dibutuhkan suatu mekanisme untuk evakuasi keluar gedung pada saat terjadinya bencana. Umumnya fasilitas umum sudah menyediakan petunjuk dan rute evakuasi keluar gedung. PT. PCC memiliki kantor pusat di Australia. Adapun PT. PCC juga membuka pabrik baru berlokasi di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pada Pabrik baru tersebut belum memiliki jalur evakuasi kebakaran yang memadai. Padahal di dalam gedung tersebut terdapat material dan peralatan yang bersifat mudah terbakar. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini memiliki tujuan merancang jalur evakuasi kebakaran pada bangunan PT. PCC Gresik. Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Adapun metode yang penulis terapkan adalah Algoritma Dijkstra untuk menentukan usulan rute terpendek. Perancangan jalur yang telah dilakukan evakuasi memiliki 2 titik kumpul yaitu pada bagian depan dan belakang. Terdapat 22 tanda jalur evakuasi, 6 tanda exit / keluar, 2 tanda titik kumpul, 2 tanda telepon darurat dan 10 tanda Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Tanda jalur evakuasi, tanda keluar dan tanda Alat Pemadam Api Ringan (APAR) direncanakan dipasang pada tembok. Tanda titik kumpul dan tanda telepon darurat dipasang pada tiang.

Kata kunci: Jalur Evakuasi, Algoritma Dijkstra, Titik Kumpul.

1. PENDAHULUAN

Kebakaran dapat terjadi kapan saja, oleh karena itu dibutuhkan suatu mekanisme untuk evakuasi keluar gedung pada saat terjadinya bencana. Umumnya fasilitas umum sudah menyediakan petunjuk dan rute evakuasi keluar gedung. Berdasarkan tingkat parahnya bencana dan kemampuan evakuasi korban, strategi evakuasi dapat berubah mulai dari evakuasi secepatnya, evakuasi dengan lambat, berpindah ke lokasi yang aman di dalam gedung atau berlindung di ruangan perlindungan yang tersedia dan menunggu kedatangan tim penyelamat. (Kemala, 2019). Ketika terjadi kebakaran, protokol K3 di gedung bertingkat sangatlah penting. Hal ini mengacu pada kemampuan untuk melarikan diri dengan mudah dari bangunan

bertingkat jika terjadi kecelakaan yang disebabkan oleh bencana alam atau keadaan lainnya. Pengguna gedung yang membaca jalur evakuasi dimaksudkan untuk menerima informasi dan kemudahan saat terjadi hal yang tidak diinginkan. Tujuan dari jalur evakuasi adalah untuk membantu pengguna gedung bereaksi terhadap bencana sehingga mereka tidak berpancar dan dapat merencanakan apa yang harus dilakukan dengan melihat tanda panah dan simbol, sehingga mengurangi jumlah korban jiwa akibat kepanikan (Makatutu, Soleman, & Rasyid, 2022).

PT. PCC merupakan produsen komponen konveyor OEM, dengan fasilitas manufaktur di Australia, Jerman, Swedia, Finlandia, Afrika Selatan dan Brasil, melayani 66 negara (PT. Prok Conveyor Component, 2023). PT. PCC memiliki kantor pusat di Australia. Adapun PT. PCC juga membuka pabrik baru berlokasi di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pada Pabrik baru tersebut belum memiliki jalur evakuasi kebakaran yang memadai. Padahal di dalam gedung tersebut terdapat material dan peralatan yang bersifat mudah terbakar.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan perancangan jalur evakuasi yang lebih sesuai dan efektif dengan sistem jalur evakuasi yang aman dan terpendek saat kondisi darurat. Jalur evakuasi harus berfungsi sesuai prosedur evakuasi dan memberikan kemudahan pada pekerja di dalam gedung untuk menyelamatkan diri dalam keadaan darurat. Diharapkan dengan mengimplementasikan sistem ini dapat meningkatkan tingkat keselamatan pada saat terjadinya bencana. Adapun dalam penentuan jalur terpendek terdapat beberapa metode yang umum digunakan seperti Algoritma Dijkstra, Algoritma Floyd-Warshall, dan Algoritma Bellman-Ford.

