

Analisa Perbandingan Pengaruh Pembebanan Elevator Terhadap Arus Listrik pada Motor Induksi Tiga Fasa dan Motor Permanen Magnet Tiga Fasa

Rio Putra S¹ Heru Abrianto² Arlewes Gultom³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Tama Jagakarsa, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: rheyo_88@yahoo.co.id, heruab@gmail.com

Abstract: This research aims to analyze the electric current of elevators equipped with both three-phase induction motors and permanent magnet motors under varying load conditions (0%, 50%, and 90% of elevator capacity). Data was collected through direct observation using a Kyoritsu KEW 2007 current clamp. The results indicate that there is no significant difference in electric current and power consumption between 0% and 90% load conditions for both motor types. However, a notable difference was observed at the 50% load condition. The study suggests that permanent magnet motors are preferable due to their easier maintenance.

Key Words: Three-Phase Induction Motor, Permanent Magnet Synchronous Motor, Elevator, Electrical Parameters

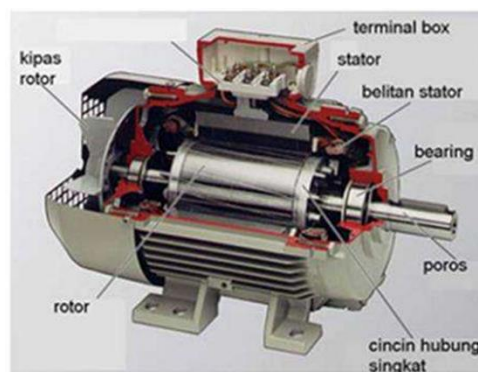
Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis arus listrik lift yang dilengkapi dengan motor induksi tiga fasa dan motor magnet permanen pada berbagai kondisi beban (0%, 50%, dan 90% dari kapasitas lift). Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung menggunakan klem arus Kyoritsu KEW 2007. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam arus listrik dan konsumsi daya antara kondisi beban 0% dan 90% untuk kedua jenis motor. Namun, perbedaan yang mencolok diamati pada kondisi beban 50%. Penelitian ini menunjukkan bahwa motor magnet permanen lebih disukai karena perawatannya yang lebih mudah.

Kata Kunci: Motor Induksi Tiga Fasa, Motor Sinkron Magnet Permanen, Lift, Parameter Listrik

Pendahuluan

Elevator adalah pesawat lift yang mempunyai kereta dan bobot imbang bergerak naik turun mengikuti rel-rel pemandu yang dipasang secara permanen pada bangunan, memiliki governor dan digunakan untuk mengangkut orang dan/atau barang. Seiring perkembangan zaman, teknologi motor yang digunakan untuk menggerakkan elevator terus berkembang juga. Saat ini, sebagian besar motor yang digunakan untuk menggerakkan elevator adalah motor induksi tiga fasa dan motor permanen magnet tiga fasa

Motor induksi tiga fasa merupakan motor listrik yang bekerja berdasarkan perputaran medan elektromagnetik yang diinduksikan dari kumparan stator ke rotornya. Kecepatan putaran medan magnet ini dipengaruhi oleh frekuensi sumber yang masuk ke motor.



Gambar 1 Konstruksi motor induksi

Konstruksi motor induksi secara detail terdiri atas dua bagian, yaitu bagian stator dan bagian rotor. Stator adalah bagian motor yang diam dan terdiri atas badan motor, inti stator,



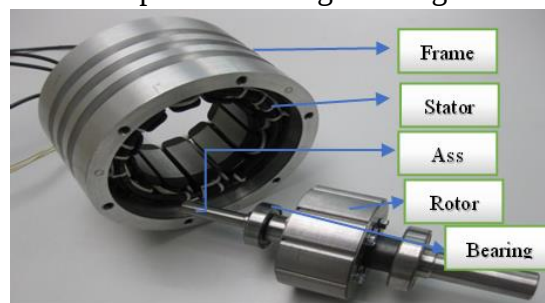
belitan stator, bearing dan terminal box. Bagian rotor adalah bagian motor yang berputar dan terdiri atas rotor sangkar, poros rotor.

