



Efisiensi Pemakaian Energi Listrik Pada Eskalator Menggunakan *Inverter* di Mall Sarinah Thamrin

Suherman ^{1*}, Dewi Rahmawati ²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Teknologi Nusantara, Bogor Indonesia

² Program Studi Teknik Industri, Universitas Teknologi Nusantara, Bogor Indonesia

* Corresponding author: hermansuhe27@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Received : 03 Maret 2026
Revised : 04 Maret 2026
Accepted : 29 April 2026
Available : 30 Juni 2026
Online

Keywords

Electrical energy efficiency; Escalator;
Inverter; Induction motor; Electricity cost savings.

Kata Kunci

Efisiensi energi listrik; Eskalator;
Inverter; Motor induksi; Penghematan biaya listrik.

ABSTRACT

An escalator or moving staircase is a type of vertical transportation that uses a conveyor system to move people up and down. This research is motivated by the fact that many people do not know the energy used by escalators when moving fast and slow, and are not aware that they can save energy by using more efficient technology, the technology is called an inverter. This study examines how well escalators use electrical energy and what factors affect their work efficiency. The test results show that an induction motor at a frequency of 20 Hz has an efficiency of 0.9% and a slip value of 1.6%, then at a frequency of 50 Hz it has an efficiency of 0.7% and a slip value of 3.3%. The electricity cost of an induction motor at a frequency of 20 Hz is Rp 140,855.28, then at an induction motor with a frequency of 50 Hz is Rp 150,537. So the results of this study can be concluded that the use of Inverter technology can affect how much energy an escalator uses and its electricity costs. The use of inverter technology can reduce the electrical power used during low-traffic times, which helps save electricity costs.

ABSTRAK

Eskalator atau tangga berjalan adalah jenis transportasi vertikal yang menggunakan sistem konveyor untuk memindahkan orang naik dan turun. Penelitian ini dilatar belakangi oleh banyaknya yang tidak mengetahui energi yang digunakan eskalator ketika bergerak cepat dan lambat, dan tidak menyadari bahwa mereka dapat menghemat energi dengan menggunakan teknologi yang lebih efisien, teknologi tersebut dinamakan *inverter*. Studi ini meneliti seberapa baik eskalator menggunakan energi listrik dan faktor-faktor apa yang mempengaruhi efisiensi kerjanya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor induksi yang pada frekuensi 20 Hz memiliki efisiensi 0,9% dan nilai slipnya sebesar 1,6%, kemudian pada frekuensi 50 Hz memiliki efisiensi 0,7% dan nilai slipnya sebesar 3,3%. Biaya listrik motor induksi pada frekuensi 20 Hz adalah Rp 140.855,28 kemudian pada motor induksi frekuensi 50 Hz adalah Rp 150.537. Sehingga hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi *Inverter* dapat mempengaruhi seberapa banyak energi yang digunakan eskalator dan biaya listriknya. Penggunaan teknologi *Inverter* dapat menurunkan daya listrik yang digunakan pada saat sepi pengunjung, yang membantu menghemat biaya listrik.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license



1. Pendahuluan

Menurut (Zulina Kurniawati dkk, 2023) [1] eskalator atau tangga berjalan adalah jenis transportasi vertikal yang menggunakan sistem konveyor untuk memindahkan