Algoritma Dijkstra dan Algoritma Bellman-Ford keduanya bertujuan untuk menentukan jarak terpendek dalam suatu masalah, akan tetapi ketika dibandingkan dari analisa kompleksitas waktu terhadap kedua algoritma, Dijkstra membutuhkan waktu untuk memproses data lebih pendek daripada Bellman-Ford (Serdano, Zarlis, & Hartama, 2019).

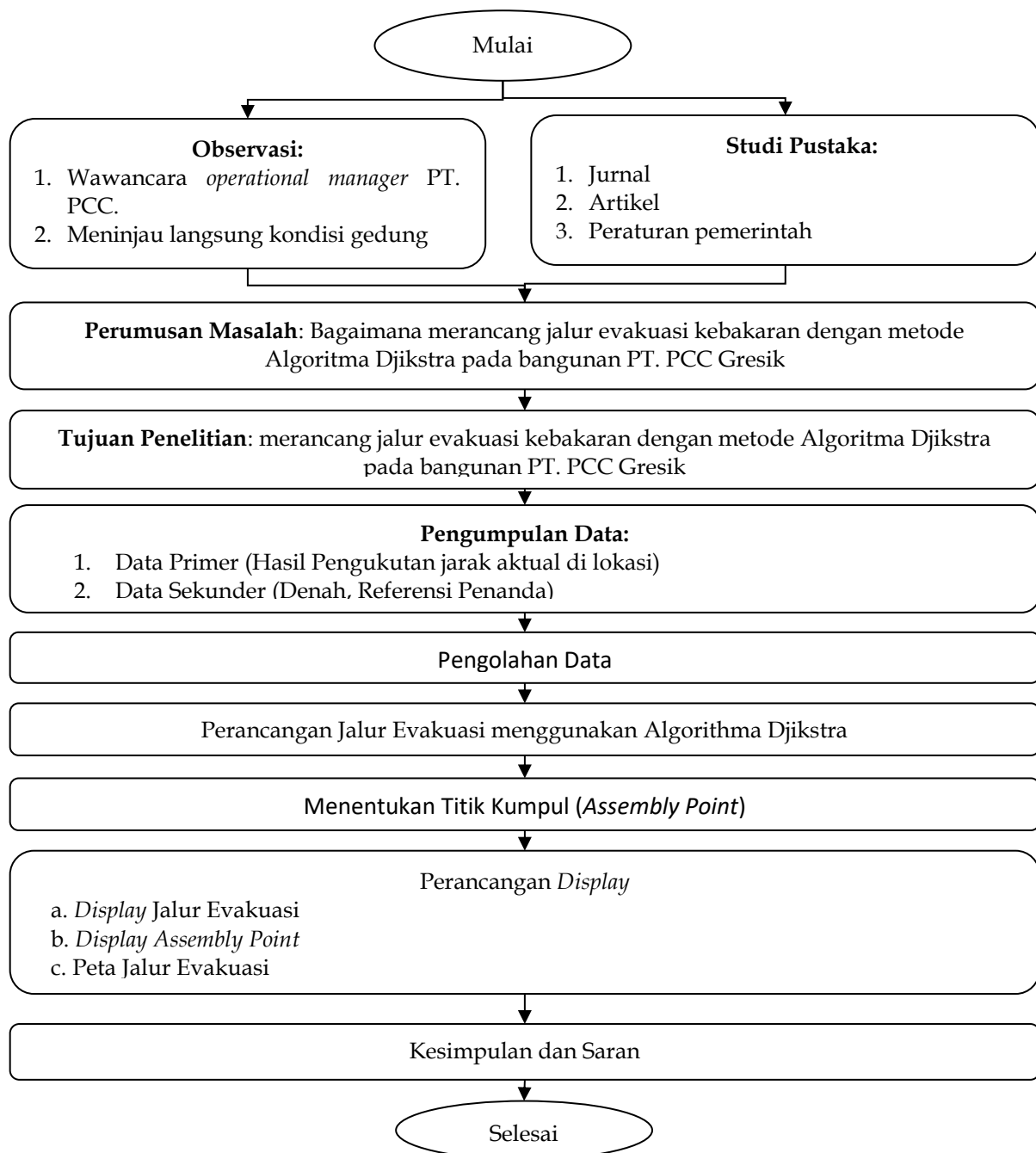
Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall sudah pernah dibahas dalam penelitian yang dilakukan oleh Gunawan dan Andriani pada tahun 2019, dalam penelitian tersebut menyimpulkan bahwa algoritma Dijkstra merupakan algoritma yang lebih efisien dan lebih praktis serta dapat memberikan output dengan rute terpendek dan nilai bobot yang tepat pula. Penerapan algoritma Dijkstra juga lebih mudah dipahami dan diterapkan khususnya dalam menentukan rute terpendek pada suatu objek penelitian (Gunawan & Andriani, 2021).

