

EVALUASI WAKTU TEMPUH PENGUNJUNG ELEVATOR PADA AREA WEST MALL DI GRAND INDONESIA

Michel Kasaf^{1*}, Rahayu Pradita², Hillary Widiyanti Sukma Anandita³, Dora Melati Nuritasandi⁴

¹Universitas Gunung Leuser Aceh, Indonesia

^{2,3,4}Politeknik Negeri Banyuwangi, Indonesia

E-mail: michelkasaf@gmail.com

Abstract: Elevators are used as vertical transportation devices in multi-story buildings. The Grand Indonesia Mall in the West Mall area provides two areas for its elevators: the Arjuna Elevator in the footprint area. According to the Indonesian National Standard (SNI) 03-6573-2001, visitors typically wait for elevators for about 40-60 seconds in a standard building. However, at the Arjuna Elevator, the waiting time exceeds 60 seconds, leading to queues. The reference used in this study is SNI 03-6573-2001, and the research method involves direct survey implementation conducted over 14 days. The calculation results based on direct surveys show that the travel time of the Arjuna Elevator is 80 seconds. It is noted that only 2 out of 3 units are currently operational, with 1 unit undergoing repairs. Consequently, the average waiting time for each unit is 120.997 seconds. The capacity within 5 minutes reaches 100 people, and the circulation demand is 9.17%, while the minimum circulation demand according to SNI 03-6573-2001 is 10%. Based on these calculations, It is concluded that the optimal number of elevator units is 3, resulting in a circulation demand of 10.09% for the Arjuna Elevator in the West Mall area of Grand Indonesia.

Keywords: Elevator, Evaluation, Traveling Time.

Abstrak: Elevator digunakan sebagai alat transportasi vertikal dalam gedung bertingkat. Mall Grand Indonesia area West Mall menyediakan dua area untuk elevatornya, salah satu area yang ramai ialah Elevator Arjuna di area foodprint. Menurut SNI 03-6573-2001, pada sebuah gedung standard waktu menunggu elevator pengunjung sekitar 40-60 detik, sedangkan pada Elevator Arjuna dibutuhkan waktu tunggu lebih dari 60 detik yang mengakibatkan terjadinya antrean. Acuan yang digunakan pada penelitian ini adalah SNI 03-6573-2001 dan menggunakan metode penelitian berupa pelaksanaan survey langsung yang dilakukan selama 14 hari. Didapatkan hasil perhitungan waktu tempuh elevator Arjuna berdasarkan survey langsung membutuhkan 80 detik dengan diketahui elevator yang beroperasi saat ini hanya 2 unit dan 1 unitnya sedang dalam masa perbaikan sehingga didapatkan hasil waktu tunggu rata-rata pada tiap unitnya yaitu 120,997 detik dengan daya angkut dalam 5 menit mencapai 100 orang serta hasil tuntutan arus sirkulasinya yaitu 9,17% sedangkan tuntutan arus sirkulasi minimal menurut SNI 03-6573-2001 yaitu 10%. Dari hasil perhitungan tersebut disimpulkan bahwa jumlah unit elevator yang optimal ialah 3 unit dengan hasil tuntutan sirkulasinya yaitu 10,09% pada elevator Arjuna area West Mall di Grand Indonesia.

Kata kunci: Elevator, Evaluasi, Waktu Tempuh.

PENDAHULUAN

Gedung bertingkat seperti *Mall* membutuhkan sarana yang berfungsi mempermudah aktifitas manusia dalam berpindah tempat antar lantai Gedung (Amin & Bararah, 2021; Sebayang et al., 2018; Sutarti, 2016). Untuk itu diciptakan elevator yang digunakan sebagai alat transportasi vertikal dalam gedung bertingkat. Alat ini tidak dikendalikan oleh manusia secara langsung, tetapi digerakkan dengan elektro-mekanis (Adiyatama, 2019; Fang et al., 2022).

