

## Perhitungan Rute Evakuasi Darurat pada Gedung Perkantoran

Putri Nur Indah Sari<sup>1</sup>, Mades Darul Khairansyah<sup>1\*</sup>, dan Adianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [mades@ppns.ac.id](mailto:mades@ppns.ac.id)

### Abstrak

*Office Tower* merupakan gedung bertingkat tinggi yang difungsikan untuk kegiatan administrasi perkantoran. *Office Tower* memiliki jumlah lantai gedung sebanyak 23 lantai dan tinggi  $\pm 120$  meter. Sekitar 14 lantai gedung tersebut telah dihuni dan digunakan oleh orang banyak secara bersamaan sehingga penghuni gedung tersebut memerlukan rasa aman dan nyaman di setiap keadaan, termasuk apabila terjadi keadaan darurat. *Office Tower* memiliki risiko tersendiri apabila terjadi keadaan darurat seperti, kebakaran, gempa, dan ancaman teroris karena memiliki akses penyelamatan diri yang terbatas dan membutuhkan waktu lama untuk mengosongkan gedung tersebut. Perhitungan waktu evakuasi darurat dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi. Perhitungan waktu evakuasi dilakukan berdasarkan SFPE 5th Edition 2016. Hasil perhitungan waktu evakuasi yang paling besar adalah pada Area L dengan melalui *exit* 17 yaitu sebesar 3.08 menit sedangkan pada rute lain yang melalui *exit* 21 adalah sebesar 3.56 menit. Besarnya waktu evakuasi dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu jumlah orang yang berada dalam area atau ruangan tersebut, luas area atau ruangan, dan lebar jalur yang dilewati.

**Kata Kunci:** Darurat, Evakuasi, *Office Tower*, Perkantoran

### Abstract

*Office Tower* is a high-rise building that is used for office administration activities. *Office Tower* has 23 floors and a height of  $\pm 120$  meters. Around 14 floors of the building are occupied and used by many people simultaneously so that the occupants of the building need to feel safe and comfortable in every situation, including in an emergency situation. *Office Tower* has its own risks in an emergency situation such as fire, earthquake and terrorist threat because it has limited access to escape and takes a long time to vacate the building. Calculation of emergency evacuation time is used to find out the time needed for the evacuation process. Evacuation time calculations are based on SFPE 5th Edition 2016. The result of the calculation of the greatest evacuation time is in Area L by going through exit 17 which is 3.08 minutes, while on other routes through exit 21 is 3.56 minutes. The amount of evacuation time is influenced by several things, namely the number of people in the area or room, the size of the area or room, the width of the corridor, and the width of the exit.

**Keywords:** Emergency, Evacuation, Office, Office Tower

## 1. PENDAHULUAN

*Office Tower* merupakan gedung bertingkat tinggi yang difungsikan untuk kegiatan administrasi perkantoran di Surabaya. *Office Tower* memiliki jumlah lantai gedung sebanyak 23 lantai dan tinggi  $\pm 120$  meter. Dari 23 lantai tersebut, sekitar 14 lantai gedung tersebut telah dihuni oleh beberapa perusahaan yang berbeda. *Office Tower* telah memiliki rute evakuasi yang dapat digunakan ketika terjadi keadaan darurat, termasuk didalamnya terdapat pintu keluar darurat, tangga darurat, rute evakuasi, *sign* rute evakuasi, serta *assembly point*. Pada setiap lantai terdapat 2 pintu darurat yang terhubung pada tangga darurat. *Office Tower* memiliki banyak *furniture* dan sekat-sekat karena difungsikan untuk kegiatan perkantoran.

Selama tahun 2022, jumlah bangunan gedung yang mengalami kebakaran di Surabaya sebanyak 114 kasus (Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan, 2022). Selain itu, keadaan darurat yang terjadi di gedung bertingkat tinggi seperti *Office Tower* berpotensi menimbulkan korban jiwa. Pada Juli 2022 terjadi kebakaran pada gedung bertingkat, yaitu Swalayan Aneka Jaya dan terdapat 1 orang meninggal dunia karena proses evakuasi korban terkendala lokasi yang sempit serta banyaknya kepulan asap yang memenuhi ruangan (Rizqi and Septiadi, 2022). Kejadian mengesankan juga terjadi di Bangladesh tahun 2019. Kebakaran terjadi pada gedung bertingkat