Keunggulan dari penggunaan Algoritma Dijkstra yakni meminimalisir biaya yang digunakan dari titik awal menuju titik tujuan dengan cara mencari rute terpendek. Algoritma ini

lebih intensif dalam komputasi untuk mencari rute optimum dalam suatu jaringan seperti internet dan jalan. Algoritma Dijkstra dapat membuat penggunaan waktu rata-rata eksekusi dengan Algoritma Dijkstra yang efisien, oleh karena itu Algoritma Dijkstra banyak digunakan dalam mencari jalur optimum (Gusmao, Pramono, & Sunaryo, 2013)

2. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui lebih detail tentang permasalahan yang terjadi di lapangan, dalam penelitian ini observasi dilakukan di PT. PCC Gresik. Pada observasi peneliti melakukan wawancara dengan operational manager PT. PCC Gresik. Adapun operational manager menyampaikan bahwa pada PT. PCC Gresik, khususnya pada Gedung office dan gamba shop floor produksi belum ada jalur evakuasi kebakaran atau bencana. Hal tersebut terjadi karena kondisi gedung yang masih baru beroperasi. Adapun gedung office dan gamba shop floor produksi berada dalam satu lokasi dan memiliki 1 lantai.

Setelah melakukan wawancara, peneliti melakukan peninjauan langsung kondisi gedung office dan gamba shop floor untuk mengetahui lokasi pintu keluar dan masuk, serta melihat langsung area yang diperkirakan memungkinkan digunakan sebagai jalur evakuasi dan titik kumpul.

Studi Pustaka

Studi pustaka yang penulis lakukan berfokus pada:

- a. Teori tentang kondisi darurat meliputi: definisi, penyebab, prosedur dan tindakan yang harus dilakukan dalam keadaan darurat.
- b. Teori tentang kebakaran meliputi: definisi, penyebab, jenis, tingkat potensi bahaya.
- c. Teori tentang kesehatan dan keselamatan kerja (K3), meliputi standar evakuasi, standar sarana penyelamatan jiwa, standar jalan keluar (exit route), standar pintu darurat, standar tanda penunjuk arah jalan keluar, standar titik kumpul, standar lampu darurat.
- d. Teori tentang Algoritma Dijkstra yang penulis gunakan untuk mencari rute terpendek jalur evakuasi kebakaran.
- e. Penelitian terdahulu yang relevan dengan tema penentuan jalur terpendek evakuasi bencana atau kebakaran.

Seluruh teori tersebut penulis dapatkan dari jurnal yang dipublikasi di google scholar, buku yang dapat diakses secara online, dokumen dan artikel dari website lembaga pemerintahan terkait standarisasi K3 baik dalam negeri maupun luar negeri, dan peraturan pemerintah terkait standar K3.

Perumusan Masalah

Pada tahap observasi, penulis menemukan permasalahan pada PT. PCC Gresik terkait belum adanya sarana jalur evakuasi kebakaran khususnya pada gedung office dan gamba shop floor produksi. Maka masalah yang diangkat menjadi topik pada penelitian ini adalah bagaimana merancang jalur evakuasi kebakaran sesuai dengan standarisasi yang diterapkan oleh pemerintah dan rute jalur evakuasi terpendek ditentukan menggunakan algoritma dijkstra.

Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk merancang rute atau jalur terpendek jalur evakuasi kebakaran di pabrik PT. PCC Gresik. Adapun jalur terpendek diperoleh dengan menggunakan algoritma dijkstra dan jalur evakuasi harus sesuai standar K3 yang ditetapkan pemerintah.

