

Analisis Daya Dan Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Pada Sistem Distribusi Air PDAM Desa Babat

Muhazib¹, M. Saleh Al Amin², Nita nurdiana³

^{1,2,3} Prodi Teknik Elektro, Universitas PGRI Palembang
Jl. A. Yani Lrg. Gotong Royong 9-10 Ulu Palembang

Received: 24-07-2025

Accepted: 07-08-2025

Keywords:

Motor Induksi, Sistem Pemompaan, Efisiensi Energi, PDAM, Head Tekanan.

Correspondent Email:

nurdiana78@univpgri-palembang.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian kapasitas motor induksi tiga fasa pada sistem pemompaan air bersih PDAM Desa Babat, Kecamatan Penukul, Kabupaten PALI. Permasalahan utama yang diangkat meliputi perhitungan kebutuhan air berdasarkan jumlah pelanggan, penentuan waktu operasional pompa untuk memenuhi kebutuhan harian, analisis tekanan (head) sesuai dengan panjang dan karakteristik pipa, serta evaluasi daya dan efisiensi motor induksi yang digunakan. Metode yang diterapkan meliputi pengumpulan data primer melalui observasi lapangan dan pengukuran teknis, serta analisis numerik berdasarkan rumus perencanaan sistem pompa dan motor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan air harian sebesar 288 m³ dari 250 pelanggan dapat dipenuhi dengan pompa berkapasitas 36 m³/jam yang beroperasi selama 8 jam per hari. Head total sistem dihitung sebesar 219,76 meter, dan daya listrik yang dibutuhkan mencapai 12,76 kW. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan motor yang sesuai agar efisiensi energi meningkat dan distribusi air berlangsung stabil. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan sistem pemompaan PDAM berbasis efisiensi dan keandalan operasional

Abstract. This study aims to evaluate the suitability of a three-phase induction motor in the clean water pumping system of the PDAM in Babat Village, Penukul District, PALI Regency. The main issues addressed include calculating water demand based on the number of customers, determining pump operational time to meet daily needs, analyzing the required pressure (head) based on the length and characteristics of the piping system, and assessing the power and efficiency of the induction motor used. The methodology involves collecting primary data through field observations and technical measurements, as well as numerical analysis using standard engineering formulas for pump and motor planning. The results show that a daily water demand of 288 m³ from 250 customers can be fulfilled by a pump with a capacity of 36 m³/hour operating for 8 hours per day. The total system head is calculated at 219.76 meters, and the required electrical power is 12.76 kW. These findings highlight the importance of selecting appropriate motors to enhance energy efficiency and ensure stable water distribution. This research is expected to serve as a reference for efficient and reliable PDAM pumping system planning.

1. PENDAHULUAN

Penyediaan air bersih merupakan faktor penting bagi kelangsungan hidup manusia, mencakup kebutuhan minum, mandi, mencuci,

memasak, hingga rekreasi dan aktivitas lingkungan lainnya [1]. Ketersediaan air bersih yang memadai berperan penting dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat serta

menjaga kesehatan dan kebersihan lingkungan [2]. Oleh karena itu, sistem penyediaan dan distribusi air bersih yang efisien dan berkelanjutan sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat secara optimal.

Namun, di berbagai daerah pedesaan seperti Desa Babat, Kecamatan Penukul, Kabupaten PALI, akses terhadap air bersih masih menghadapi berbagai kendala. Meskipun PDAM setempat bertanggung jawab atas distribusi air bersih, tetapi kualitas dan kuantitas distribusi belum mencukupi, terutama pada saat puncak konsumsi. Masalah utama seperti kebocoran pipa, gangguan pada sistem kelistrikan panel, serta tingginya kadar asam dalam air yang menyebabkan korosi pada instalasi dan menurunkan umur infrastruktur. Di sisi lain, rendahnya tingkat kesadaran masyarakat dalam membayar tagihan air juga turut menghambat operasional dan pemeliharaan sistem distribusi.

