

USULAN PERANCANGAN JALUR EVAKUASI MENGUNAKAN ALGORITMA DJIKSTRA (STUDI KASUS PELABUHAN SEGITIGA EMAS SAMPALAN NUSA PENIDA)

I Gusti Agung Bagus Winda Adnyana¹⁾, Emmalia Adriantantri²⁾, Soemanto³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Email : gungwinda99@gmail.com

Abstrak, Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan Nusa Penida terletak di Batu Nunggul, Nusa Penida Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali, dibangun dan mulai beroperasi pada tanggal 1 April 2022. Permasalahan yang dihadapi karena baru selesainya tahap pembangunan di pelabuhan tersebut menyebabkan belum adanya jalur evakuasi yang dapat membantu dan mencegah terjadinya keterlambatan evakuasi. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2005 Pasal 59 Ayat (1), “Setiap bangunan gedung, kecuali rumah tinggal tunggal dan rumah deret sederhana, harus menyediakan sarana evakuasi yang meliputi sistem peringatan bahaya bagi pengguna, pintu keluar darurat, dan jalur evakuasi”. Ditambah hampir seluruh pulau Bali rawan gempa. Kabupaten yang masuk kategori “Paling Rawan Gempa” antara lain Karangasem dan Klungkung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jalur evakuasi pada gedung Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan dengan Metode *Algoritma Dijkstra*. *Algoritma Dijkstra* merupakan algoritma *graph search* mampu menyelesaikan permasalahan pemilihan lintasan terpendek dengan setiap perhitungan hanya dilakukan satu kali saja, tanpa mengulangnya. Hasil yang didapatkan yaitu rute terpendek dari masing-masing ruangan menuju titik kumpul. Didapat waktu maksimum yang diperlukan untuk evakuasi yaitu selama 1819,02 detik untuk menuju titik kumpul, dimana titik kumpul yang ditetapkan adalah area parkir mobil Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan karena telah memenuhi kriteria sesuai *National Fire Protection Association (NFPA)* 101 tahun 2002.

Kata kunci : *Algoritma Dijkstra*, Gempa Bumi, Jalur Evakuasi

PENDAHULUAN

Negara yang sering mengalami gempa bumi adalah Indonesia. Hal ini disebabkan karena letak Indonesia yang berada pada zona pertemuan tiga lempeng tektonik penting, antara lain lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik, sehingga menjadikannya sebagai zona paling aktif di kawasan Pasifik. Dengan ini diperlukan adanya jalur evakuasi yang memadai pada setiap gedung yang berada pada daerah yang sering terjadi gempa bumi.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2005 Pasal 59 Ayat (1), “Setiap bangunan, kecuali rumah tinggal tunggal dan rumah deret sederhana, wajib menyediakan fasilitas evakuasi yang meliputi sistem peringatan bahaya bagi penggunanya, pintu keluar darurat, dan jalur evakuasi. Guna memudahkan pengguna bangunan untuk melakukan evakuasi dengan aman dari bangunan, apabila terjadi bencana atau keadaan darurat” (Prabowo dan Supratman, 2020).

Ketika terjadi musibah, 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, meminimalisir korban yang disebabkan karena kepanikan saat bencana terjadi.

Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan Nusa Penida yang terletak di Batu Nunggul, Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali. Pelabuhan ini dibangun pada tahun 2020 dan pelabuhan tersebut saat ini sudah mulai beroperasi. Dengan didukung oleh struktur bangunan pelabuhan yang bertingkat diharapkan dapat menjadi pusat layanan publik yang mendukung pusat komersial di Bali. Baru selesainya tahap pembangunan di pelabuhan tersebut menyebabkan belum adanya jalur evakuasi yang dapat membantu dan mencegah terjadinya keterlambatan evakuasi.

Hampir seluruh pulau Bali rawan gempa. Kabupaten yang masuk kategori “Paling Rawan

Gempa” antara lain Karangasem dan Klungkung. Riwayat gempa bumi yang pernah terjadi, khususnya yang sering terjadi atau dapat dikatakan mempunyai frekuensi kejadian

gempa yang cukup tinggi, digunakan untuk menentukan kategori “Paling Rawan Gempa Bumi” (Haryawan, I. G. A, 2018).