1. Pengumpulan Data

Data yang penulis kumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer penulis dapatkan secara langsung melalui observasi berupa wawancara dengan operational manager PT. PCC Gresik dan pengamatan langsung ke gedung office dan gamba shop floor produksi PT. PCC Gresik. Adapun data sekunder penulis peroleh dari studi pustaka berupa standarisasi acuan pembuatan jalur evakuasi, standar titik kumpul, papan penunjuk arah, pintu darurat dan jalur jalan keluar gedung.

2. Pengolahan Data

Data yang primer dan sekunder yang diperoleh dikumpulkan dan disajikan dalam bentuk kalimat yang teratur, runtut, logis, dan efektif. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pemahaman dan interpretasi data.

3. Perancangan Jalur Evakuasi menggunakan Algoritma Dijkstra

Berbekal dari data yang telah dikumpulkan. Maka pada proses perancangan jalur evakuasi menggunakan algoritma dijkstra. Pada tahap ini peneliti akan mencari rute terpendek, aman serta efektif untuk jalur evakuasi kebakaran.

4. Menentukan Titik Kumpul (*Assembly Point*)

Titik kumpul yang dipilih adalah area di sekitar atau diluar lokasi terjadinya kebakaran yang dijadikan sebuah tempat yang dipastikan paling aman untuk berkumpul setelah proses evakuasi. Adapun area titik kumpul harus aman dari bahaya dan mampu menampung seluruh penghuni gedung office dan gamba shop floor produksi PT. PCC Gresik.

5. Perancangan Display

Display yang dibuat harus dapat menyampaikan informasi, menyangkut semua rangsangan yang diterima oleh indera manusia baik secara langsung maupun tidak langsung.

6. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran pada penelitian ini berisi rangkuman besar dari proses pengolahan dan analisa data yang telah dilakukan dan harus sesuai dengan tujuan penelitian yang

telah ditetapkan. Selain itu, pada bagian ini juga berisi saran baik untuk PT. PCC dan penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Lokasi Titik Kumpul

Titik kumpul merupakan salah satu elemen yang wajib ada ketika membuat jalur evakuasi. Pada penelitian ini penentuan titik kumpul dilakukan dengan melalui tahap observasi. Dari hasil observasi penulis menentukan 2 area yang dapat dijadikan titik kumpul yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Titik Kumpul

Titik kumpul pada Gambar 2. adalah area yang layak menjadi titik kumpul pada PT. PCC Gresik, mengingat kondisi lingkungan gedung yang memiliki pagar maka area tersebut menjadi area yang ideal.

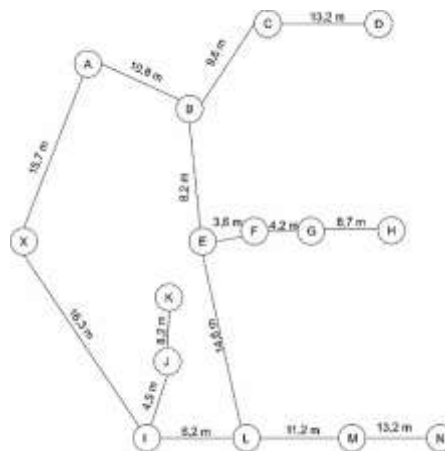
Pada usulan perancangan ini terdapat 2 alternatif titik kumpul yang diusulkan yaitu pada bagian depan sebelah gerbang utama dan bagian belakang gedung.

Jalur Evakuasi Gedung Area Depan

Titik kumpul depan disarankan untuk penghuni gedung yang berada pada area Kantin dan Mushola, *office*, *lobby*, *toilet*, *workshop* timur depan, dan *workshop* barat depan. Pada titik kumpul depan, algoritma dapat dilihat pada Gambar 3. dan 4.



