

PERHITUNGAN ENERGI LISTRIK YANG DIGUNAKAN PADA KOMPRESOR BERKAPASITAS 0,15 m³

AMBRAN RAHMAT SAPAN
YOLANDA J. LEWERISSA

Program Studi Diploma IV Teknik Mesin
Politeknik Saint Paul Sorong
Email :; ruselloanz@gmail.com

ABSTRAK

Kompresor adalah suatu mesin mekanik yang berfungsi untuk menempatkan fluida gas atau meningkatkan tekanan udara. Kompresor biasanya menggunakan mesin diesel/mesin bensin atau motor listrik sebagai tenaga penggerak. Udara yang dihasilkan dari kompresor mempunyai tekanan yang berbeda-beda. Tergantung dari spesifikasi Bar yang dimiliki kompresor itu sendiri. Udara yang tertekan itu biasanya digunakan untuk mengisi angin ban, pembersihan peralatan/perkakas, gerinda udara, pengecatan dengan teknik spray, medis (oilfree compressor) dan lain sebagainya. Secara umum diterima bahwa kompresor adalah pesawat yang memampatkan udara atau gas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan energi listrik dan daya pada kompresor udara berkapasitas 0,15 m³ dengan tekanan 8 BAR dan mengetahui efisiensi dari motor induksi yang digunakan pada kompresor udara. Hasil dari penelitian ini adalah Penggunaan energi dan daya listrik pada kompresor udara dengan kapasitas 0,15 m³ berpengerak motor induksi 1 fasa 5 HP didapati terjadi peningkatan penggunaan energi dan daya listrik ketika tekanan udara pada kompresor tinggi dan juga nilai arus serta faktor daya meningkat dari arus 11,5 A pada tekanan 2 BAR naik menjadi 15,4 A pada tekanan 8 BAR. Nilai efisiensi dari motor induksi yang digunakan pada kompresor udara sebesar 84%.

Kata Kunci : Energi, Daya, Efisiensi, Kompresor, Motor Induksi

ABSTRACT

A compressor is a mechanical machine that functions to displace gas fluid or increase air pressure. Compressors typically use diesel/gasoline engines or electric motors as their driving force. The air produced by compressors has varying pressures, depending on the Bar specification of the compressor itself. The compressed air is commonly used for inflating tires, cleaning equipment/tools, air grinders, spray painting, medical applications (oil-free compressor), and so on. It is generally accepted that a compressor is a device that compresses air or gas.

The purpose of this research is to determine the electrical energy and power usage of a 0.15 m³ air compressor with a pressure of 8 BAR and to determine the efficiency of the induction motor used in the air compressor. The results of this research indicate that the use of electrical energy and power in a 0.15 m³ air compressor driven by a 1-phase 5 HP induction motor shows an increase in electrical energy and power consumption when the air pressure in the compressor is high. Additionally, the current and power factor increase from 11.5 A at 2 BAR pressure to 15.4 A at 8 BAR pressure. The efficiency value of the induction motor used in the air compressor is 84%.

Keywords: Energy, Power, Efficiency, Compressor, Induction Motor

PENDAHULUAN

Bengkel merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang jasa berupa perawatan pada berbagai macam peralatan khususnya kendaraan. Dalam perawatan kendaraan bermotor memerlukan tenaga ahli atau mekanik. Selain itu perawatan kendaraan juga memerlukan

peralatan, teknologi, dan mesin-mesin pendukung lainya misalkan peralatan kunci-kunci, hidrolik, kompresor dan lain sebagainya. Kompresor adalah suatu mesin mekanik yang berfungsi untuk menempatkan fluida gas atau meningkatkan tekanan udara. Kompresor biasanya menggunakan mesin diesel/mesin bensin atau motor listrik sebagai tenaga

pengeraknya. Udara yang dihasilkan dari kompresor mempunyai tekanan yang berbeda-beda. Tergantung dari spesifikasi BAR yang dimiliki kompresor itu sendiri. Udara yang tertekan itu biasanya digunakan untuk mengisi angin ban, pembersihan peralatan/perkakas, gerinda udara, pengecatan dengan teknik spray, medis (*oilfree compressor*) dan lain sebagainya. Secara umum diterima bahwa kompresor adalah pesawat yang memampatkan udara atau gas. Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel, atau motor bensin sebagai tenaga penggerak. Selain itu, kompresor udara juga menjadi salah satu alat utama untuk melakukan beberapa pekerjaan lain seperti memberikan suplai udara untuk berbagai alat spray ataupun air brush, menjadi sebuah gerinda udara, dan lain sebagainya.