Tabel 1 Data Gempa Bumi Berdampak Pada Objek Penelitian

No.	Magnitude	Waktu	Lokasi	Kedalaman	Potensi Tsunami
1	5,7 Skala Richter	16-03-23 12:22:39 WIB	302 km BaratDaya Jember-Jatim	10 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
2	5,4 Skala Richter	16-03-23 04:25:39 WIB	81 km TimurLaut Melonguane-Sulut	16 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
3	5,1 Skala Richter	13-03-23 17:55:54 WIB	127 km BaratLaut Malukutenggarabrt	121 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
4	5,2 Skala Richter	11-03-23 11:03:48 WIB	42 km Tenggara Kabupaten- Acehsingkil	19 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
5	5,1 Skala Richter	08-03-23 03:31:29 WIB	97 km Tenggara Bolaanguki-Bolsel- Sulut	10 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
6	5,3 Skala Richter	07-03-23 14:31:57 WIB	140 km BaratDaya Tanggamus- Lampung	10 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
7	5,2 Skala Richter	06-03-23 22:53:02 WIB	207 km BaratLaut Melonguane-Sulut	151 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
8	5,1 Skala Richter	03-03-23 07:36:46 WIB	47 km BaratDaya Bengkulu-Bengkulu	12 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
9	5,6 Skala Richter	02-03-23 06:05:23 WIB	36 km Tenggara Pesisirselayan- Sumbar	82 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
10	5,0 Skala Richter	27-02-23 23:31:32 WIB	202 km BaratLaut Malukutenggarabrt	154 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
11	5,5 Skala Richter	27-02-23 08:26:02 WIB	42 km Tenggara Sigi-Sulteng	10 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
12	5,0 Skala Richter	26-02-23 12:52:48 WIB	90 km TimurLaut Bitung-Sulut	10 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
13	6,8 Skala Richter	24-02-23 03:02:52 WIB	133 km BaratLaut Daruba-Malut	112 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
14	5,9 Skala Richter	22-02-23 16:34:04 WIB	206 km BaratLaut Malukutenggarabrt	139 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI
15	5,4 Skala Richter	22-02-23 02:22:19 WIB	243 km BaratDaya Sinabang-Aceh	10 Km	Tidak Berpotensi TSUNAMI

Sumber: <https://balai3.denpasar.bmkg.go.id/gempa-terkini-5sr>

Tabel 1 memperlihatkan bahwa, intensitas terjadi gempa bumi berkekuatan ≥ 5 Skala Richter yang berdampak pada wilayah sekitar objek penelitian atau Gedung Pelabuhan Segitiga Emas Nusa Penida, dimana diketahui bahwa dengan kekuatan gempa ≥ 5 dapat menyebabkan kerusakan kecil hingga besar pada bangunan. Rute tersingkat dapat ditemukan menggunakan sejumlah teknik, termasuk *Algoritma Bellman Ford*, *Algoritma*

Floyd-Wharsall, dan *Algoritma Dijkstra*. Pendekatan *Algoritma Dijkstra* digunakan dalam penelitian ini, dimana sisi dengan 10 bobot terkecil dipilih pada setiap langkah untuk menghubungkan *node* yang dipilih dan *node* lain yang belum dipilih (Nugroho, et al., 2021). Berdasarkan latar belakang, tujuan dari penelitian ini adalah merancang jalur evakuasi pada gedung Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan dengan Metode *Algoritma Dijkstra*.

Titik Kumpul

Titik kumpul adalah tempat atau lokasi berkumpulnya penghuni suatu bangunan pada saat terjadi bencana alam atau keadaan darurat lainnya. Tujuan mengumpulkan penghuni gedung di lokasi pengumpulan darurat adalah untuk mengidentifikasi korban selamat dan mempercepat upaya penyelamatan jika ada penghuni yang masih berada di dalam gedung. Mengingat lokasi ini merupakan 15 tujuan akhir jalur evakuasi, maka disarankan agar titik berkumpul berjarak 20 meter dari gedung terdekat (Kepmen PU, 2000).

