

UNJUK KERJA MOTOR LISTRIK TIGA PHASE SEBAGAI PENGGERAK POMPA SENTRIFUGAL

Teuku Zulfadli*¹, Afdhalul Rajai², Miswar Abd³, Muliadi⁴, Nazaruddin⁵, Mahalla⁶, Maimun⁷
^{1,5,6,7}Departemen Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhoksemaawe, Aceh, Indonesia
^{2,3,4}Fakultas Teknik Universitas Iskandarmuda, Banda Aceh
e-mail: *¹teukuzulfadli@pni.ac.id

Abstrak

PDAM Tirta Mountala Aceh Besar, sebagai perusahaan penyedia air minum, memiliki beberapa unit motor listrik sebagai penggerak utama yang terhubung langsung dengan pompa sentrifugal di bagian distribusi untuk menyalurkan air bersih kepada masyarakat. Namun, dalam operasionalnya, sistem distribusi air sering mengalami gangguan, baik pada motor listrik maupun pompa. Gangguan pada motor listrik umumnya disebabkan oleh hilangnya arus dan tegangan listrik. Jika motor listrik tidak berfungsi, pompa pun gagal menyalurkan air bersih, yang dapat menghambat layanan kepada masyarakat. Untuk mencegah kegagalan distribusi air bersih, diperlukan solusi guna menjaga kinerja motor listrik tetap optimal dan efisien. Oleh karena itu, kajian terhadap unjuk kerja motor listrik harus dilakukan secara rutin. Dalam penelitian ini, penulis melakukan evaluasi terhadap motor listrik dengan menganalisis kinerjanya motor dan pompa pada perusahaan PDAM tersebut. Metode yang digunakan meliputi observasi dan perhitungan langsung terhadap unjuk kerja motor listrik serta pompa sentrifugal. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa daya aktif motor listrik tiga phase mencapai 39.968,5 kW, daya hidrolis pompa sebesar 23.520 kW dan efisiensi pompa sebesar 55%.

Kata kunci: Motor Listrik, Tiga Phase, Pompa Sentrifugal, PDAM

Abstract

PDAM Tirta Mountala Aceh Besar, as a drinking water provider company, has several electric motor units as the main drive that are directly connected to the centrifugal pump in the distribution section to distribute clean water to the community. However, in its operation, the water distribution system often experiences disruptions, both in the electric motor and the pump. Disruptions in the electric motor are generally caused by the loss of electric current and voltage. If the electric motor does not function, the pump will fail to distribute clean water, which can hinder services to the community. To prevent failure of clean water distribution, a solution is needed to maintain the performance of the electric motor to remain optimal and efficient. Therefore, studies on the performance of electric motors must be carried out routinely. In this study, the author evaluated the electric motor by analyzing the performance of the motor and pump at the PDAM company. The methods used include direct observation and calculation of the performance of the electric motor and centrifugal pump. The evaluation results show that the active power of the three-phase electric motor reaches 39,968.5 kW, the hydraulic power of the pump is 23,520 kW, and the pump efficiency is 55%.

Keywords: Electric Motor, Three-Phase, Centrifugal Pump, PDAM

1. PENDAHULUAN

Motor listrik merupakan perangkat yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Jenis motor ini banyak digunakan baik di sektor industri maupun rumah tangga. Motor listrik yang paling umum digunakan adalah motor arus bolak-balik (AC), yang terdiri

dari dua komponen utama yaitu stator (bagian tetap) dan rotor (bagian yang berputar). Sementara itu, perangkat yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dikenal sebagai generator atau dinamo. Motor listrik banyak digunakan dalam berbagai peralatan rumah tangga, seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air, dan penyedot debu [1]. Dalam operasionalnya, sistem tenaga listrik sering mengalami gangguan, baik pada sisi beban maupun pembangkit. Gangguan pada motor umumnya sebagai penggerak utama, jika peralatan utama mengalami kegagalan, maka akan terjadi penurunan kinerja dalam memaksimalkan daya yang diperlukan untuk disalurkan ke generator. Hal ini sangat berdampak pada pembangkit listrik seperti motor serta pompa, di mana motor merupakan salah satu komponen utama yang kinerjanya harus selalu dijaga [2].