Tabel 1 Data Motor Induksi

Parameter	Nilai
Manufacture	Higen Motor
Type	EM7410HUIS
Frequency	50Hz
Voltage	310 v
Current	64 A
Power	24 KW
Speed	1474 rpm

Motor permanen magnet adalah motor yang kutubnya terbuat dari magnet permanen. Magnet menyediakan fluks pada mesin sinkron. Magnet ini umumnya ditempatkan pada rotor, sehingga tidak memerlukan sumber DC eksternal. Gulungan rotor pada mesin sinkron diganti dengan magnet permanen.

Perbedaan konstruksi motor permanen magnet dengan motor induksi ialah permanen



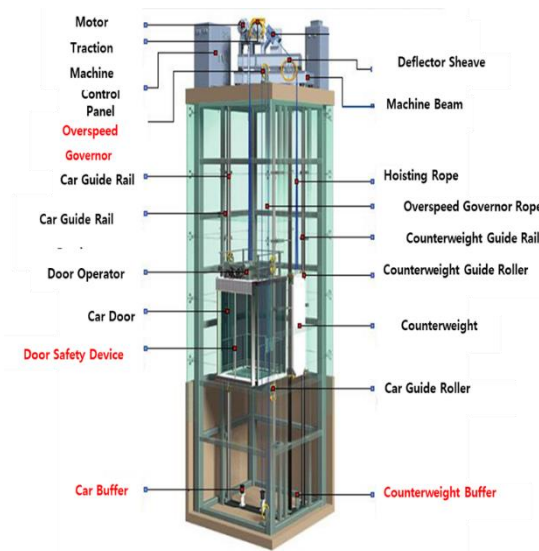
Gambar 2 Konstruksi motor permanen magnet AC

magnet pada salah satu bagian utamanua hanya menggunakan permanen magnet (stator/ rotor) bukan lilitan.

Tabel 1 Data Motor Permanen Magnet

Parameter	Nilai
Manufacture	Sigma
Type	STD 32
Frequency	55,6 Hz
Voltage	325 V
Current	58 A
Power	26 KW
Speed	209 rpm

Elevator adalah pesawat lift yang mempunyai kereta dan bobot imbang bergerak naik turun mengikuti rel-rel pemandu yang dipasang secara permanen pada bangunan, memiliki governor dan digunakan untuk mengangkut orang dan/atau barang.



Gambar 3 Siste Elevator

Elevator berupa kereta yang digerakkan secara vertikal menggunakan tali baja tarik, melalui hoistway (ruang luncur) di dalam bangunan yang dibuat khusus untuk elevator. Kereta tersebut dipasang pada guide rail vertical setinggi hoistway agar kereta tidak bergoyang. Untuk meringankan tenaga atau torsi untuk menggerakkan kereta beserta beban penumpang, sebuah beban pengimbang atau counterweight dipasang di arah yang berlawanan dengan kereta

Pada motor tiga fasa, tidak ada sumber listrik yang langsung terhubung ke rotor sehingga daya yang melewati celah udara dianggap sama dengan daya masukan ke rotor. Daya masukan motor pada stator dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \cos \phi$$

Dimana:

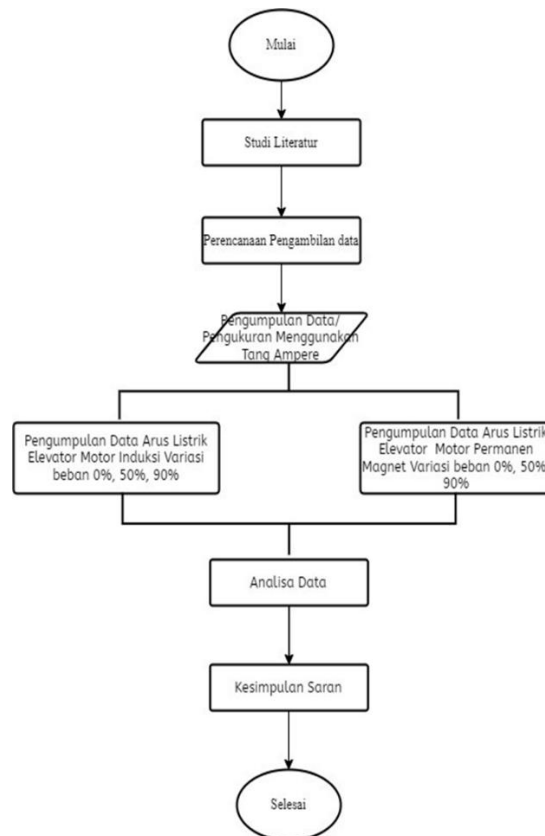
P_{in} = Daya Masukan (W)

V_{LL} = Tegangan Line to Line Masukan (V)

I_L = Arus Masukan per Fasa (A)

$\cos \phi$ = Faktor Daya.

Metode Penelitian



Gambar 4 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian yang akan dipaparkan meliputi metode penelitian, instrumen penelitian, teknik pengumpulan data, proses penelitian dan teknik analisis data. Gambar 4 menunjukkan diagram alir dari pelaksanaan penelitian perbandingan pengaruh pembebanan elevator terhadap arus listrik pada motor induksi tiga fasa dan motor permanen magnet tiga fasa sebagai penggerak elevator.

Studi literatur yaitu melakukan studi khusus sebagai rencana awal dalam melakukan penelitian yang diambil dari berbagai referensi berupa buku, artikel dan jurnal kemudian dirangkum sebagai penunjang dasar teori yang berkaitan dengan pembahasan penelitian. Teori yang dimaksud terkait dengan motor induksi tiga fasa, motor permanen magnet tiga fasa, elevator dan variable speed drive.

Pengambilan dilakukan dengan observasi pada elevator yang beroperasi dengan variasi beban. Berikut data yang diperlukan:

1. Data umum elevator motor geared dan motor gearless
2. Data motor induksi dan motor permanen magnet
3. Data variasi pembebanan yang digunakan

Prosedur Pengumpulan Data

1. Menyiapkan elevator dan melakukan test running untuk memastikan elevator bekerja dengan baik.

-

3. Menyiapkan variasi pembebanan yang akan digunakan selama proses pengukuran.
4. Mengubah selector tang ampera pada pengukuran ampere AC.
5. Mengoperasikan elevator bergerak ke lantai teratas dengan variasi beban 0%.
6. Selama elevator bergerak, handphone melakukan perekaman pada layar tang ampere.
7. Perekapan data dilakukan dengan cara memasukkan data arus listrik tiap 3 detik ketika elevator mulai akan bergerak hingga berhenti.
8. Analisa ini dilakukan dengan menggunakan rumusan – rumusan terkait dengan penelitian. Hal – hal yang terkait untuk analisa.



1545

Hasil dan Pembahasan

Tabel 4 Data Perbandingan Arus Listrik Elevator Motor Induksi dengan Motor Permanen Magnet Ketika Elevator Naik

NAIK	Jenis Motor	Perjalanan Start - Stop (detik)																				
		0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
BEBAN 0%	Induksi	0	38	36	38	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	37	54	30	2	0	
	P. Magnet	5	97	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	47	32	30	0	
BEBAN 50 %	Induksi	0	45	37	37	37	37	37	37	36	36	36	36	36	36	36	36	36	41	12	0	
	P. Magnet	0	57	80	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	38	36	0	
BEBAN 90%	Induksi	0	91	52	52	52	52	51	51	51	51	51	51	51	50	50	50	50	49	35	2	0
	P. Magnet	0	110	53	55	54	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	36	33	0	

Berdasarkan tabel 4 pada elevator bergerak naik dengan variasi beban 0%, pemakaian arus listrik motor induksi lebih hemat 36%. Ketika elevator bergerak naik dengan variasi beban 50%, pemakaian arus listrik motor permanen magnet lebih sedikit 35%.