Kapasitas Evakuasi

Kemampuan jalan dalam menampung dan dilalui orang-orang yang lewat pada saat evakuasi dapat digunakan untuk menggambarkan kapasitas evakuasi. Kondisi evakuasi internal yang normal memerlukan ruang seluas 1 m² per orang, ketika ruang gerakanya lebih sedikit maka kemampuan jalan akan bergerak lebih lambat (Rahayu dan Anita, 2013). Standar kecepatan orang berjalan cepat

digunakan sebesar 3,3 km/jam dan ruang berlari 1 m²/orang (Rahayu dan Anita, 2013).

Waktu Perjalanan

Waktu untuk perjalanan horizontal dihitung berdasarkan perkiraan kecepatan berjalan. Kecepatan perjalanan horizontal harus dihitung menggunakan rumus $S = k - aD$. Jika kecepatan gerak lebih dari 1,2 m/s, maka harus diasumsikan 1,2 m/s sebagai kecepatan gerak. Nilai yang dihitung akan diterapkan jika kecepatan perjalanan yang dihitung kurang dari 1,2 m/s.

S = kecepatan perjalanan horizontal (m/s)
 D = kepadatan ruangan (orang/m²)
 k = konstanta sesuai pada tabel 2
 a = 0,266 untuk kecepatan dengan satuan m/s dan kepadatan dengan satuan orang/m² (Shen, 2003).

Untuk perjalanan vertikal, rumus $S = k - aD$ berlaku tetapi nilai yang digunakan untuk k adalah fungsi dari anak tangga dan ukuran tapak seperti yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Laju pergerakan maksimum untuk kecepatan perjalanan vertikal dan horizontal

Bagian Sarana Keluar		k	Kecepatan (m/s)
Koridor, Lorong, Ramp, Pintu		1,4	1,2
Anak Tangga (mm)	Tapak Tangga (mm)		
191	254	1	0,85
178	279	1,08	0,95
165	305	1,16	1
165	330	1,23	1,05

Sumber: Nez Zealand – Ministry Of Business Innovation & Employment (2017)

Algoritma Dijkstra

Pendekatan *Algoritma Dijkstra* menyelesaikan permasalahan pencarian jalur atau jalan terpendek. Apabila terjadi bencana, jalur evakuasi dibuat dengan memikirkan dan memperhatikan jalur terpendek menuju lokasi berkumpulnya keadaan darurat. *Algoritma Dijkstra* merupakan *Algoritma Graph Search* mampu menyelesaikan permasalahan pemilihan lintasan terpendek dengan sumber tunggal. Sumber tunggal yang dimaksud ini akan menghitung jalur terpendek dengan cepat karena setiap perhitungan hanya dilakukan satu kali saja, tanpa mengulangnya (Dewi, 2017).

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian ini menggunakan metode *Algoritma Dijkstra*

untuk menentukan usulan rute terpendek yang diharapkan membantu pengguna gedung menentukan lintasan evakuasi pada kondisi panik karena terjadi bencana gempa bumi.

Pengumpulan Data

1. Observasi
Observasi dilakukan untuk memperoleh hasil berupa tugas, kegiatan, dan kejadian atau peristiwa yang terjadi pada Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan.
2. Wawancara
Wawancara dilakukan untuk memperoleh data mengenai kapasitas ruangan, bagaimana penanggulangan gempa saat belum adanya fasilitas jalur evakuasi yang memadai dan tingkat kepadatan pengunjung.
3. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan sebagai alat bukti kondisi terkini dan mengambil data lain yang dapat mendukung penelitian ini.

