

Analisis Kebutuhan Motor Listrik untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Tunggu Elevator

Deni Almanda¹, Ilham Taqwa Ramadhan²

¹⁾²⁾ Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27

email: ¹⁾ 2015420041@ftumj.ac.id, ²⁾ deni.almanda@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi serta banyaknya Gedung bertingkat pada zaman sekarang ini, mengakibatkan alat transportasi vertikal atau yang biasa dikenal dengan nama elevator/lift sangat dibutuhkan sebagai sarana transportasi pada Gedung bertingkat. Elevator atau lift digunakan untuk mengefisienkan waktu, jarak tempuh, dan tenaga bagi pengguna untuk menuju setiap lantai dalam gedung. Penelitian ini menggunakan beberapa metode antara lain study literature, observasi, interview. Speed lift ditentukan berdasarkan waktu tunggu lift yang dibutuhkan pada Gedung bertingkat dan mengacu pada data SNI, sehingga diharapkan akan mempermudah dalam menganalisisnya. Dari hasil analisis untuk meningkatkan efisiensi waktu tunggu lift perlu menghitung ulang kebutuhan motor listrik yang digunakan, karena motor listrik sebagai mesin utama penggerak lift dan alat pengangkut beban sehingga besarnya daya motor listrik akan sangat mempengaruhi kapasitas orang yang di angkut dan waktu tempuhnya. Dengan speed lift yang disarankan 4 m/s akan mempersingkat waktu tunggu lift sebesar 12%, waktu perjalanan bolak-balik 11%, meningkatnya daya angkut 13% dan membutuhkan kapasitas daya motor listrik sebesar 39,5 kW. [1]

Kata kunci : Elevator, perencanaan, alat transportasi vertikal, motor listrik

ABSTRACT

The development of science and technology as well as the number of high-rise buildings in this day and age, resulted in vertical transportation equipment or commonly known as elevators / elevators are needed as a means of transportation in high-rise buildings. Elevators or lifts are used to streamline the time, distance, and energy for users to get to each floor in the building. This study uses several methods including literature study, observation, interviews. The lift speed is determined based on the waiting time for the lift required in a multi-storey building and refers to SNI data, so it is hoped that it will make it easier to analyze it. From the results of the analysis to improve the efficiency of the elevator waiting time, it is necessary to recalculate the need for the electric motor used, because the electric motor is the main engine driving the elevator and the load-carrying tool so that the magnitude of the electric motor power will greatly affect the capacity of the people being transported and the travel time. With the recommended speed lift of 4 m/s, it will shorten the lift waiting time by 12%, the round trip time by 11%, the increase in carrying capacity by 13% and requires an electric motor power capacity of 39.5 kW. [1]

Keywords: Elevator, planning, vertical transportation, electric motor

1 PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya ilmu pengetahuan teknologi dan untuk memfasilitasi aktifitas manusia di bangunan bertingkat, dibutuhkan alat transportasi pada gedung yang biasa kita kenal dengan elevator/lift.

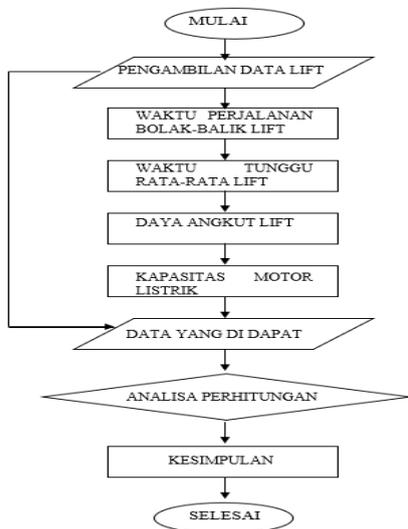
Elevator atau lift adalah alat transportasi yang digunakan untuk mengefisienkan waktu, jarak tempuh, dan tenaga bagi pengguna untuk menuju setiap lantai dalam gedung. Elevator merupakan alat transportasi alternatif untuk menuju setiap lantai pada gedung. Elevator digunakan sebagai alat transportasi manusia pada Gedung, elevator dilengkapi dengan SANGKAR (CAR) dan digerakkan dengan bantuan