Menurut Haruna Taham (2004:35) bahwa cara kerja kompresor torak atau kompresor bolak-balik dibuat sedemikian rupa sehingga gerakan putar penggerak mula diubah menjadi gerak bolak-balik pada torak. Gerakan torak ini akan menghisap udara di dalam silinder dan memampatkannya. Bila proses engkol berputar dalam arah panah, torak bergerak ke bawah oleh tarikan engkol. Maka terjadilah tekanan negative (di bawah tekanan atmosfer) di dalam silinder, dan katup isap terbuka oleh perbedaan tekanan, sehingga udara terhisap.

Salah satu bagian komponen yang terpenting dalam alat kompresor listrik yaitu motor listrik. Motor listrik memiliki peranan penting sebagai komponen penggerak dari sistem kompresor yang akan dihubungkan oleh V-belt supaya pergerakan motor akan menyebabkan pergerakan pada silinder. Untuk itu perlu adanya perhitungan energi listrik pada alat kompresor listrik tersebut untuk diketahui penggunaan energi listriknya.

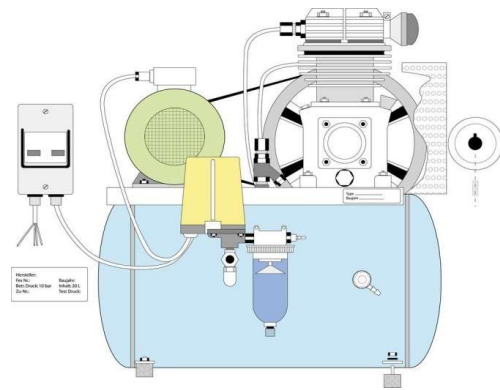
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan energi listrik dan daya pada kompresor udara berkapasitas 0,15 m³ dengan tekanan 8 BAR dan mengetahui efisiensi dari motor induksi yang digunakan pada kompresor udara.

KAJIAN PUSTAKA

Kompresor Udara

Secara umum diterima bahwa kompresor adalah pesawat yang memampatkan udara atau gas. Sebagian besar waktu, mereka menghisap udara dari atmosfer sekitarnya, tetapi mereka

juga menghirup udara atau gas terkompresi. (Risal & Pratama, 2022)



Gambar 1. Kompresor Udara

Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel, atau mesin bensin sebagai tenaga penggerak. Selain itu, kompresor udara juga menjadi salah satu alat utama untuk melakukan beberapa pekerjaan lain seperti memberikan suplai udara untuk berbagai alat spray ataupun air brush, menjadi sebuah gerinda udara, dan lain sebagainya.

Menurut Sujiatmo, Kompresor I (1981), kompresor dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan prinsip kerjanya yaitu kompresor perpindahan positif dan kompresor sentrifugal. Kompresor perpindahan positif mencakup model putar dan bolak-balik, keduanya dapat ditemukan di pasaran saat ini. Kompresor sentrifugal aksial dan radial adalah yang paling umum, meskipun ada berbagai jenis lainnya:

- a. Kompresor torak resiprokal adalah kompresor yang bekerja dengan torak di ruang silinder yang menghasilkan tekanan tinggi (5 kg/cm² atau lebih).
- b. Kompresor rotary adalah Rotor berputar di dalam ruang silinder untuk mengalirkan udara terkompresi, menciptakan kompresor. Kompresor putar ada dua jenis, yaitu berputar dan daun stasioner. Kebanyakan kompresor menggunakan kompresor daun berputar. Akibatnya, titik tertinggi daun sering ditemukan lebih dekat ke bagian dalam silinder. Perangkat penyegar udara bertekanan rendah sering menggunakan kompresor jenis ini. Rotor jenis ini memiliki jenis daun stasioner yang menempel pada lapisan luarnya, tetapi jenis daun yang berputar tidak.
- c. Kompresor ulir adalah kompresor berputar di mana sekrup saling berhadapan dan berputar untuk menggerakkan gas ke arah

aksial titik pivot. Ada dua rotor yang disatukan, dengan gigi jantan dan betina terletak pada rotor yang terpisah. Kompresor sekrup pada awalnya dikembangkan untuk menghasilkan kompresor udara tanpa minyak pelumas.