Pengolahan Data

1. Observasi Lapangan
Observasi awal dilakukan untuk mengetahui letak dan ukuran masing-masing ruang dan akses jalur yang ada lalu dilakukan pengukuran untuk mendapatkan ukuran yaitu; pengukuran jarak ruangan menuju koridor, jarak koridor menuju tangga, dan pengukuran jarak tangga menuju titik kumpul.
2. Memodelkan rute yang akan menjadi titik awal dan titik akhir.
Pada tahap ini dari hasil observasi lapangan akan ditentukan titik awal, titik penghubung dan titik akhir.
3. Penyajian Data
Pada tahap ini akan disajikan data berupa denah Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan dan pengukuran untuk menentukan bobot lintasan. Bobot yang digunakan pada penelitian ini adalah bobot waktu perjalanan.
4. Pengolahan Data
Untuk menentukan analisa waktu pertama-tama dilakukan perhitungan kapasitas jalur evakuasi dengan rumus sebagai berikut;

$$Ev = \frac{w}{space} \times Velocity$$

Ev = kapasitas evakuasi (orang/jam)
W = lebar jalan minimum (m)
Space = kecepatan rata-rata orang berjalan (km/jam)

Setelah diperoleh kapasitas jalur evakuasi, selanjutnya dihitung kepadatan pada masing-masing ruangan yang disimbolkan dengan (D), dengan cara jumlah orang dibagi dengan luas sehingga mendapatkan hasil kepadatan pada ruangan. Selanjutnya dihitung kecepatan dengan rumus:

$$S = k - aD$$

S = kecepatan perjalanan horizontal (m/s)
D = kepadatan ruangan (orang/m²)
k = konstanta sesuai pada tabel 2
a = 0,266 untuk kecepatan dengan satuan m/s dan kepadatan dengan satuan orang/m²

5. Dari hasil perhitungan waktu evakuasi

diolah dengan metode *Algoritma Dijkstra*, data tersebut dapat disajikan dalam bentuk tabel perhitungan waktu. Dari langkah tersebut akan didapatkan mana lintasan tercepat menuju ke titik kumpul.

6. Peta Jalur Evakuasi.

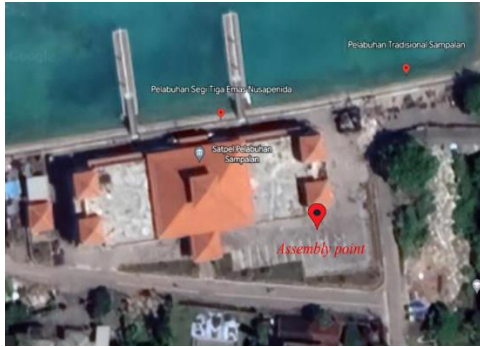
Hasil akhir dari pengolahan data tersebut akan ditampilkan yakni berupa bobot waktu yang paling singkat pada setiap jalurnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, langkah awal yang dilakukan adalah dengan membuat denah studi kasus Gedung Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan, denah tersebut dibuat dengan *software Autocad 2017*. Pembuatan denah dilakukan untuk mengetahui letak dan ukuran ruang dan akses jalur yang ada. Lantai 1 dirancang sebagai akses keluar masuk gedung Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan. Jadi, hampir segala kegiatan pelayanan dilakukan pada lantai 1. Gedung lantai 2 dirancang sebagai tempat untuk menunggu kedatangan dan keberangkatan *customer* serta ada beberapa ruangan yang digunakan untuk staf dan penanggungjawab pelabuhan. Sedangkan untuk dua lantai yang tersisa merupakan lantai *rofttop* serta lantai atap yang berisi ruang kontrol dan pengawasan. Maka peta jalur yang akan dirancang adalah untuk lantai 1 dan 2.

Setelah mengetahui letak dan ukuran masing-masing ruang dan akses jalur yang ada kegiatan selanjutnya adalah menetapkan titik awal, titik yang akan menghubungkan titik awal dan akhir serta menentukan titik akhir. Titik awal yang ditetapkan adalah masing-masing ruang yang ada pada lantai 1 dan 2, sedangkan titik yang menghubungkan titik awal dan akhir merupakan koridor depan atau *ramp* di setiap ruangan. Dalam merancang jalur evakuasi salah satu komponen penting yang harus ada ialah titik kumpul. Pada penelitian ini dalam menentukan titik kumpul yang akan dipilih tahapan yang dilakukan adalah dengan melakukan observasi serta pengukuran agar sesuai dengan kriteria yaitu *National Fire Protection Association (NFPA) 101* tahun 2002. Dari hasil observasi didapat 1 area yang dapat dijadikan sebagai tempat titik kumpul yaitu pada gambar 2.