motor listrik serta dapat dikendalikan dengan kemauan penggunanya. Berdasarkan observasi penggerak utama elevator/lift adalah motor listrik, motor listrik sebagai alat pengangkut beban sehingga besarnya daya motor listrik akan sangat mempengaruhi kapasitas orang yang di angkut dan waktu tempuh nya. Dari penjelasan tersebut mendorong penulis untuk mengkaji ulang perhitungan kebutuhan motor listrik yang digunakan. Dengan maksud tersebut maka peneliti memilih judul dalam penelitian ini yaitu “**Analisis Kebutuhan Motor Listrik Untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Tunggu Elevator**”.

Diharapkan hasil dari penelitian ini bisa menjamin kenyamanan, kelayakan pengguna elevator Gedung peekantoran tersebut. [2]

2 METODOLOGI

Flowchart Analisa Keebutuhan Motor Listrik

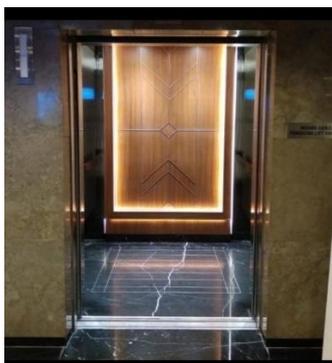


Gambar 1. Flowchart metode penelitian

Skematik Pengujian

Pengujian diambil dengan 3 tahap pengambilan data yaitu:

- 1 Pada pengujian tahap pertama saat beban atau kapasitas pada sangkar lift (0%) pengambilan data dan pengukuran diambil sebanyak dua kali yaitu pada saat posisi elevator berjalan dari lantai dasar menuju lantai teratas dan pada saat posisi lift di lantai teratas menuju lantai dasar.



Gambar 2. Kapasitas beban 0%

Tabel 1. Pengukuran Beban 0%

Car Load	Dir	Motor Current		Source Voltage		Frekuensi	
		Start	Run	Start	Run	Start	Run
0	Up	16,1 A	27,0 A	385 VAC	389 VAC	0	25,46 Hz
	Dn	48,2 A	34,1 A	364 VAC	368 VAC	0	25,46 Hz

- 2 Pada pengujian tahap kedua saat beban atau kapasitas pada sangkar lift (50%), pengambilan data dan pengukuran diambil sebanyak dua kali yaitu pada saat posisi elevator berjalan dari lantai dasar menuju lantai teratas dan pada saat posisi lift dilantai teratas menuju lantai dasar.

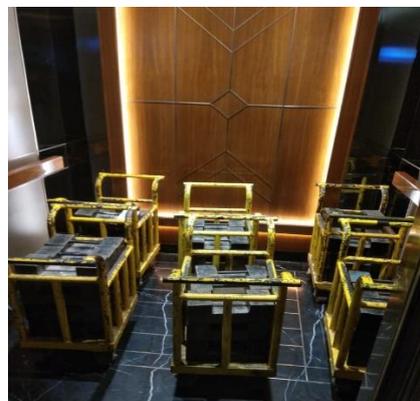


Gambar 3. Kapasitas beban 50%

Tabel 2. Hasil Pengukuran beban 50%

Car Load	Dir	Motor Current		Source Voltage		Frekuensi	
		Start	Run	Start	Run	Start	Run
50	Up	16,8 A	3,0 A	375 VAC	380 VAC	0	25,46 Hz
	Dn	17,1 A	3,5 A	344 VAC	379 VAC	0	25,46 Hz

- 3 Pada pengujian tahap ketiga saat beban atau kapasitas pada sangkar lift (100%), pengambilan data dan pengukuran diambil sebanyak dua kali yaitu pada saat posisi elevator berjalan dari lantai dasar menuju lantai teratas dan pada saat posisi lift dilantai teratas menuju lantai dasar.