<https://doi.org/> <http://Ejournal.utm.ac.id/index.php/Ergotronik>



orang naik dan turun. Eskalator terdiri dari anak tangga individual yang bergerak di sepanjang rel atau sistem rantai, yang digerakkan oleh motor Listrik. Menurut (Chamdareno & Hamimi, 2022) [2] dan juga menjadi latar belakang penelitian ini banyaknya yang tidak mengetahui energi yang digunakan eskalator ketika bergerak cepat dan lambat, dan tidak menyadari bahwa mereka dapat menghemat energi dengan menggunakan teknologi yang lebih efisien, teknologi tersebut dinamakan *inverter*. Menurut (Rhezal agung dkk, 2022) [3] *inverter* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah tegangan *input DC* menjadi tegangan *output AC* secara statis, yaitu tanpa mesin berputar atau sakelar mekanis. Pengaturan rangkaian daya terdiri dari perangkat daya semi konduktor yang berfungsi sebagai sakelar statis, yaitu sakelar tanpa kontak yang bergerak. *Inverter* juga memiliki sirkuit kontrol *switching* yang menyediakan pulsa yang diperlukan untuk menghidupkan dan mematikan setiap komponen-komponen *switching* statis dengan waktu dan urutan yang benar. Menurut (Herry Setyawan, 2020) [4] arus bolak-balik adalah arus listrik yang arah dan besarnya senantiasa berubah terhadap waktu dan dapat mengalir dalam dua arah. Arus bolak-balik diperoleh dari sumber tegangan bolak-balik seperti generator AC. Menurut (Masringgit Marwiyah, 2024) [5] arus searah atau *direct current (DC)* adalah aliran elektron dari suatu titik yang energi potensialnya tinggi ke titik lain yang energi potensialnya lebih rendah. Arus listrik searah juga disebut listrik yang arahnya selalu tetap terhadap waktu. Arus searah biasanya mengalir pada sebuah konduktor, walaupun mungkin saja arus searah mengalir pada semi konduktor, isolator, dan ruang hampa udara.

Pada penelitian (Ramadhan, 2023) [6] menyimpulkan bahwa eskalator *Inverter* menggunakan 372,22 kWh listrik selama seminggu, yang rata-rata sekitar 53,32 kWh setiap hari. Eskalator *non-Inverter* menggunakan 423,5 kWh listrik, dan rata-rata 60,5 kWh per hari. Hal tersebut didukung juga pada penelitian (Perkasa, 2024) [7] menyimpulkan bahwa eskalator tanpa *Inverter* menggunakan 24.090 kWh listrik, sedangkan eskalator dengan *Inverter* menggunakan 17.096,6 kWh, sehingga menghemat energi sebesar 6.993,4 kWh dan menelan biaya Rp 10.103.364,98. Penggunaan *Inverter* dapat menghemat energi karena frekuensinya dapat diatur, yang menghasilkan tegangan keluaran yang lebih rendah, dan karenanya mengurangi jumlah daya listrik yang dikonsumsi. Hal tersebut didukung juga pada penelitian (Xuwen dkk, 2024) [8] menyimpulkan bahwa pendekatan optimasi kami menunjukkan peningkatan yang signifikan (nilai $p = 0,022$): kesalahan berkurang dari 2,87 untuk pendekatan klasik menjadi -0,11 untuk pendekatan kami. Peneliti merancang grafik *Exponential Weighted Moving Average (EWMA)* untuk memantau kerugian tetap dari waktu ke waktu dan mengilustrasikan potensi pendekatan ini dalam mengurangi penggunaan energi dan biaya yang terkait dengan pengoperasian eskalator. Peneliti memperkirakan bahwa 5 kWh energi setiap menit dapat dihemat, yang kira-kira sama dengan 10% dari energi kerugian tetap eskalator. Hal tersebut didukung juga pada penelitian (Chamdareno & Hamimi, 2022) [2] menyimpulkan bahwa selama satu tahun penggunaan, eskalator tanpa *Inverter* mengkonsumsi 22.484 kWh energi listrik, sedangkan eskalator dengan *Inverter* mengkonsumsi 15.873,9 kWh. Oleh karena itu, penghematan yang dicapai oleh eskalator yang menggunakan *Inverter* adalah 6.610,2 kWh dengan biaya Rp 8.411.085 (29,4%). Mall tersebut memiliki total 32 eskalator yang terpasang, dengan 12 di antaranya menggunakan *Inverter* dan 20 tidak menggunakan *Inverter*. Total konsumsi listrik mencapai sekitar 640.166,2 kWh. Jika eskalator *non-Inverter* diubah menjadi eskalator *Inverter*, konsumsi listrik akan lebih efisien, berkurang dari 640.166,2 kWh menjadi 507.963,20 kWh, menghasilkan total penghematan sebesar 132.203,00 kWh (20,7%) per tahun. Hal tersebut didukung juga pada penelitian (Wiharja & Harimada, 2024) [9] menyimpulkan bahwa desain panel start-stop otomatis untuk eskalator yang menggunakan timer AT11DN menunjukkan efisiensi tinggi dalam hal penggunaan listrik dibandingkan dengan panel eskalator yang dioperasikan secara manual. Perbandingan