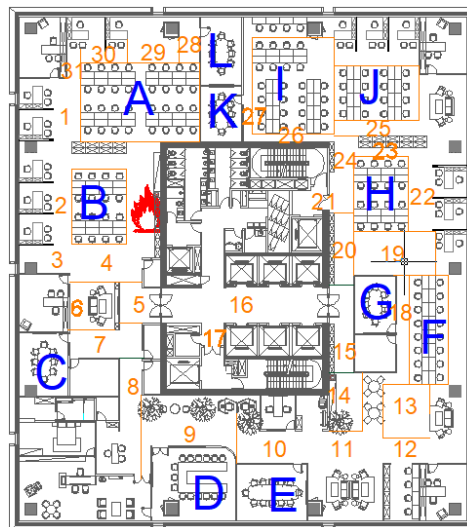
yang menewaskan 25 orang dan melukai 70 orang penghuni gedung akibat pintu darurat yang terkunci dan jalur evakuasi yang sempit (BBC, 2019). Kejadian tersebut merupakan keadaan-keadaan darurat yang dapat menimbulkan kepanikan bagi penghuni gedung bertingkat sehingga diperlukan akses evakuasi yang mudah dan cepat.

Menurut Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 Tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran, karyawan perkantoran yang berlokasi pada gedung perkantoran yang tinggi memiliki risiko keselamatan tersendiri dimana pada saat terjadi situasi darurat seperti kebakaran, gempa, dan ancaman teroris perlu upaya pengendalian dan pencegahan melalui pengembangan standar prosedur tanggap darurat yang baik untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja yang bersifat fatal dan massal. Keadaan darurat merupakan keadaan tidak normal, biasanya terjadi secara tiba-tiba, dan menimbulkan dampak negatif bagi sekitarnya (Dwi Mahardika, 2020). Sistem tanggap darurat gedung perkantoran bertingkat tinggi seperti *Office Tower* sangat penting untuk diperhatikan untuk meminimalisir dampak kecelakaan kerja pada saat terjadi keadaan darurat.

Menurut Khambali (2017), dampak keadaan darurat dapat dikurangi dengan adanya perencanaan tanggap darurat (*emergency response plan*) (Asfarisy and Koesyanto, 2021). Perencanaan tanggap darurat dapat dilakukan dengan merencanakan sistem evakuasi darurat. Evakuasi merupakan proses untuk memindahkan orang atau penghuni dari tempat yang berbahaya atau darurat ke tempat yang lebih aman (Harmanto, Widjasena and Suroto, 2015). Evakuasi yang efisien sangat penting sebagai pencegahan keadaan darurat yang membahayakan nyawa dan harta benda orang, lingkungan daerah bencana (Win, 2022). Oleh karena itu, perencanaan dan evaluasi rute evakuasi sangat penting. Jalur evakuasi di sebuah gedung bertingkat tinggi harus memberikan kemudahan pada orang yang menggunakannya agar penghuni gedung dapat menyelamatkan diri secepatnya apabila terjadi keadaan darurat (Makatutu, Soleman and Rasyid, 2022). Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat mengevaluasi rute evakuasi darurat yang sudah ada dengan menghitung waktu evakuasi yang diperlukan pada salah satu studi kasus lantai *Office Tower* dalam menentukan *exit* yang tercepat.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menghitung waktu evakuasi setiap area sampai pada pintu *exit* sesuai dengan skenario kebakaran yang telah ditentukan pada salah satu lantai *Office Tower* seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Skenario Kebakaran *Office Tower*

Berdasarkan skenario pada Gambar 1, lantai ini memiliki 12 area kerja. Setiap area (A, B, C, dst.) memiliki jumlah penghuni maksimal untuk dipakai dalam perhitungan waktu evakuasi. Area tersebut (A, B, C, dst.) merupakan *start point* dan *exit point* berada pada area 17 dan 21. Jumlah penghuni setiap area pada salah satu lantai *Office Tower* pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Penghuni Area *Office Tower*

No.	Area	Penghuni (orang)	No.	Area	Penghuni (orang)
-----	------	------------------	-----	------	------------------

1.	A	32	7.	G	8
2.	B	16	8.	H	16
3.	C	8	9.	I	24
4.	D	15	10.	J	16
5.	E	12	11.	K	8
6.	F	16	12.	L	8

Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu evakuasi ( $t_p$ ) bagi setiap area lantai tersebut untuk menuju ke *exit point*. Perhitungan waktu evakuasi dilakukan sesuai dengan persamaan yang ada di SFPE 5<sup>th</sup> Edition 2016 (Klein, 1997). Perhitungan dimulai dari mencari lebar efektif (*effective width*) yaitu lebar efektif yang dihitung dari lebar rute dikurangi dengan *boundary layer width* seperti pada persamaan (1) dan perhitungan *population density* pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$We = \text{lebar jalur keluar} - \text{boundary layer} \quad (1)$$