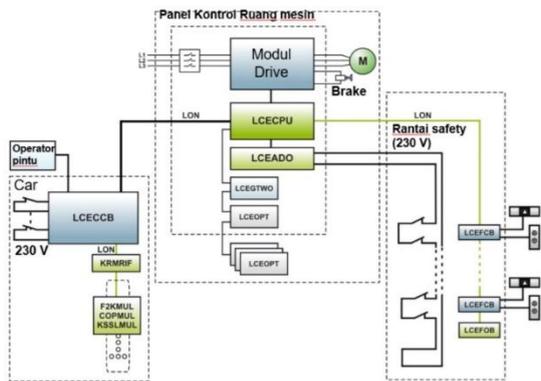


Gambar 4. Kapasitas beban 100%

Tabel 3. Pengukuran beban 100%

Pengukuran Arus Motor								
Car Load		Dir	Motor Current		Source Voltage		Frekuensi	
%	kg		Start	Run	Start	Run	Start	Run
100	1600	Up	51,5 A	37,0 A	365 V _{AC}	368 V _{AC}	0	25,46 Hz
		Dn	14,2 A	29,5 A	374 V _{AC}	379 V _{AC}	0	25,46 Hz

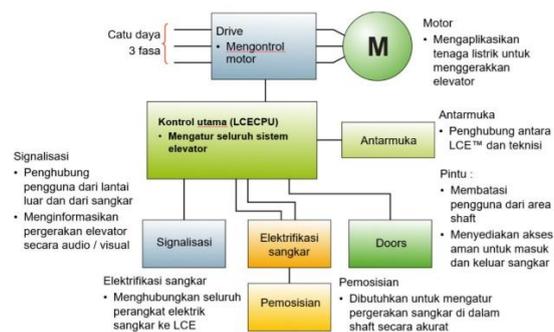
Sistem Instalasi Komunikasi Lift



Gambar 5. Blok diagram Sistem Komunikasi Lift

Proses terjadinya penumpang menggunakan lift:

- Penumpang tab akses/tombol landing pada area luar elevator yang akan di terima oleh LCEFCB, LCEFCB akan mengirim sinyal ke LCECPU & LCEGTW untuk menghubungkan landing call elevator ke elevator lainnya & menentukan elevator yang terdekat dan searah dengan penumpang yang memanggil elevator.
- LCECPU akan mengontrol elevator terdekat dan searah menuju panggilan. [3]
- LCECCB akan mengirim perintah ke door motor untuk membuka pintu elevator & penumpang memasuki elevator.
- Penumpang menekan tombol lantai tujuan dan mengirim sinyal ke LCECCB dan LCECCB akan mengirim perintah ke door motor untuk menutup pintu, setelah menutup pintu LCECCB akan mengirim sinyal ke LCECPU.
- LCECPU akan mengontrol jalannya elevator menuju lantai tujuan.
- LCECCB akan mengirim perintah ke door motor untuk membuka pintu.
- LCECPU merupakan control seluruh system elevator yang berkomunikasi untuk mengirim dan menerima informasi dengan banyak perangkat dalam unitnya seperti pada gambar:



Gambar 6. Sistem Komunikasi Lift

Perhitungan dan Analisis Data

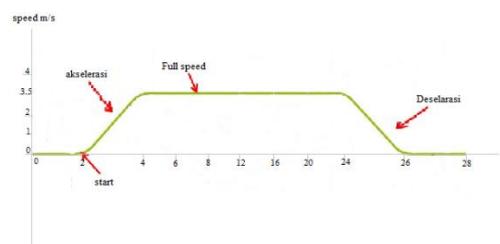
Setelah dilakukan observasi dan pengambilan data maka data dikelola untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Setelah mendapat hasil yang sesuai data akan dianalisis untuk mendapatkan penyelesaian untuk meningkatkan efisiensi waktu tunggu elevator. Elevator/lift pada Gedung District 8 di jalan Sudirman Jakarta akan lebih optimal jika menggunakan elevator/lift dengan kecepatan 4 m/s.