Di sektor industri, motor listrik yang paling sering digunakan adalah motor asinkron, yang mengikuti dua standar internasional utama, yaitu International Electrotechnical Commission (IEC) dan National Electrical Manufacturers Association (NEMA). Motor IEC menggunakan sistem metrik (milimeter), sementara motor NEMA berbasis ukuran imperial (inci). Daya motor dalam aplikasi industri sering dinyatakan dalam satuan horsepower (hp) atau kilowatt (kW).

Motor listrik yang sesuai dengan standar IEC diklasifikasikan berdasarkan tingkat efisiensinya, yang diakui di Uni Eropa (EU) dengan kategori EFF1, EFF2, dan EFF3. Motor kelas EFF1 memiliki efisiensi tertinggi dan paling hemat energi, sedangkan EFF3 sudah tidak diizinkan lagi di wilayah EU karena konsumsi energinya yang tinggi, yang berdampak pada peningkatan emisi karbon dan pencemaran lingkungan.

Untuk menjamin efisiensi energi, lembaga yang berperan dalam pengawasan CEMEP merupakan salah satu konsorsium di Eropa yang dibentuk oleh para produsen motor listrik terkemuka. Solusi mengurangi emisi karbon secara global dengan meningkatkan efisiensi motor listrik. Di sektor industri, konsumsi listrik motor listrik mencapai sekitar 65-70% dari total biaya listrik. Oleh karena itu, penggunaan motor listrik dengan efisiensi tinggi, seperti EFF1, sangat dianjurkan untuk mengurangi biaya produksi dan meningkatkan daya saing, terutama mengingat tarif listrik yang terus meningkat setiap tahunnya [3].

Permasalahan pada motor listrik sering menghadapi ketidakstabilan tegangan akibat perubahan beban, sehingga perlu dijadikan acuan untuk mencegah terjadinya penurunan tegangan [4]. Demikian pula, pembangkit listrik skala mikro terus dikembangkan, terutama dalam perancangan desain bilah peralatan pembangkit lainnya dengan berbagai jenis material, guna mengoptimalkan daya output yang dihasilkan [5]. Motor induksi tiga fase yang sangat sukses ini merupakan jenis mesin yang paling banyak diproduksi, terutama dalam rentang daya 1 kW ke atas [6]. Efisiensi motor listrik merupakan hasil dari rasio antara daya output yang dihasilkan oleh motor induksi dan daya input yang diperlukan oleh motor tersebut. Semakin tinggi perolehan hasil dari presentase perbandingan yang dinyatakan dalam bentuk persen (%) maka semakin baik hasil dari efisiensi motor tersebut [7].

Dari beberapa permasalahan di atas yang sangat urgen untuk hindarkan, agar terhindar dari kegagalan di PDAM sebagai perusahaan penyedia air minum tersebut. Dengan demikian maka diperlukan suatu solusi untuk menjamin kinerja motor yang tetap optimal dan efisien dengan rutin. Sehingga peneliti ingin melakukan evaluasi “Unjuk Kerja Motor Listrik Tiga Phase Sebagai Penggerak Pompa Sentrifugal” untuk memecahkan permasalahan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

2.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian berada di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar yang berada di Jl. Tanggul Krung Aceh, Siron, Kec. Ingin Jaya, Kab. Aceh Besar, Aceh 23371.

2.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan pengujian dimulai dari tanggal 02 Januari 2024 di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar.