menunjukkan bahwa konsumsi listrik tanpa timer AT11DN adalah 5,5 kWh, sedangkan dengan timer AT11DN adalah 2,8 kWh. Kecepatan motor tetap sama baik menggunakan timer AT11DN maupun tidak. Perbedaannya terletak pada periode waktu yang dipertimbangkan untuk eskalator. Dengan timer AT11DN, eskalator akan berhenti secara otomatis ketika sensor tidak mendeteksi pergerakan. Namun, tanpa timer, eskalator akan terus beroperasi meskipun sensor mendeteksi pergerakan. Hal tersebut didukung juga pada penelitian (Adianto, 2025) [10] menyimpulkan bahwa pengukuran dan analisis hasil dari Januari hingga Juni 2025 menunjukkan bahwa implementasi optimasi = menghasilkan penghematan energi sebesar 15% hingga 20% pada sistem HVAC dan 15% hingga 20% pada sistem pencahayaan, serta peningkatan efisiensi dalam pengoperasian transportasi vertical (lift dan eskalator). Secara keseluruhan, kinerja listrik gedung telah meningkat, dengan efisiensi energi mencapai 12%–15%, sekaligus menawarkan manfaat tambahan dalam hal kenyamanan dan keselamatan bagi penghuni gedung. Berbeda halnya dengan penelitian (Shafrialni, 2025) [11] menyimpulkan bahwa pemasangan peralatan keselamatan motor berupa pemantauan suhu diharapkan dapat membantu menjaga kinerja motor, meningkatkan umur operasional motor, mencegah kerusakan pada isolasi motor, menghindari kerusakan pada bagian lain dari eskalator, dan mengurangi waktu henti mesin. Berbeda halnya dengan penelitian (Septiawan dkk., 2020) [12] menyimpulkan bahwa perancangan sistem kontrol untuk eskalator dengan PLC efisiensi membantu melacak dan mengelola setiap masalah yang terjadi selama pengoperasian eskalator. Berbeda halnya dengan penelitian (Marshel Daniel dkk, 2022) [13] menyimpulkan bahwa efisiensi mesin lini produksi PT. MJEE, khususnya dalam pembuatan pintu palka, adalah 33,3%. Dan efisiensi mesin keseluruhan lini produksi PT. MJEE adalah 55,6%. Berbedal halnya juga dengan penelitian (Dea Marthamillenia, 2025) [14] menyimpulkan bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa 98,96% pengujian berhasil, dengan 2% di antaranya mengalami kesalahan. Sistem ini dapat memeriksa suhu motor secara langsung, dan memberi tahu Anda melalui pesan, peringatan, atau pemberitahuan di layar ketika suhu melebihi batas aman. Sistem menampilkan pesan yang berbeda tergantung pada seberapa panas motor tersebut: jika terlalu panas (lebih dari 90°C), sistem memberikan peringatan. Jika agak hangat (antara 61 dan 89°C), sistem memberikan pemberitahuan. Dan jika terlalu dingin (di bawah atau sama dengan 60°C), sistem hanya memberikan informasi normal. Pengurangan jumlah karyawan dapat dikaitkan dengan peralihan ke server berbasis cloud untuk penyimpanan data.