Teknik Analisis

Analisis pada penelitian ini dengan cara pengambilan data pengukuran dan hasil pengujian yang diperhatikan dari sifat lift bekerja. Tolak ukur keberhasilan dalam penelitian ini adalah hasil dari waktu perjalanan bolak-balik (*Round Trip Time*) dan waktu tunggu (*Waiting Time*) yang lebih baik. [4]

3 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA Performa Elevator/Lift

Pada saat pengoperasian naik dan turun akselerasi/diakselerasi



Gambar 7. Performa Elevator.

Pada pengoperasian lift, kecepatan lift ditentukan dan dibatasi oleh control lift secara penuh. Dimulai dari start awal lift berjalan, lalu dalam keadaan full speed hingga diakselerasi sampai berhentinya lift di control penuh oleh program yang ada pada control panel lift yang terlihat pada gambar.7. [5]

Hasil Pengujian/pengukuran Lift Awal

Tabel 4. Spesifikasi Lift diawal

No	Data Lift	Nilai
1	Kapasitas Beban	1600 Kg
2	Speed	2,5 m/s
3	Jumlah Lantai	20
4	Jumlah Unit	6

Waktu Perjalanan Bolak-balik Elevator/Lift (Round Trip Time)

Round Trip Time (RTT) adalah waktu perjalanan bolak-balik dalam 1 kali perjalanan. Beberapa hal yang mempengaruhi perhitungan:

- 1 Tinggi lantai 1 ke lantai berikutnya = 4 m
- 2 Kecepatan lift yang diperhitungkan = 2,5 m/s
- 3 Kapasitas lift = 21 Orang
- 4 Jumlah lantai = 20 Lantai

Berikut Data Waktu Perjalanan Bolak-balik lift:

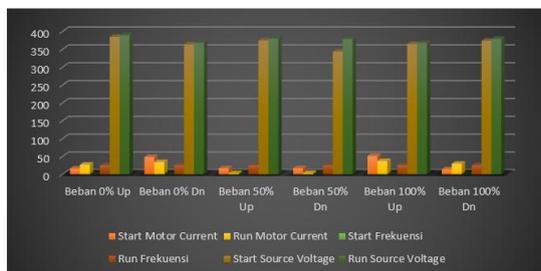
Tabel 5. Uraian waktu perjalanan lift

No	Uraian	Waktu
1	Penumpang memasuki lift	1,5 detik/Orang
2	Pintu lift menutup Kembali	2 detik
3	Pintu lift membuka di setiap lantai	2 detik
4	Penumpang meninggalkan lift di setiap lantai	1,5 detik
5	Pintu lift menutup di setiap lantai	2 detik
6	Pintu membuka di lantai dasar	2 detik

Hasil Pengujian dan Pengukuran Lift Awal

Tabel 6. Hasil pengujian dan pengukuran lift awal

Pengukuran Arus Motor								
Car Load		Dir	Motor Current		Source Voltage		Frekuensi	
%	kg		Start	Run	Start	Run	Start	Run
0	0	Up	16,1 A	27,0 A	385 VAC	389 VAC	0	25,46 Hz
		Dn	48,2 A	34,1 A	364 VAC	368 VAC	0	25,46 Hz
50	800	Up	16,8 A	3,0 A	375 VAC	380 VAC	0	25,46 Hz
		Dn	17,1 A	3,5 A	344 VAC	379 VAC	0	25,46 Hz
100	1600	Up	51,5 A	37,0 A	365 VAC	368 VAC	0	25,46 Hz
		Dn	14,2 A	29,5 A	374 VAC	379 VAC	0	25,46 Hz