2.2 Peralatan dan Spesifikasi Penelitian

2.2.1 Peralatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai alat pengukuran, yaitu voltmeter untuk mengukur tegangan pada sumber, amperemeter untuk mengukur arus yang mengalir, serta cosphi meter untuk mengukur faktor daya. Multimeter dan tespen digunakan untuk memeriksa adanya aliran listrik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan peralatan seperti motor induksi tiga fase dengan spesifikasi 20 Hp, 15 kW, 2 pole, dan frekuensi 50 Hz yang terhubung dengan kipas sentrifugal dalam sistem filtrasi debu atau dust collector.

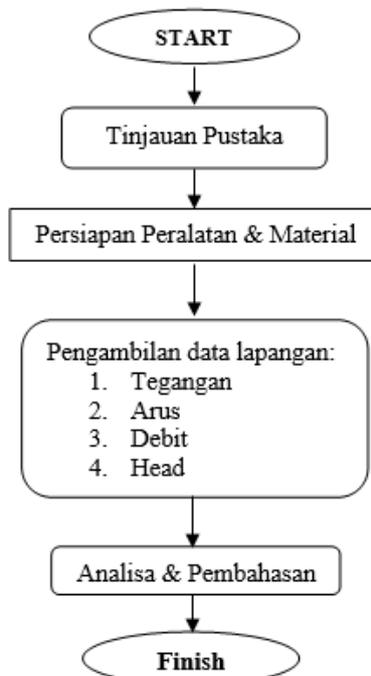
2.2.2 Spesifikasi Motor Listrik

Untuk penelitian dapat dilihat data spesifikasi motor listrik tiga Phase sebagai berikut:

3.1 Tabel Spesifikasi Motor Listrik

TECO 3-PHASE induction MOTOR					
TYPE AESV1S040020FMN				FDI60L	
4 POLE	20 HP	15 KW	CC	F	IP 55
50 HZ		380-415 V			V
1465 RPM		69.9-27.4 A			A
60 HZ					V
					A
CONT EL/EN60034					
BRG. 6309ZZC3 6307ZZ003			20		
SER. NO. 06204241044			119 KG		

2.3 Diagram Proses



Gambar: 2.1 Diagram Proses

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Pengujian

Sampel pengujian untuk motor listrik dan pompa sentrifugal di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar dengan pengujian lapangan selama sepuluh hari dimulai dari tanggal 02 sampai 11 Januari 2024, dapat dilihat pada tabel 3.1 dan table 3.2 sebagai berikut.

Tabel. 3.1 Data Awal motor listrik

Tipey Motor Listrik	Tegangan (V)	Arus (A)	Faktor Daya (cos Ø)
M.1	380	69,8	0,87
M.2	380	69,9	0,87
M.3	380	69,8	0,86

Sumber : Penelitian

Tabel 3.2 Data Awal pompa sentrifugal

Nomor Pompa	Debit (m ³ /s)	Head (m)	Massa Jenis (kg/m ³)	Gravitasi (m/s ²)
P.1	40	60	1000	9,8
P.2	45	60	1000	9,8
P.3	40	60	1000	9,8