Gambar 3. Node titik kumpul area depan



Gambar 4. Jarak antar node titik kumpul depan

Pada Gambar 4. Keterangan masing-masing simbol adalah sebagai berikut:

X= Titik Kumpul Depan

A= Jalur Truk *Delivery*

B= Kantin dan Mushola

C=Area *Packing and Dispatch*

D=Area *Assembly*

E = *Office 1*

F = Area *Static Balance*

G = Area *Assembling*

H = Area *Assembling*

I = *Lobby*

J = *Office*

K = *Office*

L = Toilet

M = *Cool Room*

N = *Workshop Area*

Langkah yang dilakukan untuk mencari lintasan terpendek dari masing-masing lokasi / titik menuju titik X (Titik kumpul depan) adalah dengan menghitung jarak lintasan

Tabel 1. Menunjukkan hasil perhitungan jarak terpendek dan waktu tercepat menuju titik kumpul area depan.

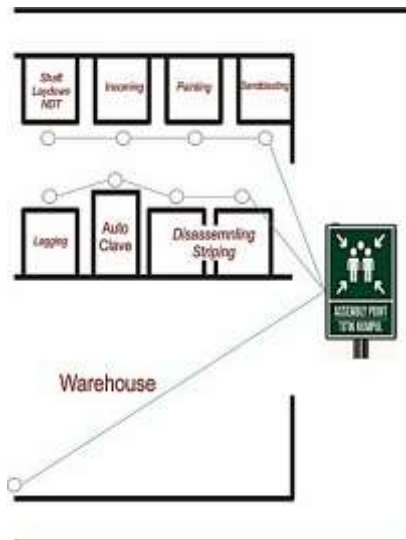
Tabel 1. Jarak terpendek dan waktu tercepat menuju titik kumpul area depan (Sumber: Pengolahan Data)

No	Titik awal	Lintasan	Jarak (meter)	Waktu Tempuh (Detik)
1	Jalur Truk <i>Delivery</i>	A → X	15,7	11,8
2	Kantin dan Mushola	B → A → X	26,5	19,9
3	Area <i>Packing and Dispatch</i>	C → B → A → X	36,1	27,1
4	Area <i>Assembly</i>	D → C → B → A → X	49,3	37,1
5	Office 1	E → B → A → X	34,7	26,1
6	Area <i>Static Balance</i>	F → E → B → A → X	38,3	28,8
7	Area <i>Assembling 1</i>	G → F → E → B → A → X	42,5	32,0
8	Area <i>Assembling 2</i>	H → G → F → E → B → A → X	51,2	38,5
9	Lobby	I → X	16,3	12,3
10	Office 2	J → I → X	20,8	15,6
11	Office 3	K → J → I → X	29	21,8
12	Toilet	L → I → X	22,5	16,9
13	Cool Room	M → L → I → X	33,7	25,3
14	Workshop Area	N → M → L → I → X	49,9	37,5

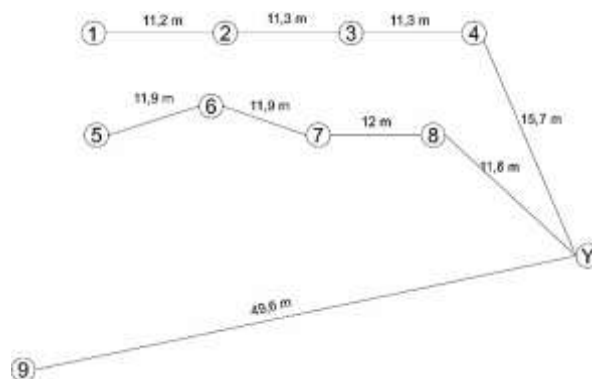
Jalur Evakuasi Gedung Area Belakang

Titik kumpul belakang disarankan untuk penghuni gedung yang berada pada area *shaft laydown NDT, Incoming, Painting, Sand Blasting, Lagging, Autoclave, Disasmbing Striping* dan *Warehouse*.

Pada titik kumpul Belakang, algoritma dapat dilihat pada Gambar 5. dan 6.