Dalam pengoperasian elevator dibutuhkan suatu perencanaan agar pada saat pengoperasiannya dapat bekerja secara efisien (Al-Kodmany, 2023; Chu et al., 2022; Laakkonen & Kivivirta, 2024). Penentuan jumlah elevator akan menentukan tingkat efisiensi dan bisa dilihat dari anggaran yang dibutuhkan dalam *preventive maintenance* elevator (Duan et al., 2023; Robal et al., 2021). Spesifikasi elevator ditentukan oleh kapasitas, kecepatan, dan daya angkut (Guo et al., 2023; Mossberg et al., 2022; Palacín et al., 2023). Pemilihan penggunaan elevator bergantung pada arus orang di dalam gedung, waktu tempuh (*round trip times*), waktu puncak penggunaan (*peak-up times*) dan waktu tunggu yang ditinjau dari kapasitas (*handling capacity*), serta kecepatan elevator (Afifah et al., 2017).

Pada sebuah pusat perbelanjaan atau *Mall*, standar waktu menunggu elevator pengunjung sekitar 40-60 detik (SNI-03-6573-2001, 2003) (Afifah et al., 2017). Sedangkan pada elevator Arjuna area *West Mall* di *Grand Indonesia*, dibutuhkan waktu tunggu lebih dari 60 detik yang mengakibatkan terjadinya antrean pada elevator pengunjung tersebut dan diketahui bahwa elevator pengunjung Arjuna terdiri dari 3 unit elevator, namun 1 unitnya sedang dalam masa perbaikan sehingga tersisa 2 unit yang beroperasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi waktu tempuh bagi pengguna elevator, dengan menghitung waktu tempuh (*round trip times*) dan waktu tunggu yang ditinjau dari daya angkut (*handling capacity*) serta kecepatan elevator area *West Mall Grand Indonesia* apakah sudah sesuai dengan ketentuan dan perencanaan atau belum.

METODE

Jenis penelitian yaitu kualitatif dengan pendekatan studi pustaka (Darmalaksana, 2020; Rijal, 2021). Pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder elevator

Arjuna. Kemudian data survei langsung diolah untuk mengetahui waktu tempuh dan waktu tunggu elevator yang ditinjau dari daya angkut serta kecepatan elevator area *West Mall Grand Indonesia*. Dari hasil pengolahan data tersebut selanjutnya dilakukan evaluasi menggunakan SNI 03-6573-2001 dan standard perhitungan sebagai acuannya sehingga bisa didapatkan kesimpulan pada penelitian ini serta saran untuk penelitian selanjutnya. Data penelitian berupa data primer dan data sekunde (Sugiyono, 2019)r. Data Sekunder adalah gambar struktur bangunan area *West Mall, Elevator Plan*, serta data kecepatan dan kapasitas elevator Arjuna di *Mall Grand Indonesia*. Data Primer dengan menggunakan data hasil survey langsung. Survey langsung dimulai dengan melakukan perhitungan selama 14 hari pada Elevator Arjuna Area *West Mall* dengan waktu senin-minggu di *Mall Grand Indonesia*. Waktu pelaksanaan survey dilaksanakan saat jam sibuk operasional dimana pada *weekdays* dimulai dari jam 15.00-18.00 dan pada *weekends* dari jam 15.00-20.00. Perhitungan dimulai dari pemanggilan elevator saat pengunjung mulai menekan tombol, sampai elevator tiba dan pintu elevator terbuka pada lantai terbawah dimana pengunjung tersebut berada. Elevator Arjuna sendiri beroperasi pada total 8 lantai yaitu: LG-G-UG-Lantai 1-Lantai 2-Lantai 3-Lantai 3A-Lantai 5. Hasil dari data-data yang sudah didapatkan menggunakan rumus perhitungan yang sudah ditentukan.

1. Kecepatan dan Kapasitas Elevator

Data kecepatan dan kapasitas elevator Arjuna pada area *West Mall* di *Grand Indonesia* didapatkan dari pihak perusahaan.

2. Waktu Tunggu Elevator

Waktu tunggu elevator Arjuna termasuk ke dalam data yang didapatkan dari pelaksanaan survei langsung. Untuk menghitung waktu tunggu rata-rata elevator dapat menggunakan cara yaitu total perhitungan waktu tunggu dalam satu hari dijumlahkan lalu dibagi dengan total jumlah waktunya sehingga didapatkan hasil waktu tunggu rata-rata per hari. Kemudian dari hasil tersebut dilakukan perbandingan dengan asumsi waktu tunggu rata-rata pada *mall* menurut SNI 03-6573-2001 dengan menggunakan Persamaan 1.