*Boundary layer* merupakan faktor pengurang lebar rute evakuasi sehingga didapatkan lebar efektif. Nilai *Boundary layer* berbeda pada setiap jenis rute yang dilewati oleh individu seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** *Boundary Layer*

<i>Exit Route Element</i>	<i>Boundary Layer</i>	
	<i>in</i>	<i>cm</i>
<i>Stairways – wall or side of tread</i>	6	15
<i>Railings, handrails</i>	3.5	9
<i>Theater chairs, stadium benches</i>	0	0
<i>Corridor, ramp walls</i>	8	20
<i>Obstacles</i>	4	10
<i>Wide concourses, passageways</i>	<18	46
<i>Door, Archways</i>	6	15

$$D = \frac{\text{Jumlah orang}}{\text{Luas ruangan}} \quad (2)$$

*Speed* merupakan kecepatan tiap individu yang keluar pada saat evakuasi. Kecepatan dalam perhitungan waktu evakuasi dapat dihitung menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$S = k - akD \quad (3)$$

Besar nilai konstanta pada persamaan 3 dapat dilihat pada Tabel 3. sesuai dengan SFPE *Handbook of Fire Safety Engineering 5th Edition 2016* sebagai berikut:

**Tabel 3.** Nilai Konstanta *Exit Route*

<i>Route Exit route element</i>		<i>k1</i>	<i>k2</i>
<i>Stairs</i>			
<i>Riser (in)</i>		<i>Tread (in)</i>	
7,5	10	196	1,00
7,0	11	212	1,08
6,5	12	229	1,16
6,5	12	242	1,23

$$Fs = S \times D \quad (4)$$

Perhitungan *Specific Flow* ( $F_s$ ) pada kasus transisi yaitu terdapat 1 rute masuk dan 2 rute keluar dapat dihitung menggunakan persamaan (5).

$$Fs(out) = \frac{Fs(in) \times We(in)}{We(out)} \quad (5)$$

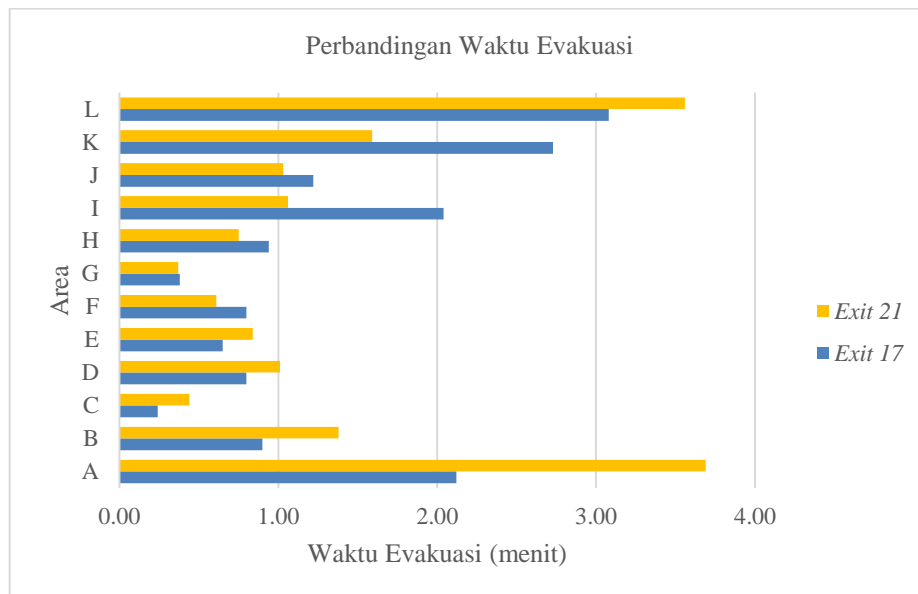
$$F_c = F_s \times W_e \quad (6)$$

$$t_p = \frac{\text{Jumlah orang}}{F_c} \quad (7)$$

Setiap area (A, B, C, dst.) memiliki dua hasil waktu evakuasi, yaitu *exit* 17 dan 21. Hasil dari perhitungan waktu evakuasi pada setiap area dibandingkan untuk mengetahui rute yang paling efektif digunakan ketika terjadi keadaan darurat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan waktu evakuasi pada 12 area kerja (A, B, C, dst.) memiliki dua pilihan *exit* yaitu, *exit* 17 dan *exit* 21. Dari dua hasil waktu evakuasi pada masing-masing *exit*, terdapat pilihan rute evakuasi dengan waktu paling cepat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Waktu Evakuasi