Gambar 1 *Assembly point* Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan
Sumber : Google Earth

Gambar 1 merupakan area yang layak menjadi *assembly point* pada area Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan yakni halaman parkir mobil. Area tersebut dipilih berdasarkan hasil observasi dan memenuhi kriteria sesuai tabel 3.

Tabel 3 *Checklist* kriteria *Assembly Point* Area Halaman Parkir Mobil

No	Kriteria	Keterangan	
		Memenuhi	Tidak Memenuhi
1	Aman dari api, asap, dan fumes	√	
2	Cukup menampung seluruh penghuni Gedung agar aman dari hal-hal yang dapat menimbulkan kepanikan	√	
3	Mudah dijangkau dengan waktu seminimal mungkin	√	
4	Cukup terlindung dari bahaya langsung atau tidak langsung dari bencana	√	
5	Adanya akses mobilisasi yang mudah	√	

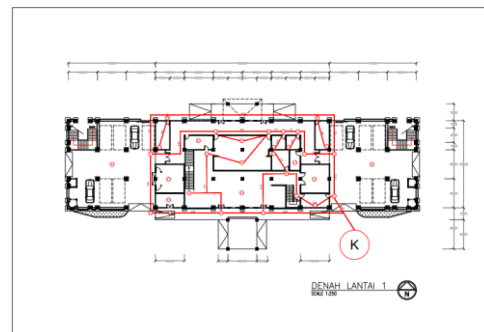
Sumber: Pengumpulan Data

Tabel 3 menjelaskan tentang area yang dipilih. memenuhi semua poin untuk menjadi *Assembly poin* sesuai kriteria tabel 3. Berdasarkan hasil observasi poin pertama, poin kedua, dan poin keempat dikatakan memenuhi kriteria karena area tersebut merupakan area yang luas dan terbuka serta berjarak lebih dari 20 meter dari gedung terdekat. Sedangkan pada poin ketiga dan kelima dikatakan memenuhi kriteria karena area tersebut dekat dengan akses keluar masuk Gedung Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan dan memiliki akses dekat jalan umum.

Pengolahan Data

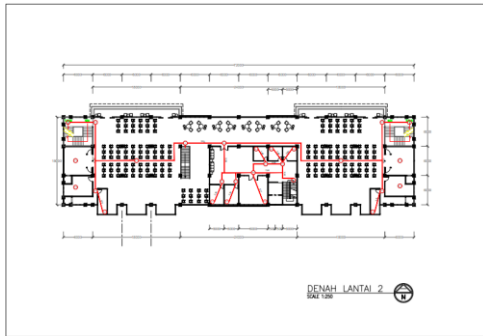
Bobot yang digunakan dalam usulan perancangan ini merupakan waktu perjalanan dari satu *vertex* menuju *vertex* lainnya. Waktu evakuasi dapat digambarkan sebagai waktu perjalanan yang dihitung berdasarkan kecepatan dan jarak antar *vertex*. Dari hasil pengukuran jarak pada masing-masing *node* akan dilakukan perhitungan waktu evakuasi, dengan diawali dengan perhitungan kapasitas jalur evakuasi dimana hasil perhitungan jalur evakuasi akan digunakan untuk menghitung kecepatan dan kepadatan pada jalur evakuasi. Setelah diperoleh kapasitas jalur evakuasi, selanjutnya dihitung kepadatan pada masing-masing jalur. Kepadatan jalur evakuasi merupakan hasil dari kapasitas atau jumlah orang dibagi dengan luas.

Langkah selanjutnya yaitu menghitung kecepatan, kecepatan terdiri dari kecepatan perjalanan vertikal dan horizontal. Kecepatan horizontal meliputi kecepatan pada setiap ruangan dan jalur evakuasi kecuali pada tangga dan ruangan yang memiliki beda elevasi, terakhir dilakukan perhitungan waktu perjalanan yaitu dengan jarak perjalanan dibagi dengan kecepatan yang telah dihitung sebelumnya. Setelah langkah tersebut sudah dilakukan maka akan didapatkan hasil seperti pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2 Waktu Perjalanan pada Lantai 1
Sumber: Pengolahan Data

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat dua simbol yang digunakan yaitu lingkaran (*node*) menggambarkan titik awal dan koridor depan pintu sebagai *node* lalu diberi koefisien seperti keterangan pada lantai satu. Simbol kedua merupakan garis merah yang berfungsi menghubungkan antara satu titik dengan titik lainnya. Sedangkan angka pada setiap garis menggambarkan bobot waktu perjalanan pada lantai satu.