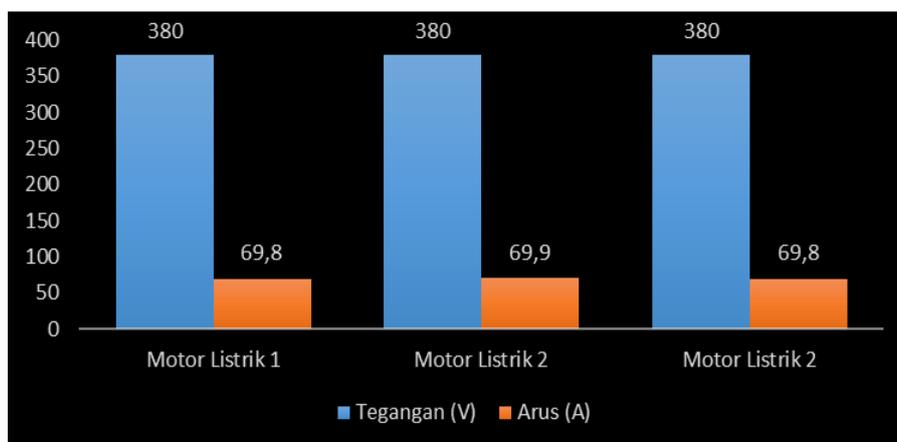
Sumber : Penelitian

3.2 Analisa Data Penelitian Motor Listrik

Berdasarkan tabel 3.1 hasil penelitian pada motor listrik tiga phase di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar, hasil menunjukkan pada setiap pengujian motor listrik dan efisiensi motor listrik disetiap saat pengujian sampel, selanjutnya merata- ratakan sampel data keseluruhannya.

3.2.1 Tegangan Motor Listrik Terhadap Arus

Analisa data tegangan motor listrik terhadap arus dari hasil penelitian selama sepuluh hari pengujian data lapangan dari tanggal 02 Januari sampai 11 Januari 2024 pada PDAM Tirta Mountala Aceh Besar dapat terlihat pada gambar grafik 3.1 berikut.

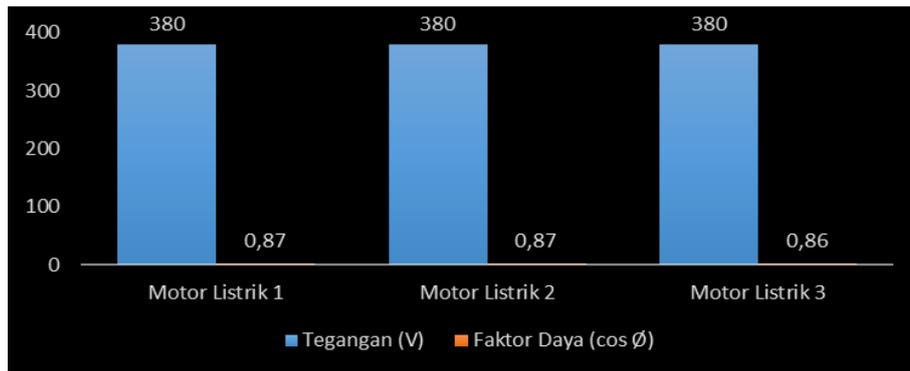


Gambar 3.1 Grafik Hubungan Tegangan Motor Listrik Terhadap Arus
 Sumber : Penelitian

Gambar 3.1 di atas grafik hubungan tegangan motor listrik (penggerak) terhadap arus di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar yang mana seperti terlihat pada gambar tersebut tegangan listrik pada motor listrik 1, 2 dan 3 memiliki tegangan listrik yang sama yaitu sebesar 380 V (volt), sedangkan arus pada motor listrik 1 dan 3 memiliki arus yang lebih besar yaitu sebesar 69,8 A (ampere) sedangkan pada motor listrik 2 memiliki arus listrik yang lebih kecil yaitu sebesar 69,9 A (ampere).

3.2.2 Tegangan Motor Listrik Terhadap Faktor Daya

Analisa data tegangan motor listrik terhadap factor daya dari hasil penelitian selama 10 hari pengujian lapangan mulai tanggal 02 Januari sampai 11 Januari 2024, pada PDAM Tirta Mountala Aceh Besar dapat diperlihatkan pada gambar 3.2 berikut.

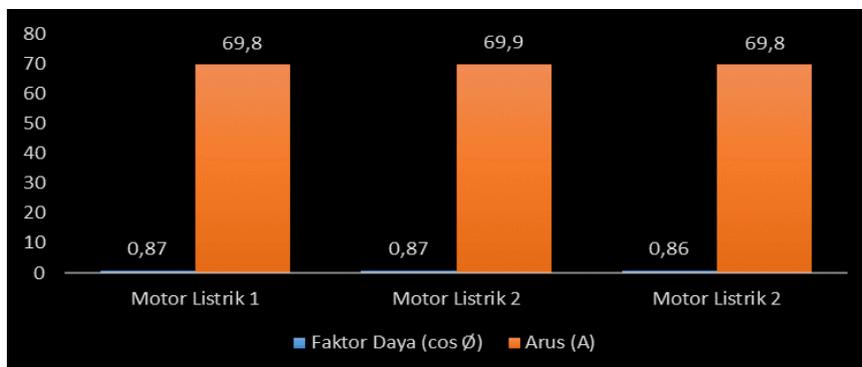


Gambar 3.2 Grafik Hubungan Tegangan Motor Listrik Terhadap Faktor Daya
Sumber : Penelitian