Salah satu kendala teknis utama adalah sistem pompa yang masih dikendalikan secara manual dengan debit sekitar 10 liter/detik, yang belum mampu mengimbangi kebutuhan air bersih masyarakat yang meningkat. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan tekanan dalam jaringan, distribusi tidak merata, dan konsumsi listrik menjadi tinggi. Penelitian sebelumnya [3][4] telah menunjukkan efektivitas sistem kontrol otomatis dan pentingnya pemantauan parameter motor listrik secara real-time untuk mendukung efisiensi operasional PDAM.

Meskipun telah banyak penelitian mengenai motor induksi dan sistem pemompaan air, masih terbatas studi yang secara khusus mengevaluasi kapasitas motor induksi tiga fasa berdasarkan kebutuhan debit air, jam operasional, dan tekanan sistem perpipaan di daerah pedesaan dengan karakteristik seperti Desa Babat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kapasitas motor induksi tiga fasa pada sistem pemompaan PDAM Desa Babat, dengan mempertimbangkan kebutuhan debit air, tekanan distribusi, dan efisiensi penggunaan daya listrik, sebagai dasar peningkatan efisiensi dan keandalan sistem distribusi air bersih.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Listrik Tiga Fasa

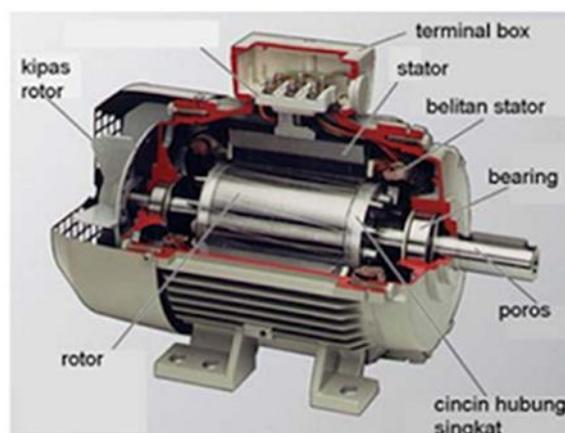
Motor induksi tiga fasa merupakan jenis motor listrik yang banyak digunakan dalam sistem industri dan infrastruktur publik karena

karakteristiknya yang andal, efisien, serta memiliki konstruksi yang sederhana [5]. Motor ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana medan magnet berputar yang dihasilkan oleh stator menginduksi arus listrik pada rotor, sehingga menghasilkan torsi untuk memutar beban [6]. Keunggulan motor induksi tiga fasa antara lain efisiensi tinggi, tahan lama, tidak menggunakan komutator, serta mampu beroperasi pada berbagai kondisi beban

2.2 Komponen Motor Induksi Tiga Fasa

Menurut Sauvey [7], motor induksi tiga fasa terdiri atas komponen utama sebagai berikut:

- Stator: Bagian diam motor yang menghasilkan medan magnet berputar.
- Rotor: Bagian berputar yang menghasilkan torsi melalui interaksi medan magnet; terdiri dari tipe rotor sangkar tupai dan rotor lilitan [8].
- Rangka motor dan bantalan Mendukung rotor agar dapat berputar stabil.
- Kipas Mendinginkan komponen motor untuk menjaga suhu tetap stabil.



Gambar 1. Motor Induksi

2.3 Karakteristik Motor Induksi Tiga Fasa

- Kecepatan sinkron dan slip

Kecepatan sinkron (N_s) merupakan kecepatan putar medan magnet pada stator motor induksi, yang nilainya ditentukan oleh frekuensi sumber dan jumlah kutub pada motor. Rumus untuk menghitung kecepatan sinkron, sebagaimana dijelaskan oleh Hakim [9], adalah

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} \quad (1)$$

dengan f adalah frekuensi (Hz) dan P adalah jumlah kutub. Sementara itu, slip (S) adalah selisih relatif antara kecepatan sinkron dengan kecepatan rotor (N_r), yang menunjukkan efisiensi transfer energi dari stator ke rotor. Slip dihitung menggunakan rumus:

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% \quad (2)$$

Nilai slip yang kecil menunjukkan motor beroperasi secara efisien, mendekati kecepatan sinkron. Dalam konteks sistem pemompaan air bersih, pemahaman tentang slip penting untuk memastikan motor mampu menyesuaikan torsi terhadap beban pompa dan menjaga kestabilan kinerja sistem [10].

b. Torsi dan Daya Motor

Torsi yang dihasilkan oleh motor induksi bergantung pada arus rotor dan medan magnet stator. Daya keluaran motor dihitung dengan rumus [11].

$$P_{out} = T \times \omega \quad (3)$$

keterangan:

P_{out} = Daya keluaran (Watt)

T = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan sudut rotor (rad/s)

c. Efisiensi Motor

Efisiensi motor dihitung dengan rumus [12]

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (4)$$

keterangan:

η = Efisiensi motor (%)

P_{in} = Daya input (Watt)

2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi tiga fasa bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana arus bolak-balik tiga fasa yang mengalir pada lilitan stator akan membentuk medan magnet berputar. Medan magnet ini menginduksi arus listrik pada rotor, yang kemudian menghasilkan torsi dan menyebabkan rotor berputar [13]. Kecepatan rotor selalu lebih rendah dari kecepatan sinkron agar proses induksi tetap berlangsung. Hal ini menciptakan selisih kecepatan yang dikenal sebagai slip, yang berfungsi menyesuaikan torsi terhadap beban kerja motor [10]. Slip juga

berperan sebagai indikator efisiensi dan kinerja motor dalam sistem distribusi air.

2.5 Perencanaan Sistem Pemompaan Air

Perencanaan kapasitas pompa merupakan aspek krusial dalam sistem distribusi air, khususnya untuk memastikan kecukupan pasokan terhadap kebutuhan pelanggan. Salah satu parameter utama adalah debit air (Q), yaitu volume air yang dipompa per satuan waktu [14]. Perhitungan debit air dapat dilakukan dengan rumus berikut [15]:

$$Q = \frac{v}{t} \quad (5)$$

Keterangan

Q = debit air (L/min atau GPM)

v = volume air yang mengalir (L)

t = waktu operasional pompa (detik)

Faktor-faktor yang memengaruhi debit air dalam sistem PDAM antara lain jumlah penduduk, konsumsi air per kapita, tekanan dan elevasi jaringan distribusi, kapasitas pompa, serta tingkat kebocoran jaringan. Oleh karena itu, perencanaan sistem harus mempertimbangkan kondisi hidraulik dan beban dinamis secara menyeluruh..

2.6 Efisiensi Energi dalam Sistem Pemompaan

Efisiensi energi menjadi aspek penting dalam pengelolaan operasional PDAM yang berkelanjutan, karena secara langsung berdampak terhadap konsumsi daya dan biaya operasional [16]. Faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi sistem antara lain pemilihan kapasitas pompa yang sesuai, penerapan Variable Frequency Drive (VFD), pengurangan kebocoran jaringan, perawatan berkala, dan optimasi tekanan kerja [17][18].

Selain itu, sistem pemantauan digital berbasis Internet of Things (IoT) seperti yang dikembangkan oleh Gunastuti [19], dapat digunakan untuk mencatat debit air secara real-time dan memantau konsumsi pelanggan, sehingga sangat cocok diterapkan di wilayah pedesaan untuk meningkatkan akurasi distribusi dan efisiensi energi.

2.7 Pengaruh Viskositas Air terhadap Efisiensi Pompa

Viskositas air merupakan ukuran kekentalan fluida yang menunjukkan resistansi terhadap perubahan bentuk akibat tekanan atau tegangan

geser. Dalam konteks sistem perpompaan, viskositas berpengaruh terhadap efisiensi pompa karena memengaruhi laju aliran, tekanan, dan konsumsi energi [20]. Semakin tinggi viskositas, semakin besar hambatan aliran sehingga pompa harus bekerja lebih keras, yang berpotensi menurunkan efisiensi dan mempercepat keausan.