Gambar 8. Grafik hasil pengukuran lift awal

Daya Angkut Lift Dalam Waktu 5 Menit

Daya angkut adalah banyaknya penumpang yang di angkut satu unit lift dalam waktu 300 detik. Beberapa hal yang mempengaruhi perhitungan :

- 1 Waktu perjalanan bolak-balik lift = 203,8 detik
 Dari data yang didapat untuk daya angkut lift dalam waktu 5 menit dengan rumus:

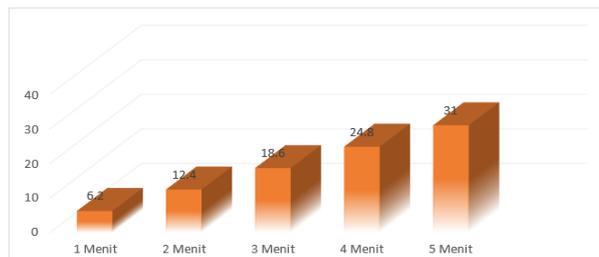
$$M = \frac{300 * M}{T}$$

$$M = \frac{300 * 21}{181}$$

$$M = 30,9 \text{ Orang}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan daya angkut 1 (satu) unit lift dalam waktu 5 (lima) menit adalah: **30,9 Orang**.

Dibulatkan menjadi: **31 Orang**.



Gambar 9. Grafik daya angkut lift

Waktu Tunggu Elevator/Lift (Waiting Time)

Berdasarkan table SNI No. 03-6573-2001 sebagai bentuk acuan standar nasional waktu tunggu lift adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Waktu tunggu lift

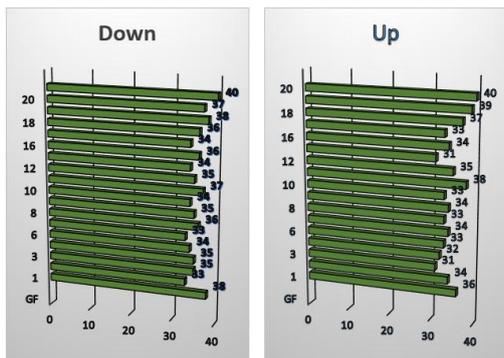
No	Bangunan	Waktu tunggu rata-rata (dalam detik)	Pola sirkulasi jam sibuk
1	Gedung kantor mewah	25 + 35	Pagi hari, naik
2	Gedung kantor komersial	25 + 35	Pagi hari, naik
3	Gedung kantor instansi	30 + 40	Pagi hari, naik
4	Hotel berbintang	40 + 60	Tengah hari, imbang
5	Hotel resort	60 + 90	Pagi hari, turun
6	Rumah sakit	40 + 60	Tengah hari, imbang
7	Apartemen	60 + 90	Pagi hari, turun
8	Gedung kuliah	40 + 90	Pagi hari, naik Tengah hari, turun

Waktu tunggu rata-rata lift selama 1 bulan (*Interval, waiting time*) pada Gedung kantor mewah adalah:

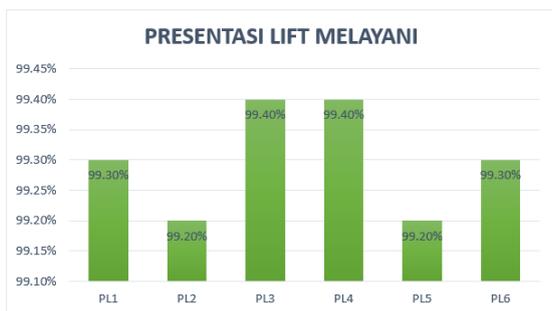
$$I = \frac{RT}{N}$$

$$I = \frac{203,8}{6} = 33,9 \text{ Detik}$$

= Dibulatkan menjadi: **34 Detik**



Gambar 10. Grafik waktu tunggu rata-rata lift



Gambar 11. Grafik presentasi lift melayani

Spesifikasi Motor Listrik yang digunakan

Besarnya daya motor listrik ditentukan dengan besarnya kapasitas beban angkut lift dan kecepatannya. Beberapa hal yang mempengaruhi