Gambar 3.2 di atas grafik hubungan motor listrik (penggerak) terhadap factor daya di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar seperti yang kita liat pada gambar tersebut motor listrik 1, 2 dan 3 memiliki tegangan listrik yang sama yaitu sebesar 380 V (volt), sedangkan factor daya pada motor listrik 1 dan 2 memiliki daya yang lebih besar yaitu sebesar 0,87 (cos φ) sedangkan pada motor listrik 3 memiliki daya yang lebih rendah yaitu sebesar 0,86 (cos φ).

3.2.3 Faktor Daya Motor Listrik Terhadap Arus

Analisa faktor daya motor listrik terhadap arus dari hasil penelitian selama sepuluh hari pengujian lapangan dimulai tanggal 02 Januari sampai 11 Januari 2024, pada PDAM Tirta Mountala Aceh Besar dapat dilihat pada gambar grafik 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Grafik Hubungan Faktor Daya Motor Listrik Terhadap Arus
Sumber : Penelitian

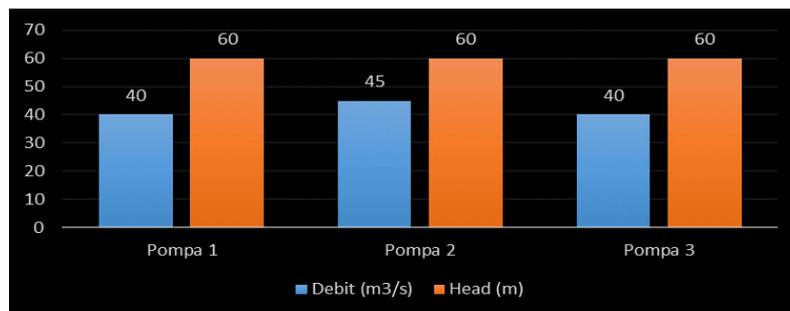
Gambar 3.3 di atas grafik faktor daya motor listrik (penggerak) terhadap arus di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar yang mana seperti kita liat pada gambar tersebut factor daya motor listrik (penggerak) 1 dan 2 memiliki daya yang lebih besar yaitu sebesar 0,87 (cos Ø) sedangkan pada motor listrik 3 memiliki factor daya yang lebih rendah yaitu sebesar 0,86. (Cos Ø), sedangkan arus pada motor listrik 1 dan 3 memiliki arus yang lebih besar yaitu sebesar 69,8 A (ampere) dan pada motor listrik 2 memiliki arus yang lebih kecil yaitu sebesar 69,9 A (ampere).

3.3 Analisa Data Penelitian Pompa Sentrifugal

Berdasarkan tabel 3.2 hasil penelitian pada pompa sentrifugal di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar analisa data yang didapatkan pada setiap pengujian sampel pompa dan efisiensi pompa disetiap waktu pengambilan data, kemudian merata- ratakan hasil data keseluruhannya.

3.3.1 Debit Pompa Terhadap Head Pompa

Analisa data debit terhadap head pompa dari hasil penelitian sebanyak sepuluh hari, pengukuran data lapangan dari tanggal 02 Januari sampai 11 Januari 2024, pada PDAM Tirta Mountala Aceh Besar pada gambar 3.4 berikut.