$$WTR = \frac{TLNT}{N} \leq \text{kriteria (detik)} \dots \dots \dots (1)$$

3. Daya Angkut Elevator

Untuk menghitung daya angkut elevator Arjuna dibutuhkan data bangunan berupa kapasitas elevator yang didapatkan dari pihak perusahaan serta hasil perhitungan waktu tunggu rata-rata elevator dari pelaksanaan survei langsung. Berdasarkan buku *Utilitas Bangunan* (Tangoro, 2016) digunakan rumus Persamaan 2.

$$M = \frac{5 \times 60 \times m \times N}{T} \dots\dots\dots(2)$$

4. Waktu Tempuh

Waktu tempuh elevator Arjuna termasuk kedalam data yang didapatkan dari pelaksanaan survei langsung. Total waktu tempuh elevator yang sudah didapatkan kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan waktu tempuh berdasarkan buku *Utilitas Bangunan* (Tangoro, 2016) yang menggunakan rumus Persamaan 3.

$$T = \frac{(2h+4s)(n-1) + s(3m+4)}{s} \text{ detik} \dots\dots\dots(3)$$

5. Beban Puncak Elevator

Dalam menghitung beban puncak elevator Arjuna juga diperlukan data bangunan berupa luas netto gedung area *West Mall*, total lantai elevator Arjuna, luas netto per orang, kapasitas elevator Arjuna, dan persentase jumlah penghuni gedung yang diperhitungkan beban puncak yang didapatkan dari perusahaan. Berdasarkan buku *Utilitas Bangunan* (Tangoro, 2016) digunakan rumus Persamaan 4.

$$L = \frac{P(2a-3mN)n}{2a''} \dots\dots\dots(4)$$

6. *Stopping Time*

Stopping time merupakan waktu yang dibutuhkan penumpang untuk menunggu elevator yang baru berangkat hingga kembali lagi. *Stopping time* terdiri dari jumlah total dari *door time* dan *trans time* kemudian dikalikan dengan *probable stop*. Waktu kerja pintu dapat dilihat dari SNI 03-6573-2001 menyesuaikan dengan ukuran lebar pintu elevator Arjuna.

7. *Running Time*

Perhitungan waktu gerak (*running time*) ada 2 keadaan yang perlu diperhatikan yaitu:

Jika jarak lintas lebih besar dari jump, maka Running time, $R T = (D-d)/s + t$

a. Jika jarak lintas lebih kecil dari jump, maka

$$\text{Running time, } RT = 2 \times \sqrt{(D/a)}$$

a, D dan t dapat diketahui dari Tempo Loncatan yang dapat dilihat pada SNI 03-6573-2001 menyesuaikan dengan kecepatan elevator Arjuna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan dan Kapasitas Elevator

Elevator pengunjung Arjuna area *West Mall* di *Grand Indonesia* terdiri dari 3 unit elevator, namun 1 unitnya sedang dalam masa perbaikan sehingga tersisa 2 unit yang beroperasi. Dari 2 unit tersebut terdapat 2 merk mesin yang berbeda, yaitu mesin lama dengan tipe X1-01 dan mesin baru dengan tipe Y1-03. Adapun data kecepatan dan kapasitas elevator area *West Mall* yang dapat dilihat pada Gambar 4.

NO	CODE ELEVATOR	SPEED (mpm)	KAPASITAS	FLOOR STOP	TIPE	TRAVEL DISTANCE (mm)
1	API 01	150 mpm	20 orang 1350 kg	12 stop	X1-01	49,700
2	API 02	150 mpm	20 orang 1350 kg	12 stop	X1-02	49,700
3	API 03	150 mpm	20 orang 1350 kg	12 stop	Y1-03	49,700
4	AP2 01	150 mpm	20 orang 1350 kg	15 stop	Y2-01	59,300
5	AP2 02	150 mpm	20 orang 1350 kg	15 stop	Y2-02	59,300
6	AP2 03	150 mpm	20 orang 1350 kg	15 stop	Y2-03	59,300
7	AP3 01	90 mpm	24 orang 1600 kg	6 stop	Y3-01	25,400
8	AP3 02	90 mpm	24 orang 1600 kg	6 stop	Y3-02	25,400