Menurut Rumaherang [21], viskositas tinggi dapat meningkatkan kehilangan tekanan dalam pipa serta menurunkan kapasitas aliran. Oleh karena itu, untuk mempertahankan efisiensi sistem, diperlukan pemilihan jenis pompa yang tepat, desain garis hisap yang optimal, pengendalian viskositas fluida, serta pelaksanaan pemeliharaan rutin [22].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang sebagai studi teknis dengan pendekatan analisis numerik yang bersifat kuantitatif, bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas dan efisiensi motor induksi tiga fasa dalam sistem pemompaan air bersih milik PDAM Desa Babat. Fokus utama penelitian ini adalah perhitungan kebutuhan air pelanggan, tekanan (head) sistem perpipaan, serta daya listrik dan efisiensi motor, berdasarkan data lapangan aktual.

Lokasi penelitian berada di instalasi pemompaan PDAM Desa Babat, Kecamatan Penukal, Kabupaten PALI, Sumatera Selatan.

3.2 Pengumpulan Data

Sumber data utama berasal dari PDAM Tirta Desa Babat, yang menyediakan akses terhadap data pelanggan, data teknis sistem pompa, dan jaringan distribusi. Petugas teknis lapangan PDAM juga berperan sebagai narasumber dalam wawancara mendalam mengenai operasional dan kendala sistem..

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan menggunakan pendekatan numerik dengan langkah-langkah berikut:

a. Perhitungan Kebutuhan Air

Menghitung kebutuhan air berdasarkan jumlah pelanggan dan estimasi konsumsi rata-rata menggunakan rumus: [23]

$$Q = n \times q \quad (6)$$

Keterangan

Q = total kebutuhan air (m³/hari),

n = jumlah pelanggan,

q = kebutuhan rata-rata per pelanggan (m³/hari).

b. Perhitungan Waktu Operasional Pompa

Menghitung durasi operasional motor pompa per hari untuk memenuhi kebutuhan air harian menggunakan rumus adaptasi [24]

$$t = \frac{Q}{Q_p} \quad (7)$$

keterangan

t = Waktu operasional (jam/hari)

Q = Total kebutuhan air (m³/hari)

Q_p = Kapasitas pompa (m³/jam)

c. Perhitungan Tekanan (Head) Total

Mengukur panjang pipa dari sumber air hingga titik distribusi terjauh dan menghitung tekanan yang dibutuhkan dengan rumus head total adaptasi [25]

$$H_{total} = H_s + H_f + H_l \quad (8)$$

keterangan:

H_s = head statis (m),

H_f = kerugian gesekan (m),

H_l = head kerugian sambungan/perlengkapan (m).

d. Perhitungan Daya Hidrolik dan Efisiensi Daya Hidrolik Pompa [26]

$$Phyd = Q \times H \times \rho \times g \quad (9)$$

Daya Poros Pompa

$$BHP = \frac{Phyd}{\eta_p} \quad (10)$$

Daya Listrik Pompa

$$P = \frac{BHP \times (1 + \alpha)}{\eta_m} \quad (11)$$

Keterangan:

η_p = efisiensi pompa,

η_m = efisiensi motor,

α = rugi sistem (20%),

ρ = massa jenis air (1000 kg/m³),

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data dan Perhitungan

Penelitian ini menggunakan data primer dari PDAM Tirta Desa Babat, khususnya jumlah pelanggan dan konsumsi air bulan April 2025, serta data teknis spesifikasi motor induksi yang digunakan. Jumlah pelanggan tercatat sebanyak 250 unit, terdiri dari rumah tangga, tempat ibadah, sekolah, rumah sakit, dan hidran umum. Total konsumsi air mencapai 8.640 m³ per bulan, atau sekitar 288 m³ per hari.