2. Metode

2.1 Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Mall sarinah thamrin. Dalam penelitian ini difokuskan pada eskalator mall sarinah thamrin. Eskalator di gedung Sarinah, Jakarta, beroperasi mengikuti jam operasional mal, yaitu setiap hari mulai pukul 10.00 hingga 21.00 WIB. Fasilitas di dalam gedung, termasuk eskalator dan lift, aktif selama jam tersebut untuk melayani pengunjung yang ingin berbelanja atau menikmati area *sky deck*.

2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data sekunder, karena penulis menggunakan data-data yang diambil dari Mall sarinah thamrin dengan Teknik pengumpulan data observasi.

2.3. Metode Analisis Data

2.3.1. Spesifikasi Eskalator Schindler 9300 AE-011

Berikut spesifikasi eskalator *schindler 9300 AE-011* yang dirangkum dalam table 1. berikut ini:

Tabel 1. spesifikasi eskalator *schindler 9300 AE-011*

ARUS NOMINAL	DAYA MOTOR	TEGANGAN LISTRIK	$\cos \phi$	N_r (50 Hz)	N_r (20 Hz)
14-16 A	7,5 KW	380 V	0,9	1.450 rpm	590 rpm

2.3.2. Efisiensi Motor Induksi

Menurut (Eko Luqman Armansyah, 2020) [15] motor induksi didefinisikan sebagai Motor induksi ialah salah satu jenis dari motor-motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu disisi stator, sedangkan sistem kelistrikan disisi rotornya diinduksikan melalui celah udara dari stator dengan media elektromagnetik. Menurut (Ahmad Kurnia Pratama dkk, 2020) [16] efisiensi motor induksi menunjukkan seberapa baik motor mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Efisiensi dihitung dengan membandingkan daya yang dihasilkan dengan daya yang digunakan masukan. Rumus untuk menentukan efisiensi motor induksi, seperti pada persamaan (2.3.2.) berikut ini:

$$\eta = \frac{P_{Output}}{P_{Input}} \times 100 \% \quad (2.3.2.)$$

Keterangan:

P_{Output} = daya mekanik (watt) (satuan internasional daya Listrik) [17]

P_{Input} = daya listrik masuk (watt)

2.3.3. Daya Aktif/Daya Nyata 3 Fasa

Menurut (Rio Alfredo Sinaga dkk, 2021) [18] daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Daya ini sebenarnya adalah daya yang dipakai oleh komponen pasif resistor yang merupakan daya yang terpakai atau terserap. Menurut (Endra Kusbiyantoro, 2021) [19] Daya aktif adalah daya yang sebenarnya digunakan untuk melakukan kerja pada beban, dan merupakan daya nyata yang dibutuhkan beban untuk beroperasi. Jumlah daya aktif diukur dalam watt. Rumus untuk menentukan daya aktif/daya nyata 3 fasa seperti pada persamaan (2.3.3.) berikut ini:

$$P_{(3 \text{ Fasa})} = \sqrt{3} \times V_{(L-L)} \times I_L \times \cos \phi \quad (2.3.3.)$$

Keterangan:

$P_{(3 \text{ Fasa})}$ = Daya aktif 3 fasa (Watt)

I = Arus (Ampere) (satuan internasional arus listrik) [20]

$V_{(L-L)}$ = Tegangan Fasa-Fasa (Volt) (satuan internasional tegangan listrik) [21]

$\cos \phi$ = Faktor daya

2.3.4. Kecepatan Sinkron Motor Listrik

Menurut (mohammad farhanz el Rasyid, 2020) [22] motor sinkron adalah motor AC yang bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Disebut motor sinkron karena putaran motor sama dengan putaran fluks magnet stator. Menurut (Muchammad Rafly Santoso, 2025) [23] kecepatan sinkron adalah kecepatan putaran rotor yang harus dicapai ketika motor beroperasi dalam kondisi ideal, yaitu tanpa selip. Rumus untuk menentukan kecepatan sinkron motor listrik, seperti pada persamaan (2.3.4.) berikut ini:

$$N_s = \frac{120.f}{p} \quad (2.3.4.)$$

Keterangan:

N_s = Kecepatan sinkron (rpm)

f = Frekuensi arus listrik (Hz) (satuan internasional frekuensi) [24]

p = Jumlah kutub motor listrik

2.3.5. Nilai Slip

Menurut (Sulis Diantoro, 2024) [25] Garis-garis magnet dari stator melewati rotor, yang menyebabkan timbulnya tegangan. Arus listrik bergerak melalui rotor tertutup, yang menciptakan gaya Lorentz pada medan magnet stator, dan gaya ini menyebabkan gaya puntir pada rotor. Tegangan induksi timbul dari perpotongan medan stator yang berputar dengan konduktor rotor. Diperlukan perbedaan kecepatan antara medan stator (N_s) dan medan rotor (N_r) untuk menghasilkan tegangan induksi. Perbedaan antara seberapa cepat medan magnet stator berputar dan seberapa cepat rotor berputar disebut slip. Menurut (Muhammad Jhoni) [26] gaya lorenzt adalah gaya yang terjadi Ketika arus listrik mengalir melalui suatu konduktor dalam medan magnet. Rumus untuk menentukan nilai slip seperti pada persamaan (2.3.5.) berikut ini:

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 \% \quad (2.3.5.)$$

Keterangan:

S = Slip (%)

N_s = kecepatan sinkron (rpm)

N_r = kecepatan rotor (rpm)

2.3.6. Kilowatt/Hour (KWH)

Menurut (Hartono dkk., 2025) [27] milowatt hour atau kilowatt jam (kWh) (satuan untuk mengukur penggunaan energi listrik) [28] merupakan satuan yang menunjukkan seberapa besar pemakaian daya listrik. Cara untuk menghitung kilowatt/hour seperti persamaan 2.3.6. berikut ini:

$$E = \frac{p \times t}{1000} \quad (2.3.6.)$$

Keterangan

E = Daya listrik (KWH)

p = Daya input motor 3 fasa (Watt)

t = Waktu pemakaian beban (Jam)

2.3.7. Biaya Listrik

Menurut (Muhammad Syuhadawan, 2024) [29] Menghitung biaya listrik dapat ditentukan seperti pada persamaan (2.3.7.) Berikut ini:

$$\text{Biaya} = E \times \text{Tarif}$$

Keterangan

E = Daya input motor 3 fasa

Tarif = Tarif yang berlaku (Rp 1.444/KWH, golongan B-2 bisnis) [30]

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan pada eskalator *Inverter* di mall Sarinah Thamrin, maka diperoleh data efisiensi motor induksi pada frekuensi 20 Hz adalah 90,43 % dan pada frekuensi 50 Hz adalah 79,38 %. Nilai slip pada frekuensi 20 Hz adalah 1,6 % dan pada frekuensi 50 Hz adalah 3,3 %. Biaya listrik pada frekuensi 20 Hz adalah Rp 140.855,28 dan pada frekuensi 50 Hz adalah Rp 150.537. Seperti pada persamaan tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil perhitungan daya aktif/daya nyata 3 fasa

Variabel	20 Hz	50 Hz
I_L	14 A (Sesuai spesifikasi eskalator)	16 A (Sesuai spesifikasi eskalator)
$V_{(L-L)}$	380 V (Sesuai spesifikasi eskalator)	380 V (Sesuai spesifikasi eskalator)
$\cos \phi$	0,9 (Sesuai spesifikasi eskalator)	0,9 (Sesuai spesifikasi eskalator)
$P_3 \text{ Fasa } \dots ?$		
$P_3 \text{ Fasa}$	$(\sqrt{3} \times V_{L-L} \times I_L \times \cos \phi)$	$(\sqrt{3} \times V_{L-L} \times I_L \times \cos \phi)$
$P_3 \text{ Fasa}$	$\sqrt{3} \times 380 \times 14 \times 0,9$	$\sqrt{3} \times 380 \times 16 \times 0,9$
$P_3 \text{ Fasa}$	8.293,05 Watt	9.477,78 Watt