Gambar 5. Node titik kumpul area belakang



Gambar 6. Jarak antar node titik kumpul belakang

Pada Gambar 6 Keterangan masing-masing simbol adalah sebagai berikut:

Y = Titik Kumpul Belakang

1 = *Shaft Laydown NDT*

2 = *Incoming*

3 = *Painting*

4 = *Sandblasting*

5 = *Lagging*

6 = *Auto Clave*

7 = *Disassembling Striping 1*

8 = *Disassembling Striping 2*

9 = *Warehouse*

Langkah yang dilakukan untuk mencari lintasan terpendek dari masing-masing lokasi / titik menuju titik Y (Titik kumpul depan) adalah dengan menghitung jarak lintasan.

Tabel 2. Menunjukkan hasil perhitungan jarak terpendek dan waktu tercepat menuju titik kumpul area Belakang.

No	Titik awal	Lintasan	Jarak (meter)	Waktu Tempuh (Detik)
1	<i>Shaft Laydown NDT</i>	1→2→3→4→Y	49,5	37,2
2	<i>Incoming</i>	2→3→4→Y	38,3	28,8
3	<i>Painting</i>	3→4→Y	27	20,3
4	<i>Sandblasting</i>	4→Y	15,7	11,8
5	<i>Lagging</i>	5→6→7→8→Y	47,4	35,6
6	<i>Auto Clave</i>	6→7→8→Y	35,5	26,7
7	<i>Disassembling Striping</i>	7→8→Y	23,6	17,7
8	<i>Dissassembling Striping</i>	8→Y	11,6	8,7
9	<i>Warehouse</i>	9→Y	49,6	37,3

Display Papan Penunjuk Titik Kumpul

Gambar 7. menunjukkan desain tiang papan penunjuk titik kumpul.



Gambar 7. Desain tiang papan penunjuk titik kumpul

Display Jalur Evakuasi

Display jalur evakuasi dibuat dengan ukuran 60 cm × 20 cm. Adapun hasil desain ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Display Jalur Evakuasi

Display Penanda Alat Pemadam Api

Display penanda alat pemadam api dibuat dengan ukuran 50 cm × 50 cm. Adapun hasil desain ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. *Display* penanda alat pemadam api

Display Nomor Telepon Pemadam Kebakaran Gresik

Display nomor pemadam kebakaran Gresik dibuat dengan ukuran 60 cm × 20 cm. Nomor yang dicantumkan adalah nomor dinas pemadam kebakaran Gresik. Adapun hasil desain ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 *Display* nomor pemadam kebakaran Gresik

4. SIMPULAN DAN SARAN

Perancangan jalur evakuasi memiliki 2 titik kumpul yaitu pada bagian depan dan belakang. Terdapat 22 tanda jalur evakuasi, 6 tanda exit / keluar, 2 tanda titik kumpul, 2 tanda telepon darurat dan 10 tanda Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Tanda jalur evakuasi, tanda keluar dan tanda Alat Pemadam Api Ringan (APAR) direncanakan dipasang pada tembok. Tanda titik kumpul dan tanda telepon darurat dipasang pada tiang.

Adapun saran yang perlu dikembangkan pada penelitian selanjutnya yaitu dengan melakukan simulasi untuk mengetahui waktu riil yang diperlukan selama evakuasi dengan mempertimbangkan perbedaan kecepatan masing-masing individu.