Elevator berkapasitas (daya angkut), Q = 1600 kg (21P)

Kecepatan nominal, V = 240 m/m

Power output:

$$P_o = \frac{Q(1-OB)V}{6120 \cdot \eta} = \frac{1600 \cdot (1-0.425) \cdot 150}{6120 \cdot 95\%} = 23,73 \text{ Kw}$$

Dimana:

Poutput = Daya yang di keluarkan

Q= Beban muatan nominal

V= Speed lift (mpm)

O/B = Overbalance (0.425 s/d 0.50)

6120 = Angka konversi 6120 kg m/m = 1Kw

η = Efficiency 95%

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai dari power output sebesar: **23.73 Kw**.

Power rating > Power output > Power rating adalah power pada nameplate.

Berdasarkan table MX 18 Machinery PT KONE Indo Elevator adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Spesifikasi motor listrik lift awal

Gearless Elevator Machine											
MX 18 Machinery Plate Values											
Cable	Load	V	U	I	cos	fs	Prat	Rs	Xs	n	Prat
(mm)	(kg)	(m/s)	(V)	(A)	Fl/fs	(Hz)	(KW)	Ω	Ω	(rpm)	(HP)
25	1600	2.50	308	63	0,88	25,46	25,80	0,21	1,35	127,30	34,5

Hasil Analisis Lift Baru

Menghitung Waktu Perjalanan Bolak-Balik Elevator/Lift (Round Trip Time)

Round Trip Time (RTT) adalah waktu perjalanan bolak-balik lift dalam 1 kali perjalanan. Beberapa hal yang mempengaruhi:

- 1 Tinggi lantai 1 ke lantai berikutnya = 4 m.
- 2 Kecepatan lift yang diperhitungkan = 4 m/s.
- 3 Kapasitas lift = 21 Orang.
- 4 Jumlah lantai = 20 Lantai.

Dari data yang ada bisa diperhitungkan untuk waktu perjalanan bolak-balik elevator dengan rumus berikut:

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

$$T = \frac{(2 \cdot 4 + 4 \cdot 4) \cdot (20 - 1) + 4 \cdot (3 \cdot 21 + 4)}{4(\text{detik})}$$

$$T = \frac{24 \cdot 19 + 268}{4}$$

$$T = 181 \text{ detik}$$

Dari hasil perhitungan yang didapat waktu perjalanan bolak-balik lift dalam waktu 1 kali perjalanan adalah: **181 detik**.

Menghitung Daya Angkut Lift Dalam Waktu 5 Menit

Daya angkut adalah banyaknya penumpang yang di angkut satu unit lift dalam waktu 300 detik. Beberapa hal yang mempengaruhi perhitungan:

- 1 Waktu perjalanan bolak-balik lift = 181 detik

Dari data yang didapat untuk daya angkut lift dalam waktu 5 menit dengan rumus:

$$M = \frac{300 \cdot m}{T}$$

$$M = \frac{300 \cdot 21}{181}$$

$$M = 34,8 \text{ orang}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan daya angkut 1 (satu) unit lift dalam waktu 5 (lima) menit adalah: **34,8 Orang**. [6]

Menghitung Waktu Tunggu Elevator/Lift (Waiting Time)

Waktu menunggu rata-rata (Interval, waiting time) pada Gedung kantor mewah adalah:

$$I = \frac{RT}{N}$$

$I = 181/6 = 30 \text{ detik}$ (memenuhi syarat dari standar SNI).

N= Jumlah unit lift.