Tabel 3. Hasil perhitungan efisiensi motor induksi

Variabel	20 Hz	50 Hz
P_{Output}	7,5 Kw atau 7.500 Watt (Sesuai spesifikasi eskalator)	7,5 Kw atau 7.500 Watt (Sesuai spesifikasi eskalator)
P_{Input}	8.293,05 Watt	9.477,78 Watt
$\eta \dots ?$		
η	$(\frac{P_{Output}}{P_{Input}} \times 100\%)$	$(\frac{P_{Output}}{P_{Input}} \times 100\%)$
η	$\frac{7.500}{8.293,05} \times 100\% =$	$\frac{7.500}{9.447,78} \times 100\% =$
η	90,43 %	79,38 %

Tabel 4. Hasil perhitungan kecepatan sinkron motor listrik

Variabel	20 Hz	50 Hz
f	20 Hz	50 Hz
p	4 kutub	4 kutub
$N_s \dots ?$		
N_s	$(\frac{120.f}{p})$	$(\frac{120.f}{p})$
N_s	$\frac{120.20}{4}$	$\frac{120.50}{4}$
N_s	600 rpm	1.500 rpm

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai slip

Variabel	20 Hz	50 Hz
N_s	600 rpm	1.500 rpm
N_r	590 rpm	1.450 rpm
$S \dots ?$		
S	$(\frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 \%)$	$(\frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 \%)$

S	$\frac{600-590}{600} \times 100 \%$	$\frac{1.500-1.450}{1.500} \times 100 \%$
S	1,6 %	3,3 %

Tabel 6. Hasil perhitungan daya listrik

Variabel	20 Hz	50 Hz
p	8.239,05 Watt	9.477,78 Watt
t	11 Jam (Sesuai dengan jam operasional eskalator)	11 Jam (Sesuai dengan jam operasional eskalator)
E ...?		
E	$\left(\frac{p \times t}{1000}\right)$	$\left(\frac{p \times t}{1000}\right)$
E	$\frac{8.239,05 \times 11}{1000}$	$\frac{9.477,78 \times 11}{1000}$
E	90,62 KWH	104,25 KWH

Tabel 7. Tabel perhitungan biaya listrik

Variabel	20 Hz	50 Hz
E	90,62 KWH	104,25 KWH
Tarif	Rp 1.444/KWH (Tarif yang berlaku golongan B-2 bisnis)	Rp 1.444/KWH (Tarif yang berlaku golongan B-2 bisnis)
Biaya	90,62 x 1.444	104,25 x 1.444
Biaya	(E x Tarif)	(E x Tarif)
Biaya	90,62 x 1.444	104,25 x 1.444
Biaya	Rp 130.855,28	Rp 150.537

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, efisiensi motor induksi pada frekuensi 20 Hz adalah 90,43 % kemudian pada frekuensi 50 Hz adalah 79,38 %. Hasil perhitungan nilai slip penelitian pada frekuensi 20 Hz adalah 1,6 % kemudian pada frekuensi 50 Hz adalah 3,3 %. Hasil perhitungan biaya listrik penelitian pada frekuensi 20 Hz adalah Rp 130.855,28 kemudian pada frekuensi 50 Hz adalah Rp 150.537. Sehingga efisiensi biaya listrik pada penelitian ini dapat mencapai 15,04 %. Berdasarkan hasil penelitian menunjukan bahwa teknologi *inverter* membuat eskalator lebih efisien dalam penggunaan energi dan menghemat biaya listrik. Teknologi *inverter* dapat menurunkan daya karena terdapat sensor yang apabila tidak ada orang diatas eskalator, kecepatan eskalator menurun sehingga konsumsi daya juga ikut menurun. Pada kecepatan lambat berada pada frekuensi 20 Hz dan kecepatan lebih cepat frekuensi berada pada frekuensi 50 Hz. Semakin rendah frekuensi, semakin rendah pula konsumsi daya yang digunakan begitu pula sebaliknya.