Gambar 1. Data Kecepatan dan Kapasitas Elevator

Waktu Tunggu Elevator

Perhitungan dilakukan setiap 5 menit sekali dengan waktu *weekdays* dari jam 15.00-18.00 dan *weekends* dari jam 15.00 - 20.00. Hasil perhitungan waktu tunggu rata-rata per hari pada elevator pengunjung Arjuna area *West Mall* di *Grand Indonesia* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. WTR Elevator Arjuna

Hari ke-	Tanggal	Event/Acara	WTR Elevator (detik)
Hari ke-1	19-08-2023	<i>Midnight Sale</i>	130,3
Hari ke-2	20-08-2023	-	146,24
Hari ke-3	21-08-2023	-	148,75
Hari ke-4	22-08-2023	-	99,453
Hari ke-5	23-08-2023	-	89,086
Hari ke-6	24-08-2023	-	81,25
Hari ke-7	25-08-2023	-	79,639
Hari ke-8	26-08-2023	<i>Event Samsung</i>	224,2
Hari ke-9	27-08-2023	<i>Event Samsung</i>	183,115
Hari ke-10	28-08-2023	-	81,665
Hari ke-11	29-08-2023	-	87,514
Hari ke-12	30-08-2023	-	101,5
Hari ke-13	31-08-2023	-	96,082

Hari ke-14	01-09-2023	-	145,16
Jumlah waktu tunggu rata-rata			120,997

Dari hasil perhitungan waktu tunggu rata-rata yang dilakukan pada elevator tersebut, dimasukkan kedalam rumus sehingga diketahui bahwa:

$$WTR = TLNT/N \leq \text{kriteria (detik)}$$

Keterangan:

WTR = Waktu Tunggu Rata-rata elevator

TLNT = Tempo Lintas Naik Turun elevator

N = Jumlah elevator

Sehingga:

$$WTR = 120,997 \text{ detik} > 60 \text{ detik}$$

Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa Waktu Tunggu Rata-Rata Elevator tidak memenuhi asumsi standard waktu tunggu rata-rata yaitu 40-60 detik pada bangunan gedung menurut SNI-03-6573-2001.

Daya Angkut Elevator

Daya Angkut elevator pengunjung dalam 5 menit jam-jam sibuk dapat diperhitungkan dengan rumus berikut:

$$M = \frac{5 \times 60 \times m \times N}{T}$$

$$M = \frac{300 \times m \times N}{T}$$

Diketahui:

m = 20 orang

N = 2 unit

T = 120,997 detik

Sehingga:

$$M = \frac{300 \times 20 \times 2}{120,997 \text{ detik}}$$

M = 100 orang.

Dari perhitungan di atas, didapatkan hasil dari perhitungan daya angkut untuk 2 unit elevator pengunjung dengan waktu tunggu rata-rata 120,997 detik mampu mengangkut sebanyak 100 orang dalam 5 menit saat jam-jam sibuk.

Waktu Tempuh Elevator

Perhitungan dilakukan mulai dari lantai terbawah sampai dengan lantai teratas dan begitu juga sebaliknya dengan total 8 lantai yaitu: LG-G-UG-Lantai 1-Lantai 2-Lantai 3-Lantai 3A-Lantai 5. Untuk menghitung waktu perjalanan bolak-baliknya, digunakan alat bantu penghitung manual (*manual handly tally counter*). Hasil perhitungan waktu tempuh elevator Arjuna dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Tempuh Elevator

Nama Lantai	Waktu perjalanan (detik)	Nama Lantai	Waktu perjalanan (detik)
Lower Ground (LG)	10	Lantai 5	10
Ground (G)	10	Lantai 3A	10
Under Ground (UG)	10	Lantai 3	10
Lantai 1	10	Lantai 2	10
Lantai 2	10	Lantai 1	10
Lantai 3	10	Under Ground (UG)	10
Lantai 3A	10	Ground (G)	10
Lantai 5	10	Lower Ground (LG)	10
Total waktu =	80 detik	Total waktu =	80 detik

Dari perhitungan diatas, didapatkan hasil rata-rata waktu tempuh elevator Arjuna area *West Mall* yaitu 80 detik. Kemudian dilakukan perbandingan hasil rata-rata waktu tempuh elevator dengan perhitungan menggunakan rumus dengan data-data untuk menghitung waktu tempuh elevator antara lain:

- a. Jarak antar lantai LG, G, UG = 5,2 meter
- b. Jarak antar lantai 1,2,3,3A dan 5 = 4,8 meter
- c. Kecepatan elevator = 2,5 mps
- d. Kapasitas elevator = 20 orang
- e. Jumlah lantai elevator = 8 lantai

Sehingga:

$$T = \frac{(2h+4s)(n-1) + s(3m+4)}{s}$$

$$T = \frac{((2 \times 5,2) + (4 \times 2,5))(8-1) + 2,5((3 \times 20) + 4)}{2,5}$$

$$T = \frac{302,8}{2,5}$$

$$T = 121,12 \text{ atau } 121 \text{ detik.}$$

Dari perhitungan di atas, diketahui bahwa elevator pengunjung Arjuna dengan jumlah 8 lantai, mempunyai kapasitas elevator 1350 kg, dan kecepatan elevator 2,5 mps membutuhkan waktu tempuh yaitu 121 detik sehingga jika dibandingkan dengan hasil

survey waktu tempuh elevator yaitu 80 detik, maka dapat disimpulkan bahwa waktu tempuh dalam perhitungan menggunakan rumus hasilnya lebih lambat dibandingkan dengan hasil waktu tempuh dalam survey langsung pada elevator Arjuna di area *West Mall Grand Indonesia*.

Beban Puncak Elevator

Data-data yang dibutuhkan untuk menghitung beban puncak elevator pengunjung antara lain:

- a. Luas netto Gedung Area *West Mall* = $19.273 \text{ m}^2 \times 85\% = 16.382 \text{ m}^2$
- b. Total Lantai Elevator Arjuna Area *West Mall* = 8 lantai
- c. Luas netto per orang = $5 \text{ m}^2/\text{orang}$ (asumsi mall)
- d. Kapasitas elevator = 20 orang
- e. Persentase jumlah penghuni gedung yang diperhitungkan beban puncak = 5% (asumsi mall) = 0,05

Sehingga:

$$L = \frac{P(2a-3mN)n}{2a''}$$

$$L = \frac{0,05(2 \times 16.382 - 3 \times 20 \times 2) \times 8}{2 \times 5}$$

$$L = \frac{0,05 \times 32.764 \times 8 - 0,05 \times 3 \times 20 \times 2 \times 8}{2 \times 5}$$

$$L = \mathbf{2.616 \text{ orang.}}$$

Dari perhitungan di atas, disimpulkan bahwa area *West Mall* yang memiliki elevator Arjuna mempunyai total 8 lantai, luas netto per orang menggunakan asumsi $5 \text{ m}^2/\text{orang}$, kapasitas elevatornya 20 orang mendapatkan hasil perhitungan beban puncak elevator pada jam sibuk yaitu 2.616 orang.

Perhitungan Analisis Pergerakan

Analisis Pergerakan merupakan suatu metode atau cara untuk menganalisa jumlah penumpang per satuan waktu yang bergerak dengan tujuan arah tertentu.

Jumlah Penghuni Bangunan (PB)

Luas netto Gedung Area *West Mall*

$$= 19.273 \text{ m}^2 \times 85\%$$

$$= 16.382 \text{ m}^2$$

Jumlah Pengunjung (PB)

$$= 16.382 \text{ m}^2 : 5 \text{ m}^2$$

= 3.366 orang

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa jumlah maksimal pengunjung pada area *West Mall* di *Grand Indonesia* secara teori yaitu 3.366 orang. Namun, pada data yang didapatkan berdasarkan hasil beban puncak elevator di jam-jam sibuk sebesar 1.308 orang. Menurut SNI-03-6573-2001 untuk asumsi menggunakan hotel berbintang memiliki pola kesibukan pada tengah hari dengan tuntutan arus sirkulasi sebesar 10% sehingga:

$$\begin{aligned}PDT &= TAS \times \text{Jumlah Penghuni} \\ &= 10\% \times 1.308 \text{ orang} \\ &= 131 \text{ orang per 5 menit}\end{aligned}$$

Diketahui:

Kapasitas Elevator = 1.350kg (20 orang)