Tabel 1. Konsumsi Air Harian Pelanggan

Jenis Pelayanan	Jumlah Pelanggan	Pemakaian Bulanan (m ³)	Rata-rata Harian (m ³)
Hidran Umum A	2	75	2,5
Tempat Ibadah	4	720	24
Rumah Sangat Sederhana	239	7425	247,5
Sekolah Negeri	4	270	9
Rumah Sakit Pemerintah	1	150	5
	250	8.640	288

Berdasarkan perhitungan tersebut, kebutuhan harian sistem adalah 288 m³. Dengan kapasitas pompa sebesar 36 m³/jam, maka waktu operasional yang dibutuhkan adalah

$$t = \frac{Q}{Q_p} \cdot t = \frac{288}{36} = 8 \text{ jam/hari}$$

Data teknis pompa menunjukkan bahwa pompa memiliki kapasitas debit 10 liter/detik, yang setara dengan 36 m³/jam. Ini sesuai dengan kemampuan pompa yang digunakan (tipe BLC-160M-4) berdasarkan spesifikasi teknis motor 3 fasa berdaya output 11 kW.

Perhitungan tekanan sistem (head total) didasarkan pada head statis, kerugian gesekan, dan kerugian perlengkapan sebagai berikut, sebagaimana dijelaskan oleh Hakim [9] mengenai konsep dasar head dalam sistem fluida.

$$H_{\text{total}} = H_s + H_f + H_l \\ = 200 + 19 + 0,76 = 219,76 \text{ meter}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan daya sebagai berikut:

Debit air per detik

$$Q = \frac{288}{24 \times 60 \times 60} = 0,00333 \text{ m}^3/\text{s}$$

dimana

Berat jenis air $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Percepatan gravitasi $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

maka

$$\text{Phyd} = Q \times H \times \rho \times g \\ = 0,00333 \times 219,76 \times 1000 \times 9,81 \\ = 7,179 \text{ kW}$$

Daya poros pompa

$$\text{BHP} = \frac{\text{Phyd}}{\eta_p} = \frac{7,179 \text{ kW}}{0,75} = 9,572 \text{ kW}$$

Daya listrik motor dengan efisiensi motor $\eta_m = 0,9$ dan rugi tambahan $\alpha = 0,2$, sehingga

$$P = \frac{\text{BHP} \times (1 + \alpha)}{\eta_m} \\ P = \frac{9,572 \text{ kW} \times (1 + 0,2)}{0,9} \\ P = 12,76 \text{ kW}$$



Gambar 2. Pipa Head

4.2. Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa daya listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem pompa secara optimal adalah 12,76 kW, sementara daya motor terpasang hanya 11 kW. Hal ini menunjukkan bahwa motor bekerja mendekati kapasitas maksimumnya.

Meskipun motor mampu mengoperasikan

sistem, kondisi ini berpotensi menurunkan efisiensi dan mempercepat kerusakan jika tidak dikontrol dengan baik.

Waktu operasional selama 8 jam per hari sudah tergolong efisien. Menurut Salilama [27], sistem distribusi PDAM idealnya dioperasikan dalam rentang 6–12 jam untuk menjaga keseimbangan antara konsumsi energi dan keawetan perangkat. Durasi 8 jam juga memberi cukup waktu untuk pemeliharaan sistem harian.

Tekanan sistem sebesar 219,76 meter menunjukkan bahwa sistem menghadapi tantangan distribusi yang tinggi. Namun, jika dibandingkan dengan studi Diasa dan Putra [28], yang mencatat tekanan 200 m di PDAM Tirtauli, nilai ini masih dalam kategori wajar untuk distribusi daerah dengan elevasi tinggi. Efisiensi sistem dihitung sebagai

$$\eta = \frac{P}{Phyd} = \frac{12,76}{7,179} = 56,25 \%$$

Nilai ini sedikit di bawah ambang batas efisiensi minimum sistem pompa yang ideal, yaitu 60% sebagaimana disampaikan oleh Wibianto [29]. Rumus dan pendekatan efisiensi motor induksi ini juga dijelaskan secara rinci oleh Pratama [30], yang menekankan pentingnya mempertimbangkan kerugian tambahan dalam sistem pemompaan. Hal ini menunjukkan bahwa ada peluang peningkatan efisiensi melalui pemilihan motor dengan margin daya lebih besar, atau dengan menggunakan sistem kontrol berbasis VFD untuk menyesuaikan kecepatan dan beban secara dinamis.