- d. Kompresor torak dua tingkat sistem pendingin udara mengompresi udara melalui banyak tahap dilakukan dengan menggunakan kompresor udara bertingkat. Menggunakan piston pertama, gas dipaksa masuk ke ruang silinder kedua, di mana ia diperas sampai tegangan yang sesuai tercapai sebelum didinginkan dan kembali bekerja. Saat tekanan naik, suhu udara akan naik, sehingga siklus pendinginan harus diselesaikan dengan menambahkan kerangka pendingin. Sistem yang mensirkulasikan air atau menggunakan AC sebagai metode pendinginan adalah hal yang umum di industri. (Risal & Pratama, 2022)

Motor Induksi

Pengertian motor induksi adalah motor listrik arus bolak-balik (AC) yang bekerja berdasarkan arus induksi. Putaran rotor pada motor induksi tidak sama atau terdapat perbedaan selisih putaran antara putaran rotor dan putaran medan pada stator. (Gianto & Hiendro, n.d.)



Gambar 2. Motor Induksi

Menurut Sujoto (1984), motor induksi sering disebut motor tidak serempak. Disebut demikian karena jumlah putaran rotor tidak sama dengan jumlah putaran medan magnet stator. Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama yaitu :

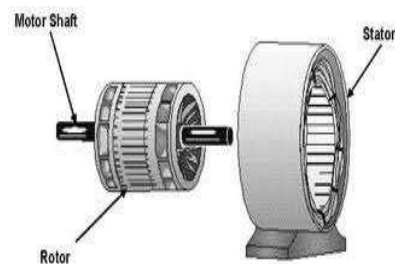
1. Motor induksi satu fasa. Motor ini hanya memiliki satu gulungan stator beroperasi dengan pasokan daya satu fasa, memiliki sebuah rotor sangkar tupai dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya
2. Motor induksi tiga fasa. Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fasa yang seimbang. Motor tersebut

memiliki kemampuan daya yang tinggi, jenis rotor sangkar tupai atau rotor lilitan dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyor, jaringan listrik dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp. (Harahap, 2016)

Menurut Chapman, 1999 Motor induksi satu fasa sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan yang memerlukan daya rendah dan kecepatan yang relatif konstan. Hal ini disebabkan karena motor induksi satu fasa memiliki beberapa kelebihan yaitu konstruksi yang cukup sederhana, kecepatan putar yang hampir konstan terhadap perubahan beban, dan umumnya digunakan pada sumber jala-jala satu fasa yang banyak terdapat pada peralatan listrik domestik. Walaupun demikian motor ini juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu kapasitas pembebanan yang relatif rendah, tidak dapat melakukan pengasutan sendiri tanpa pertolongan alat bantu dan efisiensinya yang rendah. Konstruksi motor induksi satu fasa hampir sama dengan motor induksi fasa banyak, yaitu terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor. (Rizki, 2019)

Konstruksi Motor Induksi

Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator yang diam. Diantara stator dengan rotor ada celah udara (gap) yang jaraknya sangat kecil.



Gambar 3. Motor Induksi

Komponen stator adalah bagian terluar dari motor yang merupakan bagian yang diam dan mengalirkan arus fasa. Stator terdiri dari susunan laminasi inti yang memiliki alur (*slot*) yang menjadi tempat kedudukan kumparan yang dililitkan dan berbentuk silindris. Motor induksi memiliki dua komponen yang utama, kedua komponen tersebut adalah:

1. Stator (bagian yang diam)

2. Rotor (bagian yang bergerak)

Stator dihubungkan ke catu tegangan AC. Rotor tidak dihubungkan secara listrik ke pencatu tetapi mempunyai arus yang diinduksikan kedalamnya oleh kerja transformator. Oleh sebab itu, stator kadang-kadang dianggap sebagai primer dan rotor sebagai sekunder motor.