Daftar Pustaka

- [1] Z. Kurniawati, A. P. Astuti, D. C. Septiawan, Y. Yosafat, G. Clarissa, and R. indika Bakhtiar, "Identifikasi Disfungsi Foot Step dan Comb pada Eskalator Shelter Skytrain di Stasiun Kereta Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta, Cengkareng," *J. Tek. Mek. Bandar Udar.*, vol. 1, no. 01, pp. 10–17, 2023, doi: 10.54147/jtmb.v1i01.878.
- [2] P. G. Chamdareno and A. H. Hamimi, "Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Eskalator Menggunakan Inverter Dipusat Perbelanjaan," vol. 5, no. 1, pp. 25–30, 2022.
- [3] Rhezal Agung, Naufal Ramadhani Akbar, and Sapto Wibowo, "Perencanaan dan Implementasi Inverter Satu Fasa Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro di Air

- Terjun Watu Lumpang Mojokerto,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 9, no. 3, pp. 108–114, 2023, doi: 10.33795/elposys.v9i3.641.
- [4] Zaini Miftach, “Modul Analisis Elektronika Kapal Laut,” pp. 53–54, 2020.
- [5] Masringgit Marwiyah, “PENGUNAAN ARUS SEARAH / DIRECT CURRENT (DC) PADA RANGKAIAN LISTRIK,” *J. Marit. Educ.*, vol. 6, no. 2, pp. 676–680, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.amimedan.ac.id/index.php/jme>
- [6] F. A. Ramadhan, “ANALISIS EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA ESCALATOR INVERTER DI GRAMEDIA WORLD PALEMBANG ESCALATOR INVERTER DI GRAMEDIA WORLD PALEMBANG ”,” 2023.
- [7] E. Perkasa, “Analisis Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Eskalator Menggunakan Inverter dan Tanpa Inverter Comparative Analysis of Electrical Energy Consumption Escalators Using Inverters and Without Inverters at PT . Eka Perkasa Rekabuana,” 2024.
- [8] H. Xuwen *et al.*, “Energy & Buildings An algorithm for modelling escalator fixed loss energy for PHM and sustainable energy usage,” *Energy Build.*, vol. 314, no. September 2023, p. 114239, 2024, doi: 10.1016/j.enbuild.2024.114239.
- [9] U. Wiharja and R. Harimada, “PENGARUH TIMER AT11DN UNTUK ESKALATOR SINGLE DI MALL MANGGA DUA,” vol. 2, no. September, pp. 83–87, 2024.
- [10] A. Adiarto, “OPTIMASI ENERGI OPERASIONAL HK TOWER BERBASIS SMART BUILDING AUTOMATION SYSTEM (SBAS),” *Inst. Sains Teknol. Nas. (ISTN)*, 2025.
- [11] R. P. Shafrialni, “Rancang Bangun Monitoring Overheating Motor Eskalator di Bandar,” vol. 6, no. 1, 2025.
- [12] M. H. Septiawan, D. Suherman, and P. Murdiyat, “Perencanaan Eskalator Lantai Satu ke Dua pada Gedung Direktorat Politeknik Negeri Samarinda dengan Kendali PLC,” vol. 18, no. 1, pp. 80–94, 2020.
- [13] Marshel Daniel dkk, “Proses Fabrikasi dan Kontrol Kualitas Hatch Door Serta Efisiensi Mesin PT. Mitsubishi Jaya Elevator dan Escalator,” vol. 8, no. 14, pp. 202–207, 2022.
- [14] DEA MARTHAMILLENIA, “PROTOTYPE SISTEM MONITORING OVERHEAT MOTOR,” 2025.
- [15] E. luqman Armansyah, “ANALISIS MOTOR LISTRIK GENERAL SERVICE PUMP YANG TERBAKAR DI MV KT 06,” vol. 21, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [16] A. Kurnia Pratama, E. Zondra, and H. Yuvendius, “Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Akibat Perubahan Tegangan,” *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 35–43, 2020.
- [17] S. Silaban, T. N. Damanik, T. K. Energi, T. Mesin, and P. N. Medan, “PERANCANGAN INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 450 WATT,” no. Vdc, pp. 1086–1093, 2022.
- [18] Rio Alfredo Sinaga dkk, “PENGARUH KAPASITOR TERHADAP FAKTOR DAYA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DI PT. MALINDO KARYA LESTARI,” *Crit. Disabil. Discourses*, 2025, doi: 10.25071/1918-6215.39755.
- [19] E. Kusbiyantoro, *Torsi Dan Daya Motor Induksi Tiga Fasa Dengan*. 2021.
- [20] A. Pramono, T. J. L. Tama, and T. Waluyo, “Analisis Arus Tiga Fasa Daya 197 Kva Dengan Menggunakan Metode Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov,” *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 2, pp. 213–216, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i2.696.
- [21] D. Kunangan, J. Ii, M. Pandu, and R. Abdillah, *Evaluasi kinerja plts 1200wp di desa bungku dusun kunangan jaya ii rt.28*. 2023.
- [22] R. Adolph, “Analisa Efisiensi Motor Asinkron 3 Fasa Penggerak Bale Press di PT. Tanjungenim Lestari Pulp and Paper,” pp. 1–23, 2020.