Temuan ini konsisten dengan penelitian oleh Ikhsan [31], yang menunjukkan bahwa sistem kontrol otomatis dapat meningkatkan efisiensi distribusi air. Selain itu, Taebe [16] menekankan bahwa efisiensi total dipengaruhi oleh aspek hidrolis, volumetrik, dan mekanik semuanya perlu diperhitungkan dalam sistem yang ingin hemat energi dan tahan lama.

Dari sudut pandang teknik elektro, penelitian ini memperkuat pentingnya integrasi perhitungan tekanan hidraulik dengan pemilihan motor induksi yang sesuai. Desain sistem distribusi tidak hanya harus mempertimbangkan kapasitas debit, tetapi juga kerugian tekanan dan karakteristik beban motor. Pendekatan analitis dalam penelitian ini juga memberikan contoh aplikatif bagi pengelolaan energi di sektor infrastruktur air bersih, khususnya di wilayah pedesaan yang memiliki keterbatasan teknis dan anggaran.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis terhadap sistem distribusi air bersih PDAM Desa Babat, Kecamatan Penukul, Kabupaten PALI, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kebutuhan air bersih untuk 250 pelanggan mencapai 288 m³/hari, yang dapat dipenuhi dengan pompa berkapasitas 36 m³/jam yang beroperasi selama 8 jam per hari.
- Sistem distribusi membutuhkan head total sebesar 219,76 meter, yang mencakup head statis, kerugian gesekan, dan kerugian pada sambungan pipa. Nilai ini termasuk moderat untuk sistem distribusi dengan kontur geografis menengah ke atas.
- Daya listrik total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pompa mencapai 12,76 kW, sementara motor yang digunakan memiliki kapasitas 11 kW. Meskipun motor masih mampu menjalankan sistem, operasinya mendekati batas kemampuan dan berisiko terhadap efisiensi jangka panjang.
- Efisiensi total sistem tercatat sebesar 56,25%, sedikit di bawah ambang batas efisiensi ideal 60%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peluang peningkatan efisiensi energi, baik melalui penggunaan motor berkapasitas lebih tinggi, pengurangan kerugian tekanan, maupun penerapan sistem kontrol otomatis berbasis VFD (Variable Frequency Drive).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- M. S. Pahude, "Analisis Kebutuhan Air Bersih di Desa Santigi Kecamatan Tolitoli Utara Kabupaten Tolitoli," *Jurnal Inovasi Penelitian*, vol. 3, pp. 4801–4810, 2022, doi: <https://doi.org/10.47492/jip.v3i2.1744>.
- S. M. Tanjung, J. R. Fahira, M. Walid, D. Syahputra, and I. Y. Simamora, "Pemanfaatan Pembangunan Sistem Pengelolaan Air Minum (SPAM) Regional Mebidang pada Masyarakat di Jalan Medan-Binjai," *Jurnal Kajian Ekonomi dan Bisnis Islam*, vol. 5, no. 1, pp. 523–529, 2024, doi: <https://doi.org/10.47467/elmal.v5i1.493>.
- A. Fauzi Ikhsan, I. Nurichsan, and I. Nawawi, "Pembuatan Aplikasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Motor Listrik 3 Fasa Berbasis Web," *Jurnal Penelitian dan Pengembangan teknik Elektro Telekomunikasi Indonesia*, vol. 9, no. 1, p.