Berdasarkan Gambar 2. Terdapat area yang memiliki rute tercepat pada *exit* 17 yaitu Area A, B, C, D, E dan L. Sedangkan area lainnya, yaitu F, G, H, I, J, dan K lebih cepat menggunakan *exit* 21. Hasil dari perhitungan waktu evakuasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Rute Evakuasi

No.	Area	Rute	Exit	Tp
1	A	A, 1, 2, 3, 4, 5, 16, 17	17	2.12
2	B	B, 2, 3, 4, 5, 16, 17	17	0.9
3	C	C, 7, 5, 16, 17	17	0.24
4	D	D, 9, 8, 7, 5, 16, 17	17	0.8
5	E	E, 10, 11, 14, 15, 16, 17	17	0.65
6	F	F, 19, 20, 21	21	0.61
7	G	G, 18, 19, 20, 21	21	0.37
8	H	H, 24, 20, 21	21	0.75
9	I	I, 26, 24, 20, 21	21	1.06
10	J	J, 25, 24, 20, 21	21	1.03
11	K	K, 27, 26, 24, 20, 21	21	1.59

12	L	L, 28, 29, 30, 31, 1, 2, 3, 4, 5, 16, 17	17	3.08
----	---	--	----	------

#### 4. KESIMPULAN

Perhitungan waktu evakuasi area kerja pada gedung perkantoran *Office Tower* dihitung berdasarkan persamaan waktu evakuasi SFPE *Fire Safety Engineering 5<sup>th</sup> Edition* 2016. Hasil perhitungan waktu evakuasi yang paling besar adalah pada Area L dengan melalui *exit* 17 yaitu sebesar 3.08 menit sedangkan pada rute lain yang melalui *exit* 21 adalah sebesar 3.56 menit. Besarnya waktu evakuasi dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu jumlah orang yang berada dalam area atau ruangan tersebut, luas area atau ruangan, dan lebar jalur yang dilewati.

#### 5. DAFTAR NOTASI

We = effective width [m]  
D = population density [person/m<sup>2</sup>]  
S = speed [m/s]  
Fs = specific flow (person/min.m)  
Fc = calculated flow (person/min)  
Tp = time for passage (min)

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Asfarisy, F.N. and Koesyanto, H. (2021) 'Implementasi Sistem Tanggap Darurat berdasarkan National Fire Protection Association (NFPA) 1600 di PT. LG Electronics Indonesia', *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, 1(2), pp. 223–233. Available at: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/IJPHN>.
- BBC (2019) 'Kebakaran gedung tinggi di Bangladesh: Pintu darurat terkunci, 25 orang tewas', <https://www.bbc.com/indonesia/dunia-47757869>.
- Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan (2022) *Jumlah kejadian kebakaran bangunan 2022*. Available at: Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan.
- Dwi Mahardika, I.M. (2020) 'Rancang Bangun Aplikasi Pelaporan Keadaan Darurat di Kota Mataram (Studi Kasus Nomor Panggilan Darurat 112)', *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, 4(1), pp. 36–44. Available at: <https://doi.org/10.29303/jcosine.v4i1.323>.
- Harmanto, O., Widjasena, B. and Suroto, S. (2015) 'Analisis Implementasi Sistem Evakuasi Pasien Dalam Tanggap Darurat Bencana Kebakaran Pada Gedung Bertingkat Di Rumah Sakit X Semarang', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(3), pp. 2356–3346. Available at: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>.
- Klein, R.A. (1997) *SFPE handbook of fire protection engineering 2016*, *Fire Safety Journal*. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0379-7112\(97\)00022-2](https://doi.org/10.1016/s0379-7112(97)00022-2).
- Makatutu, J.S., Soleman, A. and Rasyid, M. (2022) 'Usulan Perancangan Jalur Evakuasi Menggunakan Algoritma Djikstra', *I Tabaos*, 2(1), pp. 90–98. Available at: <https://doi.org/10.30598/i-tabaos.2022.2.1.90-98>.
- 'Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 Tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran' (no date). Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26849997%0Ahttp://doi.wiley.com/10.1111/jne.12374>.
- Rizqi, D.K. and Septiadi, B. (2022) 'Kesaksian Korban Selamat Kebakaran Aneka Jaya Kendal, Evakuasi Terkendala Lokasi yang Sempit', [radarsemarang.jawapos.com](http://radarsemarang.jawapos.com).
- Win, L.L. (2022) 'The Best Way to Find an Evacuation Route for Fire Emergency', *Multidisciplinary Journal for Applied Research in Engineering and Technology*, 2(2), pp. 01–09. Available at: <https://doi.org/10.54228/mjaret02220001>.