Stator

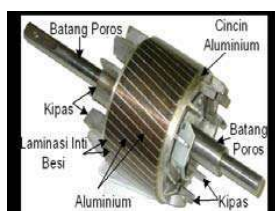
Inti stator terbuat dari lapis-lapis pelat baja beralur yang didukung dalam rangka stator yang terbuat dari besi tuang atau pelat baja yang di pabrikan. Lilitan-lilitan sama halnya dengan lilitan stator dari generator sinkron, diletakkan dalam alur stator yang terpisah 120 derajat. Lilitan fasa ini bisa tersambung delta ataupun bintang.



Gambar 4. Stator Motor Induksi

Rotor

Rotor dari motor sangkar tupai adalah konstruksi dari inti berlapis dengan konduktor dipasang paralel dengan poros dan mengelilingi permungknaan inti. Konduktornya tidak terisolasi dari inti karena arus rotor secara alamiah akan mengalir melalui tahanan yang paling kecil yaitu konduktor rotor. Pada setiap ujung rotor, konduktor rotor semuanya dihubung singkat dengan cincin ujung.konduktor rotor dan cincin ujung serupa dengan sangkar tupai yang berputar sehingga dinamakan demikian.



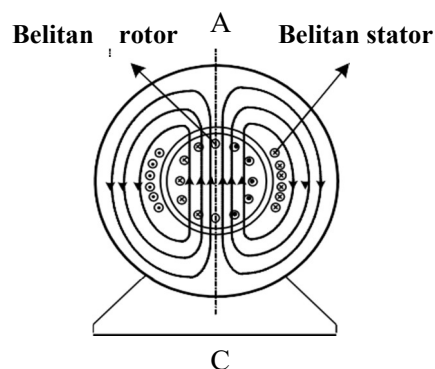
Gambar 5. Stator Motor Induksi

Batang rotor dan cincin ujung motor sangkar tupai yang lebih kecil adalah coran tembaga atau aluminium dalam satu lempengan pada inti rotor. Dalam motor yang lebih besar, batang rotor tidak dicor melainkan dibenamkan ke dalam alur rotor dan kemudian dilas dengan kuat ke cincin ujung. Batang rotor motor sangkar tupai tidak selalu ditempatkan paralel terhadap poros motor tetapi kerap kali di miringkan. Hal ini

menghasilkan torka yang lebih seragam dan juga mengurangi derau dengung magnet sewaktu motor sedang berkerja. (Harahap, 2016)

Prinsip Kerja Motor Induksi

Prinsip kerja motor induksi satu fasa dapat dijelaskan dengan menggunakan teori medan putar silang (*cross-field theory*) (Julian,1995). Jika suatu motor induksi satu fasa diberikan tegangan satu fasa maka arus sinusoidal terhadap waktu akan mengalir pada belitan tersebut. Arus stator ini akan menghasilkan medan magnet seperti yang ditunjukkan oleh garis putus-putus pada gambar dibawah:



Gambar 6. Medan Magnet Stator Berpuls Sepanjang Garis AC

Arus stator yang mengalir pada setengah periode pertama akan membentuk kutub utara di A dan kutub selatan di C pada permukaan stator. Pada setengah periode berikutnya, arah kutub-kutub stator menjadi terbalik. Meskipun kuat medan magnet stator adalah selalu berubah-ubah yaitu maksimum pada saat arus maksimum dan nol pada saat arus nol dan polaritasnya berbalik secara periodik, aksi ini hanya terjadi sepanjang sumbu AC. Dengan demikian, medan magnet ini tidak berputar tetapi hanya merupakan sebuah medan magnet berpuls pada posisi yang tetap (*stationary*). (Rizki, 2019)

Daya Listrik

Daya aktif atau daya nyata merupakan daya Listrik terpakai yang dapat diubah menjadi tenaga mekanik, dinyatakan dalam W (Watt). Besar daya aktif dapat dinyatakan dengan persamaan: (Situmeang & Abi Hamid, 2023)

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (1)$$

Energi Listrik

Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986).

Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain.

Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motor listrik dan lain-lain. Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Energi Listrik dapat dihitung dengan persamaan: (Amali et al., 2024)

$$E = P \times t \quad (2)$$

Efisiensi Motor Induksi 3 Phasa

Efisiensi motor induksi diartikan sebagai ukuran efisiensi motor induksi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, yang dinyatakan sebagai rasio / rasio daya keluaran terhadap daya masukan.

Definisi efisiensi energi NEMA adalah bahwa efisiensi adalah rasio atau rasio daya keluaran yang berguna terhadap daya masukan total, yang dinyatakan sebagai persentase. Biasanya juga dinyatakan dengan rasio input dan output *power to loss*.

Efisiensi motor induksi 3 phasa dapat dihitung dengan persamaan: (Ahmad et al., 2020)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (3)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kepustakaan untuk mengetahui bagaimana metode yang dipakai didalam

perhitungan energi listrik pada kompresor udara berkapasitas 0,15 m³ dan metode eksperimen untuk melakukan pengukuran terhadap penggunaan energi listrik pada kompresor udara berkapasitas 0,15 m³ sehingga dapat mengumpulkan data terhadap objek.

Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan untuk mengumpulkan data sebagai berikut:

1. Pada pengujian dilakukan dengan memperkirakan sumber energi dengan mengacu pada alat ukur multimeter monitor untuk mengetahui nilai arus, tegangan, dan cos phi;
2. Pastikan multimeter monitor dalam kondisi baik dan siap digunakan;
3. Siapkan catatan atau lembar kerja untuk mencatat hasil pengukuran;
4. Hubungkan multimeter monitor dengan sumber listrik yang akan diukur energinya;
5. Hubungkan probe multimeter dengan hati-hati ke titik yang telah ditentukan pada sirkuit Listrik;
6. Amati hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar monitor dan *pressure gauge* serta waktu tempuh pada stopwatch;
7. Lakukan 3 kali pengukuran untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil;
8. Evaluasi hasil pengukuran untuk mendapatkan informasi energi listrik yang sedang diukur;
9. Pastikan nilai-nilai yang diperoleh sesuai dengan harapan yang sedang diteliti.

PEMBAHASAN

Spesifikasi Motor Induksi

Spesifikasi motor induksi yang digunakan dalam penelitian adalah:

Tabel 1. Spesifikasi Alat Pencacah

Merek	Jiayu JY
Tipe	BDCW
Power	5 HP / 3.1 kw / 0.75 pk
RPM	1460
Volt	220 V / 1Fasa
Kelas	F
Diameter As	28 mm
Ampere	25 A
Frekuensi	50 Hz

Data Pengujian

Data yang diperoleh dari objek penelitian kompresor udara dengan dimensi tabung 0,15 m³ berpengerak motor induksi 1 fasa 5 HP adalah Arus, Tegangan, Faktor Daya (Cos Phi), tekanan dan waktu motor bekerja sesuai dengan tekanan tabung kompresor yang sudah diperkirakan dan kapan motor berhenti bekerja, khususnya pada saat tekanan tabung mencapai 8 BAR.

Data yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 2. Data Pengukuran Tegangan

Tekanan Awal (Atm)	Tekanan Terukur (Bar)	Waktu (menit)	Waktu (h)	Tegangan (Volt)
1	2	02:36	0,030	210
1	3	03:48	0,050	209
1	4	05:09	0,083	208
1	5	06:39	0,100	208
1	6	08:29	0,130	206
1	7	10:27	0,160	206
1	8	13:05	0,210	204

Tabel 3. Data Pengukuran Kuat Arus

Tekanan Awal (Atm)	Tekanan Terukur (Bar)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Arus (Ampere)
1	2	02:36	0,03	11,5
1	3	03:48	0,05	12,1
1	4	05:09	0,083	12,9
1	5	06:39	0,1	12,8
1	6	08:29	0,13	14,2
1	7	10:27	0,16	14,8
1	8	13:05	0,21	15,4