- 1, 2018, Accessed: Feb. 05, 2025. [Online]. Available: <https://journal.uniga.ac.id/index.php/JPPB/article/view/702>
- [4] A. F. Ikhsan, I. Nurichsan, and A. W. Priatna, "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Motor Induksi 3 Fasa dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno di PDAM Garut," *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Teknik Elektro Telekomunikasi Indonesia*, vol. 10, no. 1, pp. 17–24, 2019, Accessed: Feb. 05, 2025. [Online]. Available: <https://journal.uniga.ac.id/index.php/JPPB/article/view/958>
- [5] M. Ferdian and E. Martianis, "Analisa Pengaruh Frekuensi 40 Hz Terhadap Performa dan Efisiensi Pompa Sentrifugal di Pdam Tirta Trubuk Bengkalis," *Jurnal INOVTEK*, vol. 1, no. 1, pp. 39–47, 2024.
- [6] S. E. Nasution and A. Hasibuan, "Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 25–34, 2018.
- [7] C. Sauvey, J. Schutz, and Y. Gillet, "Practical Work of Three-Phased Induction Motor Modeling in a Classical Spreadsheet Software," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 3, p. 1015, Jan. 2025, doi: 10.3390/app15031015.
- [8] E. K. Yulyawan, M. A. Baihaqi, M. Yanto, and D. H. T. Prasetyo, "Studi Penggulungan Ulang Rotor Untuk Memperbaiki Unjuk Kerja Motor DC Pada Mobil Sel Surya," *ELECTRICES: Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 4, no. 1, pp. 24–29, Apr. 2022, doi: 10.32722/ees.v4i1.4617.
- [9] T. D. Hakim, "Analisa Pengukuran Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Berdasarkan Frekuensi," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol. 5, no. 3, pp. 122–132, 2017.
- [10] I. M. A. Nnatha, M. N. Riswandi, and S. Supriono, "Pengasutan Balik Putaran Motor Induksi 3 Fasa Berbasis SMS Controller Menggunakan Bahasa Pemrograman Bascom," *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*, vol. 2, no. 2, p. 68, Nov. 2022, doi: 10.29103/jreece.v2i2.9252.
- [11] S. B. Perkasa, T. Sukmadi, and D. Ginting, "Abalisa Perbandingan Daya dan Torsi pada Perancangan Purwarupa Mobil Listrik," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 4, pp. 636–643, Dec. 2020.
- [12] A. K. Pratam, E. Zondra, and H. Yuvendius, "Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Akibat Perubahan Tegangan," *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 5, no. 1, pp. 35–43, 2020, doi: <https://doi.org/10.31849/sainetin.v5i1.6280>.
- [13] M. M. Riyanto and S. Safaruddin, "Perencanaan Lilitan Motor Induksi 3 Fasa," *JIMR : Journal Of International Multidisciplinary Research*, vol. 1, no. 02, pp. 283–291, Dec. 2022, doi: 10.62668/jimr.v1i02.440.
- [14] A. Andreas, G. Priyandoko, M. Mukhsim, and S. A. Putra, "Kendali Kecepatan Motor Pompa Air Dc Menggunakan Pid – Csa Berdasarkan Debit Air Berbasis Arduino," *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, vol. 1, no. 01, pp. 1–14, Feb. 2020, doi: 10.31328/jasee.v1i01.3.
- [15] M. Ferdian and E. Martianis, "Analisa Pengaruh Frekuensi 40 Hz Terhadap Performa dan Efisiensi Pompa Sentrifugal di Pdam Tirta Trubuk Bengkalis," *Jurnal INOVTEK*, vol. 1, no. 1, pp. 39–47, 2024.
- [16] A. A. Taebe, A. Slamet, and B. Bustomi, "Identifikasi Biaya Energi pada Sistem Penyediaan Air Minum Kota Bangkalan Perusahaan Umum Daerah Air Minum Sumber Sejahtera," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 8, no. 03, pp. 193–202, Dec. 2023, doi: 10.29244/jsil.8.03.193-202.
- [17] M. May, "Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Pompa dan Solusi," Milestone Pump Co., Ltd.
- [18] L. W. Johar, S. U. Djufri, and H. Matalata, "Perancangan VFD Motor Induksi 1 Phase Untuk Pengaturan Awal Kecepatan Mobil Listrik," *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, vol. 4, no. 2, pp. 47–50, 2021.
- [19] D. A. Gunastuti, "Pengukuran Debit Air Pelanggan Air Bersih Berbasis IoT Menggunakan Raspberry Pi," *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*, vol. 1, no. 2, pp. 167–175, 2018, doi: <https://doi.org/10.32493/epic.v1i2.1528>.
- [20] A. Widyanto, D. Rahmasari, S. M. Hapsari, and J. A. Eleonora, "Analisis Viskositas pada Produk Biosolar yang di Distribusikan Menggunakan Pipeline," *Journal of Scientech Research and Development*, vol. 6, no. 1, pp. 790–803, 2024, doi: <https://doi.org/10.56670/jsrd.v6i1.329>.
- [21] W. M. Rumaherang, C. Refwalu, C. S. E. Tupamahu, S. J. E. Sarwuna, and E. J. Rumaherang, "Evaluasi Kinerja Pompa Sentrifugal Berkapasitas 600 KL/Hr pada Sistem Pemompaan Minyak," *Jurnal METIKS*, vol. 3, no. 1, pp. 17–27, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.30598/metiks.2023.3.1.17-27>.
- [22] D. Yang, "cara menangani cairan viskositas tinggi dalam pengisapan pompa," LutseeBlog.
- [23] R. Afriyanda, G. Z. Mulki, and M. I. Fitriani, "Analisis Kebutuhan Air Bersih Domestik di Desa Penjajap Kecamatan Pemangkat Kabupaten Sambas," *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, vol. 6, no. 2, pp. 1–11, 2018.
- [24] M. Suryadi and M. Gasali, "Analisis Kebutuhan Air Bersih–Studi Kasus Perencanaan Jaringan Pipa Ditribusi Di Desa Pengalihan Kecamatan Keritang