DAFTAR PUSTAKA

- Zaki, A. (2017). Algorithma Dijkstra: Teori dan aplikasinya. *Jurnal Matematika UNAND*, 5.
- Yulianti. (2019). Prosedur dan penanggulangan keadaan darurat dikapal KM. Mutiara Ferindo. *Jurnal Universitas Maritim AMNI*, 7-8.
- Wulandar, I. A., & Wulandar, I. A. (2022). Implementasi algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek. *Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek*, 31.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta Bandung.
- SNI-03-1746. (2000).
- SNI 03-3987-1995. (1995).
- Serdano, A., Zarlis, M., & Hartama, D. (2019). Perbandingan algoritma Dijkstra dan Bellman-Ford dalam pencarian jarak terpendek pada SPBU. *Seminar Nasional & Teknologi Informasi (SENSASI)*, 256-264.
- Schimpl, M., Meyer, C., & Johannsen, J. (2011). Association between walking speed and age in healthy, free-living individuals using mobile accelerometry—A cross-sectional study. *Association of Walking Speed and Age*.
- Ristono, A., & Puryani. (2011). *Penelitian operasional lanjut*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rahman, D. K. (2019). Prosedur dan penanggulangan keadaan darurat dikapal KM. Mutiara Ferindo. *Jurnal Universitas Maritim AMNI Semarang*, 15-16.
- Rahayu, H. P., & Anita, J. (2013). Perencanaan tempat evakuasi sementara (TES) tsunami. *Pedoman Teknik 2 Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 1-112.
- PT. Prok Conveyor Component. (2023). Retrieved October 2023, from <https://www.prok.com>
- Prabowo, A., & Supratman, J. (2020). Usulan peta jalur evakuasi menggunakan algoritma Djisktra di Gedung Alawiyah-UIA. *Jurnal Baut dan Manufaktur*, 8-14.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2008).
- Pemerintah Republik Indonesia. (n.d.).
- Pemerintah Republik Indonesia. (2005). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Pasal 59 Ayat (1). Indonesia.
- National Fire Protection Association. (n.d.). Retrieved October 16, 2023, from <https://www.nfpa.org>
- National Fire Protection Association. (2022). Life safety code. Retrieved October 16, 2023, from <https://www.nfpa.org>
- Munir, R. (2005). *Matematika diskrit*. Bandung: Informatika.

- Ministry of Business, Innovation & Employment New Zealand. (2014). Verification method: Framework for fire safety design. Wellington: New Zealand Government.
- Makatutu, J. S., Soleman, A., & Rasyid, M. (2022). Usulan perancangan jalur evakuasi menggunakan algoritma Dijkstra. Program Studi Teknik Industri Universitas Pattimura, 2-3.
- Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia. (n.d.). Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No.KEP.186/MEN/1999.
- Kemala, A. P. (2019). Rancang bangun sistem penentuan jalur evakuasi keluar gedung rumah sakit saat kondisi darurat menggunakan algoritma Dijkstra dengan antrian prioritas. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 10-11.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). (2023). Retrieved October 10, 2023, from <https://kbbi.web.id/bencana>
- Kamal, N. (2021). Gramedia literasi. Retrieved from <https://www.gramedia.com/literasi/rumus-kecepatan-rata-rata/>
- Johnson, D. B. (1973). A note on Dijkstra's shortest path algorithm. Journal of the ACM, 385-388.
- Hayati, E. N., & Yohanes, A. (2014). Pencarian rute terpendek menggunakan algoritma greedy. Seminar Nasional IENACO.
- Gusmao, A., Pramono, S. H., & Sunaryo. (2013). Sistem informasi georafis pariwisata berbasis web dan pencarian jalur terpendek dengan algoritma Dijkstra. Jurnal EECIS, 125-130.
- Gunawan, & Andriani, W. (2021). Perbandingan algoritma Dijkstra dan algoritma Floyd-Warshall penentuan jalur lintasan terpendek stasiun Tegal menuju hotel. Jurnal BATIRSI, 4(2), 7.
- Gross, J. L., & Yellen, J. (2005). Graph theory and its applications (2nd ed.).
- Federal Emergency Management Agency. (2023). Retrieved October 16, 2023, from <https://training.fema.gov/emiweb>
- Fairuz Iman Haritsah. (2022, September 13). Artikel. Retrieved October 16, 2023, from https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1507/mengenali-kelas-kebakaran-dan-media-pemadamnya
- Erkin, J. (1998). Emergency planning and response. In J. Erkin, Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja (Vol. XXXI, pp. 26-31). Jakarta.
- Colling, D. A. (1990). Industrial safety and health management. New Jersey: Prentice Hall.
- Broumi, S., Bakal, A., Talea, M., Smarandache, F., & Vladareanu, L. (2016). Applying Dijkstra algorithm for solving neutrosophic shortest path problem. International Conference on Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS), 412-416.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2023). BNPB. Retrieved October 2, 2023, from <https://bnpb.go.id/definisi-bencana>

Adnyana, I. G., Adriantantri, E., & Soemanto. (2023). Usulan perancangan jalur evakuasi menggunakan algoritma Dijkstra (Studi kasus Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan Nusa Penida). *Jurnal Valtech*, 6(2), 319-325.