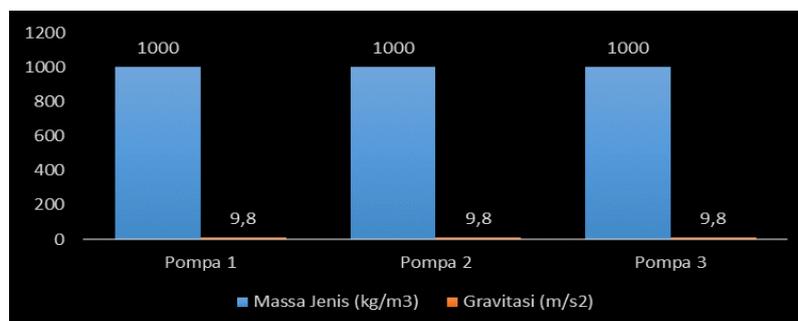


Gambar 3.4 Grafik Hubungan Debit Pompa Terhadap Head Pompa
Sumber : Penelitian

Gambar 3.4 diatas grafik debit pompa terhadap head pompa di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar yang mana seperti kita liat pada gambar tersebut debit pompa yang mempunyai kapasitas lebih besar yaitu sebesar 45 m^3/s , dan yang lebih renda sebesar 40 m^3/s . Sedangkan head pompa mempunyai daya dorong yang sama yaitu sebesar 60 m.

3.3.2 Massa Jenis Terhadap Gravitasi

Analisa data massa jenis terhadap gravitasi dari hasil penelitian selama sepuluh hari, pengukuran data lapangan dari tanggal 02 Januari sampai 11 Januari 2024, pada PDAM Tirta Mountala Aceh Besar dapat diperlihatkan pada gambar grafik 3.5.



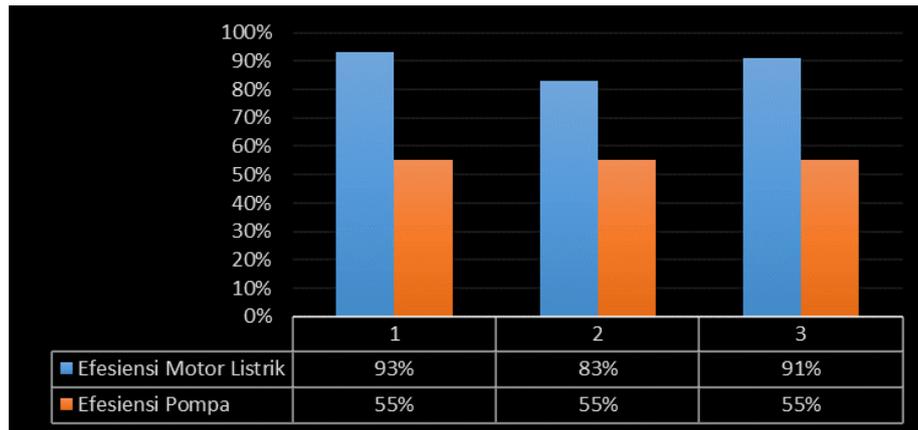
Gambar 3.5 Grafik Hubungan Massa Jenis Terhadap Gravitasi

Sumber : Penelitian

Gambar 3.5 di atas grafik massa jenis terhadap gravitasi di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar yang mana seperti kita lihat pada gambar tersebut di setiap pompa mempunyai massa jenis yang sama yaitu sebesar 1000 kg/m^3 , dan gravitasi pada setiap pompa sebesar $9,8 \text{ m/s}^2$.

3.3.3 Efisiensi Motor Listrik Terhadap Efisiensi Pompa

Analisa data efisiensi motor listrik terhadap efisiensi pompa dari hasil penelitian selama sepuluh hari, perhitungan data lapangan dari tanggal 02 Januari sampai 11 Januari 2024, pada PDAM Tirta Mountala Aceh Besar dapat dilihat pada pada gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 Grafik Perbandingan Efisiensi Motor Listrik Terhadap Efisiensi Pompa
Sumber: Penelitian

Gambar 3.6 di atas grafik efisiensi motor listrik terhadap efisiensi pompa di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar yang mana seperti kita lihat pada gambar tersebut yang mana efisiensi motor listrik yang tertinggi terdapat pada motor listrik ke satu sebesar 93% yang terendah pada motor listrik ke dua sebesar 83%, dan efisiensi pompa pada gambar tersebut memiliki kesamaan sebesar 55%.