Berdasarkan tabel 4 pada elevator bergerak naik dengan variasi beban 0%, pemakaian arus listrik motor induksi lebih hemat 36%. Ketika elevator bergerak naik dengan variasi beban 50%, pemakaian arus listrik motor permanen magnet lebih sedikit 35%.

Tabel 5 Data Perbandingan Arus Listrik Elevator Motor Induksi dengan Motor Permanen Magnet Ketika Elevator Turun

Turun	Jenis Motor	Perjalanan Start - Stop (detik)																				
		0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
BEBAN 0%	Induksi	0	68	39	39	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	0
	P. Magnet	0	43	37	36	34	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	41	71	84	27	0
BEBAN 50%	Induksi	0	45	37	40	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	35	35	33	17	0
	P. Magnet	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	65	36	0
BEBAN 90%	Induksi	0	2	36	40	40	40	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	43	72	3	0
	P. Magnet	0	46	39	37	37	37	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	60	85	42	0

Berdasarkan tabel 5 Pada elevator bergerak turun dengan variasi beban 0%, 50% dan 90% terjadi lonjakan arus listrik cukup tinggi sesaat sebelum berhenti. Ketika elevator bergerak turun dengan variasi beban 50%, pemakaian arus listrik motor permanen magnet lebih sedikit 270%.

Rumus:

$$P_{in} = \sqrt{3} \times VLL \times IL \times \cos \varphi$$

Dimana:

P_{in} = Daya Masukan (W)

VLL = Tegangan Line to Line (V)

IL = Arus Masukan per Fasa (A)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya (0,8)

Diketahui:

VLL = Tegangan Line to Line (V) Sesuai Nameplate motor

VLL Motor Induksi = 310V

VLL Motor Permanen Magnet = 325V

Daya Rata – Rata Motor Induksi saat naik variasi beban 0%:

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 310 \times 36 \times 0,8$$

$$P_{in} = 15.588 \text{ Watt} = 15,58 \text{ KW}$$

Daya Rata – Rata Motor permanen magnet saat naik variasi beban 0%

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 325 \times 35 \times 0,8$$

$$P_{in} = 15.593 \text{ Watt} = 15,59 \text{ KW}$$

Tabel 6 Data Perbandingan Daya Listrik Elevator Motor Induksi dengan Motor Permanen Magnet.

Berdasarkan tabel 6 pada 2 elevator yang di observasi dapat disimpulkan bahwa tidak

NAIK	Jenis Motor	Perjalanan Start - Stop (detik)																				
		0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
BEBAN 0%	Induksi	0	16,161	15,445	16,161	15,588	15,588	15,588	15,588	15,588	15,588	15,588	15,588	15,588	15,588	15,588	15,588	15,731	23,025	12,728	858	0
	P. Magnet	0	19,491	16,793	16,343	15,443	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	18,592	31,936	37,783	11,995	0
BEBAN 50%	Induksi	0	19,307	15,731	15,874	15,731	15,731	15,731	15,731	15,588	15,588	15,588	15,588	15,445	15,445	15,445	15,445	15,445	15,445	17,734	5,148	0
	P. Magnet	0	25,639	36,134	11,245	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,945	10,795	17,242	16,343	0
BEBAN 90%	Induksi	0	38,900	22,453	22,310	22,453	22,310	22,024	21,881	21,881	21,881	21,881	21,881	21,881	21,452	21,452	21,452	21,309	21,023	15,159	715	0
	P. Magnet	0	49,628	23,689	24,889	24,139	23,989	23,989	23,989	23,989	23,989	23,989	23,989	23,989	23,989	23,989	23,989	23,839	23,989	16,043	14,693	0
Turun	Jenis Motor	Perjalanan Start - Stop (detik)																				
		0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
BEBAN 0%	Induksi	0	29,175	16,876	16,876	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,304	16,161	16,161	0
	P. Magnet	0	19,491	16,793	16,343	15,443	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	15,593	18,592	31,936	37,783	11,995	0
BEBAN 50%	Induksi	0	19,307	15,874	17,305	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	14,873	14,873	14,301	7,437	0
	P. Magnet	0	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,198	4,948	29,237	16,043	0
BEBAN 90%	Induksi	0	858	15,588	17,162	17,162	17,162	17,734	17,734	17,734	17,734	17,734	17,734	17,734	17,734	17,734	17,734	17,734	18,306	30,748	1,144	0
	P. Magnet	0	20,841	17,542	16,643	16,643	16,643	17,092	17,092	17,092	17,092	17,092	17,092	17,092	17,092	17,092	17,092	17,092	26,838	38,383	18,742	0