- Kabupaten Indragiri Hilir Dengan Aplikasi Epanet 2.0,” *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, vol. 5, no. 1, pp. 23–42, 2019.
- [25] R. Husna and R. A. Nurshita, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Bersih dengan Pemanfaatan Brine ater dari PLTGU Tambak Lorok,” Universitas Diponegoro, 2024.
- [26] V. Cleo, B. Fatkhurrozi, and S. Nisworo, “Perencanaan Sistem Fire Alarm Semi-Addressable dan Sprinkler pada Bangunan Gedung Fakultas Teknik 3 Universitas Tidar,” *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 3, no. 2, pp. 458–470, Jan. 2024, doi: 10.56799/jim.v3i2.2869.
- [27] A. Salilama, “Analisis Kebutuhan Air Bersih (PDAM) di Wilayah Kota Gorontalo,” *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 102–114, 2018, doi: <https://doi.org/10.37971/radial.v6i2.169>.
- [28] I. W. Diasa and G. A. S. Putra, “Perencanaan Jaringan Transmisi Air Baku dari Bak Intake ke Bak Pengolahan pada Waduk Titab Kabupaten Buleleng,” *Jurnal Teknik Gradien*, vol. 10, no. 1, pp. 82–95, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien/article/view/80>
- [29] T. Wibianto, S. Prajogo, and R. F. Muldiani, “Perancangan Pompa Tipe Sentrifugal Kapasitas 12 L/S pada Water Treatment Plant di PT. Panasia Indo Resources,” *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 12, pp. 490–496, 2021.
- [30] A. K. Pratama, E. Zondra, and H. Yuvendius, “Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Akibat Perubahan Tegangan,” *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 5, no. 1, pp. 35–43, 2020, doi: <https://doi.org/10.31849/sainetin.v5i1.6280>.
- [31] A. F. Ikhsan, I. Nurichsan, and A. W. Priatna, “Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Motor Induksi 3 Fasa dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno di PDAM Garut,” *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Teknik Elektro Telekomunikasi Indonesia*, vol. 10, no. 1, pp. 17–24, 2019, Accessed: Feb. 05, 2025. [Online]. Available: <https://journal.uniga.ac.id/index.php/JPPB/article/view/958>