Kecepatan = 150 mpm atau 2,5 mps

Muatan Nominal 80% (P) = 16 orang

Jumlah lantai (LT) = 8 lantai

Round Trip Time = 80 detik

Jumlah elevator = 2 unit

Berdasarkan data kondisi eksisting dilakukan perhitungan tuntutan arus sirkulasi pada elevator Arjuna area *West Mall* di *Grand Indonesia* maka:

$$\begin{aligned}UHC &= \frac{300 \times p}{RTT} \\ &= \frac{300 \times 16}{80} \\ &= 60 \text{ orang /5 menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}AWT &= RTT/N \\ &= 80/2 \\ &= 40 \text{ detik} < 60 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}GHC &= UHC \times N \\ &= 60 \times 2 \\ &= 120 \text{ orang/5 menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Group handling capacity} &= \frac{GHC}{PT} \times 100\% \\ &= \frac{120}{1308} \times 100\% \\ &= 9,17 \% < 10\%\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas elevator yang tersedia sejumlah 2 unit dengan spesifikasi kapasitas 1.350 kg (20 orang) dengan kecepatan 150 m/m memiliki waktu tunggu rata-rata 40 detik **memenuhi** standar dikarenakan menurut SNI 03-6573-2001 waktu tunggu rata-rata maksimal sebesar 40 – 60 detik. Daya angkut gabungan sebesar 120 orang dengan persentase 9,17% **tidak memenuhi** standar dikarenakan menurut SNI 03-6573-2001 yaitu untuk asumsi menggunakan hotel berbintang tuntutan arus sirkulasi minimalnya sebesar 10% sehingga dilakukan perhitungan alternatif.

Analisis Kebutuhan Elevator

Perhitungan *Stopping Time*

Diketahui:

Kapasitas Elevator	= 1.350 kg (20 orang)
Kecepatan	= 150 m/m atau 2,5 m/s
Jenis dan Lebar Pintu	= 2 Center Opening dan 900 mm
Waktu Buka Pintu (WBP)	= 3,6 detik
Muatan Nominal 80% (P)	= 16 orang
Jumlah lantai (LT)	= 8 lantai

Terkaan jumlah hentian (SP)

$$= (LT-1) - (LT-1) \times \left(\frac{LT-1}{LT-1}\right)^P$$

$$= 7 - 7 \times \left(\frac{7-1}{7}\right)^{16}$$

$$= 6,41 \text{ kali}$$

$$\begin{aligned} \text{Trans time at main (TAM)} &= 1,0 \times \text{penumpang} \\ &= 1,0 \times 16 \\ &= 16 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trans time except main (TEM)} &= 2,0 \times \text{SP} \\ &= 2,0 \times 6,41 \\ &= 12,82 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Door time (DT)} &= \text{SP} \times \text{WBP} \\ &= 6,41 \times 3,6 \\ &= 23,08 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toleransi 10\%} &= (16 + 12,82 + 23,08) \times 10\% \\ &= 5,19 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\text{Total stopping time (ST)} = 60,69 \text{ detik}$$

Maka total waktu yang dibutuhkan elevator untuk berhenti pada perhitungan alternatif 2 yaitu 60,69 detik. Hasil perhitungan *Stopping Time* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Stopping Time

Kapasitas Daya Angkut	Speed	Muatan Nominal (a x 80%)	Stopping Time						Total
			SP	TAM	TE M	WT B	Door Time	Toleransi 10%	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
(kg)	(orang)	(orang)	Kali	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)
1.350	20	150	16	6,4	12,82	3,6	23,08	5,19	60,69

Perhitungan *Running Time*

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \text{Rise per probable stop (D) Naik} &= \frac{H}{SP} \\
 &= \frac{39,6}{6,41} \\
 &= 6,18 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Turun} &= \frac{H}{SP} \\
 &= \frac{39,6}{1} \\
 &= 39,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LRT Naik} &= \left(\frac{D-d}{v}\right) + \text{Jumptime} \\
 &= \left(\frac{6,18-5,2}{2,5}\right) + 4,2 \\
 &= 4,59 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\text{SP} \times \text{LRT}) &= 6,41 \times 4,59 \\
 &= 29,42 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ERT Turun} &= \left(\frac{D-d}{v}\right) + \text{Jumptime} \\
 &= \left(\frac{39,6-5,2}{2,5}\right) + 4,2 \\
 &= 17,96 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (1 \times \text{ERT}) &= 1 \times 17,96 \\
 &= 17,96 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total running time (RT)} &= 29,42 + 17,96 \\ &= 47,38 \text{ detik} \end{aligned}$$