ada perbedaan yang signifikan pada daya listrik yang diserap oleh kedua type motor di atas ketika variasi beban 0% dan 90%. Ketika variasi beban 50% terlihat bahwa penggunaan daya listrik motor permanen magnet lebih sedikit dibandingkan motor induksi

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap motor elevator yang diteliti, maka diperoleh kesimpulan dan saran sebagai berikut: Penggunaan motor induksi dan motor permanen magnet tidak terlalu berpengaruh signifikan pada penggunaan arus listrik, namun penggunaan motor permanen magnet lebih mudah dalam perawatan jangka panjang. Penggunaan motor permanen magnet lebih disarankan karena tidak perlu melakukan penggantian oli rutin untuk gear yang ada pada motor induksi, serta motor permanen magnet tidak banyak komponen mekanik yang digunakan.

Referensi

- B. Baharudin, S. Jie, and M. Mustamin, "Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Karakteristik (Unjuk Kerja) Motor Induksi Tiga Fasa," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 2, no. 3, pp. 1–5, Aug. 2017, doi: 10.33772/jfe.v2i3.7901.
- D. Samodrawati and B. Kevin Triantoro, "Analisis Perhitungan Energi Pengereman Regeneratif Kereta MRT Berdasarkan Mode Operasi Otomatis Kereta MRT Jakarta," *Technol. Renew. Energy Dev.*, pp. 189–198, 2022.
- H. T. Yusnita, "Sistem Pengendali Arus Start Motor Induksi Phasa Tiga Dengan Variasi Beban," *J. Phys. A Math. Theor.*, vol. 44, no. 8, pp. 1689–1699, 2012, doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.
- I. G. P. Yudiastawan, "Deteksi Kerusakan Bearing Dan Eccentricity Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Current Signature Analysis," vol. 1, pp. 1–91, 2009.
- J. F. Gieras, *High Speed Motors*, Third. Taylor & Francis, 2009. doi: 10.1201/9781420064414-c9.
- KEMENLHK, "Permenaker," Peraturan menteri ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 6 tahun 2017 Tentang Keselamatan dan kesehatan kerja Elevator dan eskalator, p. 3, 2017.
- M. J. Melfi, S. Evon, and R. McElveen, "Induction versus permanent magnet motors: For power density and energy savings in industrial applications," *IEEE Ind. Appl. Mag.*, vol. 15, no. 6, p. 8, 2009, doi: 10.1109/MIAS.2009.934443.
- Mardiaman, *Metodologi Penelitian*, 1st ed. Penerbit KBM Indonesia, 2024.
- S. Mohaney and M. Shah, "Emerging Trends in Vertical Elevating System," *Int. J. Eng. Manag. Res.*, no. 1, 2015, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/309208601>
- W. Theodore, *Electrical Machines, Drives And Power Systems Sixth Edition*. 2006. [Online]. Available: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Electrical+Machines,+Drives+and+Power+Systems#0>