Menghitung Kebutuhan Motor Listrik Lift

Besarnya daya motor listrik ditentukan dengan besarnya kapasitas beban angkut lift dan kecepatannya. Beberapa hal yang mempengaruhinya: Elevator berkapasitas (daya angkut), $Q = 1600 \text{ kg}$ (21P)

Kecepatan nominal, $V = 240 \text{ m/m}$

Power output:

$$P_o = \frac{Q(1-OB)V}{6120 \cdot \eta} = \frac{1600 \cdot (1-0.425) \cdot 240}{6120 \cdot 95\%} = 37,97 \text{ Kw}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai dari power output sebesar: **37.97 Kw**. Power rating > Power output > Power rating adalah power pada nameplate. Berdasarkan table MX 18 Machinery PT KONE Indo Elevator adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Uraian spesifikasi motor listrik

Gearless Elevator Machine											
MX 18 Machinery Plate Values											
Cable	Load	V	U	I	cos	fs	Prat	Rs	Xs	N	Prat
(mm)	(kg)	(m/s)	(V)	(A)	Fl/fs	(Hz)	(KW)	Ω	Ω	(rpm)	(HP)
25	1600	4.00	335	82,5	0,9	44,3	39,5	0,1	1,05	221	52,6

Perbandingan Hasil Analisis

Tabel 10. Perbandingan hasil analisis

No	Uraian	Perencanaan Awal	Hasil Analisis
1	Fungsi	Lift Penumpang	Lift Penumpang
2	Speed	2,5 m/s	4,0 m/s
3	Kapasitas	1600 Kg	1600 Kg
4	Jumlah Lantai	20	20
5	Waktu Perjalanan Bolak-balik (RTT)	203,8 detik	181 detik
6	Waktu Tunggu (Waiting Time)	34 detik	30 detik
7	Daya Angkut	31 Orang	35 Orang
8	Daya Motor	25,80 Kw	39,5 Kw
9	Drive	KDM 90 A	KDM 90 A



Gambar 12. Grafik perbandingan hasil analisis.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan motor listrik pada elevator/lift dapat disimpulkan bahwa:

- 1 Dengan speed lift yang disarankan akan mempersingkat waktu tunggu kurang lebih 12%, waktu perjalanan bolak-balik 11% dan

meningkatnya daya angkut penumpang sebesar 13%.

- 2 Speed lift yang disarankan adalah 240 mpm atau 4 m/s untuk meningkatkan efisiensi waktu tunggu.
- 3 Daya motor listrik yang digunakan sebesar 39,5 Kw untuk kebutuhan efisiensi waktu tunggu sesuai dengan standart PT. KONE Indo Elevator.
- 4 Dengan kapasitas beban lift yang bervariasi tidak akan merubah speed lift.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. O. Tartan, H. Erdem, and A. Berkol, "Optimization of waiting and journey time in group elevator system using genetic algorithm," in *2014 IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA) Proceedings*, 2014, pp. 361–367.
- [2] A. So, L. Al-Sharif, and A. Hammoudeh, "Concept design and derivation of the round trip time for a general two-dimensional elevator traffic system," *J. Build. Eng.*, vol. 5, pp. 165–177, 2016.
- [3] A. Sulisty, "Optimasi Perhitungan Ulang Kebutuhan Lift Penumpang Type Iris1-Nv Pa 20 (1350) Co105 Pada Gedung Apartemen 17 Lantai," *J Tek Mesin*, vol. 5, no. 1, p. 23, 2016.
- [4] A. Zayadi, H. P. Cahyono, and M. Masyudi, "Perencanaan Lift Hotel Bertingkat Tiga Puluh Berdasarkan SNI Nomor: 03-6573-2001," *J. Ilm. Giga*, vol. 19, no. 2, pp. 61–68, 2019.
- [5] A. F. Afifah and N. Hartono, "Analisa Kebutuhan Dan Manajemen Pemeliharaan Elevator Pada Gedung Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah," *Wahana Tek. Sipil J. Pengemb. Tek. Sipil*, vol. 22, no. 1, pp. 17–28, 2017.
- [6] L. Al-Sharif, "The Design of Elevator Systems in High Rise Buildings, Part 1," *Lift Rep.*, vol. 43, no. 5, pp. 46–62, 2017.