Maka total waktu yang dibutuhkan elevator melakukan perjalanan pada perhitungan alternatif 2 yaitu 47,38 detik. Hasil perhitungan *Running Time* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Running Time*

Kapasitas Daya Angkut	Speed	Muatan Nominal (a x 80%)	SP	Running Time						
				Rise Per Probable Stop (D)		Local Running Time		Ekspress Running Time		Total
				(tinggi lantai/d)		(D-SP)/Jump time	(f x d)	(D-SP)/Jump time	(1xh)	(g+i)
				naik	turun					
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	
(kg)	(orang)	(m/menit)	(orang)	(kali)	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)
1.350	20	150	16	6,41	6,18	39,6	4,59	29,42	17,96	47,38

Perhitungan Jumlah Unit dan Tuntutan Sirkulasi

$$\begin{aligned} \text{Round trip time (RTT)} &= 47,38 + 60,96 \\ &= 108,07 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Unit handling capacity} &= \frac{300 \times p}{RTT} \\ &= \frac{300 \times 18}{108,07} \\ &= 44 \text{ orang /5 menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan lift (N)} &= \frac{TAS}{UHC} \\ &= \frac{131}{44} \\ &= 3 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Average waiting time} &= RTT / N \\ &= 108,07 / 3 \\ &= 36,02 \text{ detik} < 60 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Group handling capacity} &= UHC \times N \\ &= 44 \times 3 \\ &= 132 \text{ orang/5 menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Group handling capacity} &= \frac{GHC}{PT} \times 100\% \\
 &= \frac{132}{1308} \times 100\% \\
 &= 10,09 \% > 10\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas elevator yang dibutuhkan sejumlah 3 unit dengan spesifikasi kapasitas 1.350 kg (20 orang) dengan kecepatan 150 m/m memiliki waktu tunggu rata-rata 36,02 detik **memenuhi** standar dikarenakan menurut SNI 03-6573-2001 waktu tunggu rata-rata maksimal sebesar 40 – 60 detik. Daya angkut gabungan sebesar 132 orang dengan persentase 10,9% **memenuhi** standar dikarenakan menurut SNI 03-6573-2001 yaitu untuk asumsi menggunakan hotel berbintang tuntutan arus sirkulasi minimalnya sebesar 10 %. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Jumlah Unit dan Tuntutan Sirkulasi

Kapasitas Daya Angkut	Speed	Muatan Nominal (a x 80%)	Jumlah Kebutuhan Elevator								
			Total Stopping Time	Total Running Time	Round Trip Time	Unit Handling Capacity/5 menit	Jumlah Unit (N)	Waktu Tunggu Rata-rata	Group Handling Capacity	Group Handling Capacity	
			(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	
(kg)	(orang)	m/menit	(orang)	(detik)	(detik)	(detik)	(orang)	(unit)	(detik)	(orang)	(%)
1.350	20	150	16	-	-	80	60	2	40	120	9,17
1.350	20	150	16	47,38	60,69	108,07	44	3	36,02	132	10,09

SIMPULAN

Diketahui hasil waktu tempuh elevator Arjuna berdasarkan survey langsung membutuhkan waktu 80 detik, sedangkan pada hasil perhitungan waktu tempuh alternatif menggunakan SNI 03-6573-2001 membutuhkan waktu 108,07 detik sehingga jika dibandingkan dapat disimpulkan bahwa hasil evaluasi waktu tempuh berdasarkan SNI 03-6573-2001 lebih lambat dibandingkan dengan hasil evaluasi waktu tempuh berdasarkan survey langsung. Elevator yang beroperasi saat ini hanya 2 unit sehingga didapatkan hasil waktu tunggu rata-rata pada tiap unitnya yaitu 120,997 detik dengan daya angkut dalam 5 menit mencapai 100 orang serta hasil tuntutan arus sirkulasinya yaitu 9,17% sedangkan tuntutan arus sirkulasi minimal menurut SNI 03-6573-2001 yaitu 10% sehingga disimpulkan bahwa hasilnya tidak memenuhi ketentuan. Kemudian dilakukan alternatif perhitungan dan diketahui bahwa kebutuhan elevator yang optimal ialah 3 unit dan didapatkan hasil perhitungan waktu tunggu rata-rata pada tiap unitnya

yaitu 36,02 detik dengan daya angkut dalam 5 menit mencapai 132 orang serta hasil tuntutan sirkulasinya yaitu 10,09% yang berarti telah memenuhi ketentuan.