Gambar 3 Waktu Perjalanan Pada Lantai 2
Sumber: Pengolahan Data

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa terdapat dua

simbol yang digunakan yaitu lingkaran (*node*) menggambarkan titik awal dan koridor depan pintu sebagai *node* lalu diberi koefisien seperti keterangan pada lantai dua. Simbol kedua merupakan garis yang berfungsi menghubungkan antara satu titik dengan titik lainnya. Sedangkan angka pada setiap garis menggambarkan bobot waktu perjalanan pada lantai dua. Langkah selanjutnya dilakukan perhitungan dengan *Algoritma Dijkstra*, perhitungan dilakukan satu per satu sesuai titik awal yang ditentukan. Maka didapat jalur tercepat dari titik awal menuju titik akhir ditunjukkan pada tabel 4.

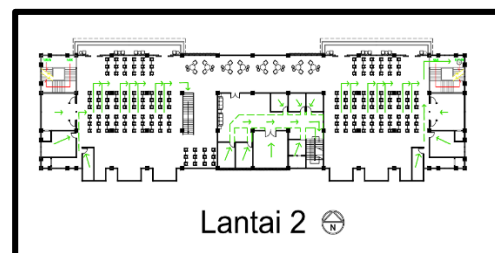
Tabel 4 Waktu Perjalanan Tercepat menuju Titik Kumpul

No	Vertex Awal	Rute	Waktu (detik)	No	Vertex Awal	Rute	Waktu (detik)
1	R1.1	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	63,3	10	R2.3	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	74,16
2	OS1.2	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	30	11	R2.4	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	45,12
3	OS1.3	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	28,22	12	R2.5	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	43,78
4	R1.5	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	26,17	13	R2.6	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	41,67
5	R1.6	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	24,42	14	R2.7	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	38,02
6	R1.7	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	30,5	15	R2.8	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	35,86
7	R1.9	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	27,13	16	R2.9	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	35,86
8	R1.11	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	9,42	17	OS2.2	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	36,89
9	OS2.1	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	44,75	18	R2.11	K1.16-K1.15-K1.8-K1.5-K	37,75

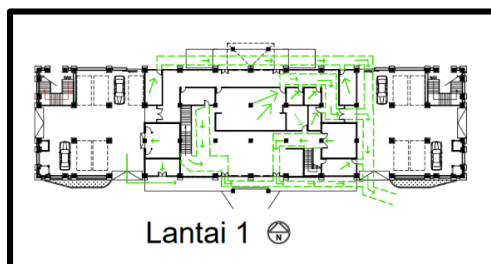
Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4 dapat dilihat bahwa terdapat kolom *vertex* awal merupakan titik awal yaitu setiap ruangan yang ada pada Gedung Pelabuhan Segitiga Emas Sampalan yang telah diberi koefisien, selanjutnya rute tersebut merupakan *node* yang menghubungkan titik awal yang akan mencapai tujuan yaitu K (titik kumpul) yang sudah melalui proses perhitungan dengan *Algoritma Dijkstra*. Dari hasil perhitungan yang sudah ada dirancang peta jalur evakuasi terpendek menggunakan *software Autocad 2017* menampilkan arah dan jalur yang digunakan ditunjukkan dengan warna hijau.

hijau merepresentasikan arah yang dituju atau dilalui saat evakuasi berdasarkan hasil perhitungan jalur evakuasi terpendek masing-masing ruangan menuju titik kumpul.