Tabel 4. Data Pengukuran Cos Phi

Tekanan Awal (Atm)	Tekanan Terukur (Bar)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Cos φ
1	2	02:36	0,03	0,41
1	3	03:48	0,05	0,42
1	4	05:09	0,083	0,44
1	5	06:39	0,1	0,46
1	6	08:29	0,13	0,46
1	7	10:27	0,16	0,47
1	8	13:05	0,21	0,48

Perhitungan Daya dan Energi Motor Induksi

Data pada tabel hasil pengamatan digunakan untuk menghitung daya dan energi yang digunakan untuk pengisian udara di dalam tabung menurut persamaan (1) dan (2) sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan Daya

Tekanan Awal (Atm)	Tekanan Terukur (Bar)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Cos φ	Daya (Watt)
1	2	210	11,5	0,41	990,150
1	3	209	12,1	0,42	1062,138
1	4	208	12,9	0,44	1180,138
1	5	208	12,8	0,46	1224,704
1	6	206	14,2	0,46	1345,593
1	7	206	14,8	0,47	1432,930
1	8	204	15,4	0,48	1507,960

Tabel 6. Perhitungan Energi

Tekanan Awal (Atm)	Tekanan Terukur (Bar)	Daya (Watt)	Waktu (h)	Energi (Wh)	Energi (kWh)
1	2	990,150	0,030	29,704	0,029704
1	3	1062,138	0,050	53,106	0,053106
1	4	1180,138	0,083	97,990	0,09799
1	5	1224,704	0,100	122,470	0,122470
1	6	1345,593	0,130	174,926	0,174926
1	7	1432,930	0,160	229,268	0,229268
1	8	1507,960	0,210	316,671	0,316671

Perhitungan Efisiensi Motor Induksi

Efisiensi motor induksi merupakan hasil dari perbandingan antara daya output yang dihasilkan oleh motor induksi terhadap daya input yang dibutuhkan oleh motor tersebut.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% = \frac{3100}{3685} \times 100 \%$$

$$\eta = 84 \%$$

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian, perhitungan dan analisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan energi dan daya listrik pada kompresor udara dengan kapasitas 0,15 m³ berpengerak motor induksi 1 fasa 5 HP didapati terjadi peningkatan penggunaan energi dan daya listrik ketika tekanan udara pada kompresor tinggi dan juga nilai arus serta faktor daya meningkat dari arus 11,5 A pada tekanan 2 BAR naik menjadi 15,4 A pada tekanan 8 BAR
2. Nilai efisiensi dari motor induksi yang digunakan pada kompresor udara sebesar 84%

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Zondra, E., & Yuvendius, H. (2020). Analisis efisiensi motor induksi tiga fasa akibat perubahan tegangan. *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, Dan Industri*, 5(1), 35–43.
- Amali, L. M. K., Mohamad, Y., Tolago, A. I., Elysiantobuo, N., & Dako, A. Y. (2024). Analisis konsumsi energi listrik menggunakan metode intensitas konsumsi energi. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 103–107.
- Gianto, R., & Hiendro, A. (n.d.). Evaluasi Kinerja Motor Induksi 3 Fasa 100 Hp/75 Kw Pada Panel Star–Delta Di Pdam Tirta Raya Adi Sucipto Kubu Raya. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 8(2).
- Harahap, P. (2016). Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulink Matlab. *Media Elekrika*, 9(2).
- Risal, S., & Pratama, C. W. (2022). ANALISA MENURUNYA PRODUKSI UDARA BERTEKANAN PADA KOMPRESOR DI MT. KURAU/P. 59. *JURNAL VENUS*, 10(2), 55–64.
- Rizki, M. F. S. (2019). Analisis Performansi Motor Induksi Satu Fasa Dengan Perbandingan Suplai Daya v/f Konstan Pada Blower Dengan Menggunakan Matlab. *JOURNAL OF ELECTRICAL AND SYSTEM CONTROL ENGINEERING*, 2(2), 80–97.
- Situmeang, J. M., & Abi Hamid, M. (2023). Analisis perbandingan faktor daya pada motor kompresor type electromotor 15 KW. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 106–112.