DAFTAR RUJUKAN

- Adiyatama, I. (2019). Pengaruh Kepemimpinan, Motivasi, Dan Kompensasi Terhadap Disiplin Kerja Karyawan Pada Pt. Perkebunan Nusantara Iv Medan. *Skripsi Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara*, 1–122.
- Afifah, A. F., Herlintang, T., Ratna, D., & Hartono, N. (2017). Analisa Kebutuhan Dan Manajemen Pemeliharaan Elevator Pada Gedung Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 22(1), 17–28.
- Al-Kodmany, K. (2023). Smart Elevator Systems. *Journal of Mechanical Materials and Mechanics Research*, 6(1). <https://doi.org/10.30564/jmmmr.v6i1.5503>
- Amin, J., & Bararah, K. (2021). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. *Tameh: Journal of Civil Engineering*, 10(1). <https://doi.org/10.37598/tameh.v10i1.127>
- Chu, T. H., Chao, C. M., Liu, H. H., & Chen, D. F. (2022). Developing an Extended Theory of UTAUT 2 Model to Explore Factors Influencing Taiwanese Consumer Adoption of Intelligent Elevators. *SAGE Open*, 12(4). <https://doi.org/10.1177/21582440221142209>
- Darmalaksana, W. (2020). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan. *Pre-Print Digital Library UIN Sunan Gunung Djati Bandung*.
- Duan, X., Zhi, P., Zhu, W., & Wei, H. (2023). Fuzzy adaptive PID speed controller design for modern elevator traction machine. *Energy Reports*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.04.262>
- Fang, H., Qiu, H., Lin, P., Lo, S. M., & Lo, J. T. Y. (2022). Towards a Smart Elevator-Aided Fire Evacuation Scheme in High-Rise Apartment Buildings for Elderly. *IEEE Access*, 10. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3201516>
- Guo, Z., Xiao, G., Du, J., Cui, W., Li, B., & Xiao, D. (2023). A dynamic model for elevator operation-induced spread of a respiratory infectious disease in an apartment building. *Heliyon*, 9(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13612>
- Laakkonen, M. P., & Kivivirta, V. (2024). Elevators as media objects manipulating information in time. *New Media and Society*, 26(2). <https://doi.org/10.1177/14614448211067460>
- Mossberg, A., Nilsson, D., & Frantzich, H. (2022). Evaluating new evacuation systems related to human behaviour using a situational awareness approach – A study of the implementation of evacuation elevators in an underground facility. *Fire Safety Journal*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2022.103693>
- Palacín, J., Bitriá, R., Rubies, E., & Clotet, E. (2023). A Procedure for Taking a Remotely Controlled Elevator with an Autonomous Mobile Robot Based on 2D LIDAR. *Sensors*, 23(13). <https://doi.org/10.3390/s23136089>
- Rijal, Mu. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *Humanika*, 21(1), 33–54.

- Robal, T., Reinsalu, U., & Leier, M. (2021). Towards personalized elevator travel with smart elevator system. *Baltic Journal of Modern Computing*, 8(4). <https://doi.org/10.22364/BJMC.2020.8.4.12>
- Sebayang, E. M., Rahardjo, H. A., & Dinariana, D. (2018). Pengelolaan Risiko Proyek Gedung Bertingkat Pada PT. XYZ Di Jakarta terhadap Kinerja Waktu. *Jurnal Teknik Sipil*, 25(3). <https://doi.org/10.5614/jts.2018.25.3.8>
- SNI-03-6573-2001. (2003). Tata Cara Perancangan Sistem Transportasi Vertikal. *International Journal of Physiology*, 6, 140–141.
- Sugiyono, P. D. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. 334.
- Sutarti. (2016). Deteksi Lokasi Objek Dalam Gedung Berbasis IEEE 802.11 Menggunakan Metode K-Nn. *Jurnal PROSISKO*, 3(2).
- Tangoro, D. (2016). Utilitas Bangunan. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.