3.4 Pembahasan

Hasil unjuk kerja pada motor listrik di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar selama sepuluh kali pengujian data lapangan dimulai dari tanggal 02 Januari 2024 sampai 11 Januari 2024, mengalami fluktuasi hasil yang di peroleh untuk daya aktif motor listrik tiga phase sebesar 39.968,5 kW, efisiensi motor listrik sebesar 93%. Sedangkan daya hidrolis pompa sentrifugal sebesar 23.520 kW dan efisiensi pompa sentrifugal sebesar 55%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi unjuk kerja tersebut seperti jenis, daya, kecepatan, torsi dan efisiensi pada motor dan pompa tersebut sebagai peralatan penunjang untuk peningkatan dan penurunan kinerja alat tersebut dengan solusi perbaikan terlaksanakan secara rutin, efektif dan efisien. Selain itu unjuk kerja motor atau pompa juga sangat mempengaruhi desain pompa yang sesuai dengan kebutuhannya dan faktor lingkungan serta kualitas listrik yang stabil sesuai dengan kebutuhan motor.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis penelitian dan pembahasan mengenai uji kinerja motor listrik tiga fase dan pompa sentrifugal di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar, beberapa kesimpulan dapat diambil sebagai berikut:

1. Penelitian menunjukkan daya aktif motor listrik tiga fase sebesar 39.968,5 kW.
2. Penelitian menunjukkan efisiensi motor listrik tiga fase sebesar 93%.

3. Penelitian menunjukkan daya hidrolik pompa sentrifugal sebesar 23.520 kW.
4. Penelitian menunjukkan efisiensi pompa sentrifugal sebesar 55%.

5. SARAN

Diharapkan peneliti kedepan dilaksanakan dengan evaluasi terhadap sistem kontrol pada motor listrik dan pompa di PDAM Tirta Mountala Aceh Besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada tim peneliti yang sudah bekerja sama serta dedikasi terkait dalam publikasi ini, hasil karya ini tidak mungkin terwujud tanpa kontribusi dan komitmen yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ALL-TEST PRO® On-Line Series Desk Guide and Pattern Recognition Manual, Edisi ke-2.
 - [2] F. Fauzan, P. Wadjo, dan R. I. Akbar, "Evaluasi Reverse Power Relay Terhadap Skala Setting Waktu Pada Boiler Turbin Generator," *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 02, hlm. 56–64, 2020.
 - [3] Fitzgerald, A.E. (2003). *Electric Machinery* (Edisi ke-6). McGraw-Hill, hlm. 688. ISBN 978-0-07-366009-7.
 - [4] T. Zulfadli, T. M. Farhan Akbar, T. Hasannuddin, J. T. Elektro, dan N. Lhokseumawe, "Analisa Kinerja Turbocharger Na358 Pada Mesin Gas Wartsila Di Unit Pembangkitan Arun Dengan Kapasitas 184 MW," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, 2024.
 - [5] T. Zulfadli dan M. Renaldi, "Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Daya Output Dihasilkan Pada Miniatur PLTMH 1 kW," vol. 9, no. 1, hlm. 0–7, 2023.
 - [6] Houston, Edwin J.; Kennelly, Arthur. *Recent Types of Dynamo-Electric Machinery*, American Technical Book Company, 1897, diterbitkan oleh P.F. Collier and Sons, New York, 1902.
 - [7] Sarjono. 2020. "Evaluasi Kinerja Motor Induksi 3 Fasa 100 Hp / 75 kW Pada Panel Star-Delta Di Pdam Tirta Raya Adi Sucipto". Pontianak: Universitas Tanjungpura Pontianak".
-