Gambar 5 Peta Jalur Evakuasi Lantai 2
Sumber: Pengolahan Data



Gambar 4 Peta Jalur Evakuasi Lantai 1
Sumber: Pengolahan Data

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa tanda panah

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa tanda panah merepresentasikan arah yang dituju atau dilalui saat evakuasi berdasarkan hasil perhitungan jalur evakuasi terpendek masing-masing ruangan. Peta jalur evakuasi ini berguna untuk pengguna gedung yang membaca jalur evakuasi dimaksudkan untuk menerima informasi dan kemudahan saat terjadi hal yang tidak diinginkan, serta 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.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pada ruang *Crew* Kapal 1 dan Ruang *Crew* Kapal 2, jalur yang dipilih untuk menuju titik kumpul yaitu dengan melintasi koridor depan ruang *Crew* Kapal 2 → koridor depan Atm Center 2 → titik kumpul.
2. Pada ruang Bagasi dan Tiket, jalur yang dipilih untuk menuju titik kumpul yaitu dengan melintasi koridor depan ruang Basarnas → koridor depan Atm Center 2 → titik kumpul.
3. Pada ruang Basarnas dan ruang *Tourism Information Center*, jalur yang dipilih untuk menuju titik kumpul yaitu dengan melintasi koridor depan ruang Basarnas → koridor depan Atm Center 2 → titik kumpul.
4. Pada ruang Panel, jalur yang dipilih untuk menuju titik kumpul yaitu koridor depan pintu masuk 2 → titik kumpul.
5. Pada ruang *Locker* Pegawai, jalur yang dipilih untuk menuju titik kumpul yaitu dengan melintasi koridor sebelah kanan *locker* pegawai → titik kumpul.
6. Pada ruang Janitor 2, dan *Hall* Keberangkatan 2 jalur yang dipilih menuju titik kumpul yaitu dengan melintasi Tangga Darurat 2 selanjutnya → titik kumpul.
7. Pada ruang janitor 1, dan *Hall* keberangkatan 1 jalur yang dipilih menuju titik kumpul yaitu dengan melintasi Tangga Utama → koridor depan pintu masuk 1 → titik kumpul.
8. Pada ruang yang terletak di tengah pada lantai 2 jalur yang dipilih menuju titik kumpul yaitu dengan melintasi tangga staf → koridor depan pintu masuk 2 → titik kumpul.

Saran

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

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2020). *Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2020-2024*. BNPB, Jakarta.
- Dewi, L. N. (2017). *Perancangan Jalur Evakuasi Kebakaran Fakultas Teknik UNS Sesuai SNI 03-1746-2000 dan ISO 7010 Dengan Metode Algoritma Dijkstra (Studi Kasus: Gedung 1 Fakultas Teknik UNS)*.
- Haryawan, I. G. A., Negara, N. L. G. A. M., dan Dewi, N. K. P. P. (2018). Kajian Kesiapsiagaan Penanggulangan Bencana Gempa Bumi Bagi Pekerja Pada Gedung Bertingkat Di Denpasar. *Prosiding Seminar Nasional dan Call For Paper Peranan Psikologi Bencana Dalam Mengurangi Risiko Bencana*.
- New zealand – ministry of bussiness innovation & employment. (2017). *C/VM2 – Verification Method: Framework for Fire Safety Design*.
- Nugroho, M. H., Arnandha, Y., & Rakhmawati, A. (2021). Analisis Peta Jalur Evakuasi dan Penentuan Titik Kumpul dengan Metode Algoritma Dijkstra (Studi Kasus: Gedung Universitas Tidar Kampus Tuguran). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Sipil*, 1(2).
- Peraturan Menteri PUPR No.14 Tahun 2017. (2017). *Peraturan Menteri PUPR No. 14 Tahun 2017*, 6-18.
- Prabowo, A., & Supratman, J. (2020). Usulan Peta Jalur Evakuasi Menggunakan Algoritma Djikstra di Gedung Alawiyah–UIA. *Baut dan Manufaktur*, 2(2), 8-14.
- Rahayu, H. P., Anita, J. (2013). *Perencanaan Tempat Evakuasi Sementara (Tes) Tsunami*, 1-112.
- Shen, T. S. (2003). Building Planning Evaluation for Emergency Evacuation. *Building Planning Evaluations for Emergency Evacuation*, 12(1), 1-22.