- [23] M. Rafly Santoso, F. Yasa Utama, D. Riandadari, T. Mesin, and F. Vokasi, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Multifungsi Berkapasitas 54 kg/jam,” vol. 10, no. 02, pp. 517–524, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin>
- [24] Gearis Sangkahanugraha Galih Pamungkas dkk, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebisingan Suara Dan Peringatan Jam Perkuliahan Otomatis,” *J. Teknol. Ind.*, vol. 12, no. 2, 2013, doi: 10.35968/jti.v12i2.1114.
- [25] S. Diantoro, D. Nugroho, and A. A. Nugroho, “Analisa Pengaruh Perubahan Frekuensi Dan Tegangan Terhadap Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Matlab Simulink,” *Elektrika*, vol. 16, no. 2, p. 127, 2024, doi: 10.26623/elektrika.v16i2.8852.
- [26] Muhammad Jhoni dkk, “Menganalisis Gaya Lorentz dalam Sistem Listrik dan Magnetik,” *Tarbiatuna J. Islam. Educ. Stud.*, vol. 4, no. 1, pp. 52–63, 2023.
- [27] M. Dzaki, “Analisis Konsumsi dan Estimasi Biaya Energi Listrik pada Rumah Tangga Daya 1300 VA,” vol. 12, no. 2, 2025.
- [28] C. Irawan, Y. P. Hikmat, H. Purnama, and K. Kunci, “Rancang Bangun Modul Pengukuran Energi Listrik Tidak Langsung Menggunakan Kwh Dan Kvarh Meter,” pp. 116–122, 2023.
- [29] C. V Pixxeled and I. Pratama, “Analisa Penggunaan Daya Energi Listrik pada Gedung,” vol. 14, no. 02, pp. 183–192, 2024.
- [30] R. Hidayat, “TINJAUAN HUKUM EKONOMI SYARIAH TERHADAP PEMOTONGAN PENGISIAN LISTRIK PRABAYAR(S TUDI KASUS PLN UP3 KECAMATAN UJUNG KOTA PAREPARE),” *Front. Vet. Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–16, 2025, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26846-z><http://dx.doi.org/10.1038/s41467-021-22308-8><https://doi.org/10.1007/s00253-025-13460-y><https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14088><https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.10.019><https://doi.org/10.1016/j>