

ANALISIS KECEPATAN PENGISIAN UDARA PADA KOMPRESOR BERKAPASITAS 0,15 m³

JEMMYANUS PETRUS BOTA AMA JAWA
SURIANTO BUYUNG

Program Studi Diploma IV Teknik Mesin

Politeknik Saint Paul Sorong

Email : tmpoltekstpaul22@gmail.com; jimmyjava345@gmail.com

ABSTRAK

Kompresor adalah suatu perangkat mekanis atau elektrik yang dirancang untuk meningkatkan tekanan atau kepadatan suatu zat, seperti udara atau gas, dengan mengurangi volume zat tersebut. Kompresor bisa bekerja, biasanya menggunakan mesin bensin atau mesin diesel sebagai tenaga penggerak. Kompresor itu sendiri memiliki kecepatan dalam proses pengisian. Lebih sederhananya disebut dengan siklus kerja kompresor yang berbeda pula tergantung jenis kompresor yang dipakai. Dimana ada jumlah waktu untuk mengisi atau memuat dan ada jumlah waktu untuk istirahat. Hal ini sangat penting untuk diperhatikan karena siklus kerja memengaruhi seberapa banyak udara yang dapat dihasilkan kompresor selama periode waktu tertentu. Jika menggunakan banyak udara selama bekerja, sementara kompresor udara dengan siklus kerja yang cukup atau kurang mungkin tidak dapat memenuhi total penggunaan udara.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tekanan maksimal angin dan kecepatan pengisian udara pada kompresor berkapasitas 0,15 m³. Hasil dari penelitian ini adalah Tekanan udara maksimal kompresor yang ditetapkan sebesar 8 Bar dan Laju kecepatan pengisian udara pada kompresor berkapasitas 0,15 m³ didapati terjadi penurunan saat tekanan pada pressure gauge meningkat dari volume 0,0020 m³ pada tekanan 6 Bar menjadi 0,0017 m³ pada tekanan 8 Bar. Sesuai dengan pernyataan hukum Boyle yang dimana jika tekanan gas meningkat, volume gas akan berkurang secara proporsional, dan sebaliknya.

Kata Kunci : kompresor, tekanan, pengisian udara

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

Kehidupan manusia sekarang ini membutuhkan sesuatu yang dapat membuat manusia dapat menjalani kehidupannya dengan baik dan tenang. Fasilitas yang baik dapat mendukung manusia untuk menciptakan suasana yang nyaman saat bekerja dan beraktivitas. Bagi

yang sering berurusan dengan mesin, tentu memahami bahwa kompresor adalah suatu teknologi yang tercipta dan sangat membantu kehidupan manusia.

Kompresor adalah suatu perangkat mekanis atau elektrik yang dirancang untuk meningkatkan tekanan atau kepadatan suatu zat, seperti udara atau gas, dengan mengurangi volume zat

tersebut. Biasanya alat ini digunakan untuk mengisi angin pada ban kendaraan, proses pengecatan dengan menggunakan alat *spray*, hingga sistem penggerak pneumatik. (Lestari, 2024)

Pendidikan Tinggi Vokasi juga membentuk peserta didik yang mulai memikirkan pentingnya berinovasi merancang dan membuat media-media belajar yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian besaran-besaran penting untuk mengukur kinerja sebuah mesin. Karakteristik pengisian udara pada kompresor sangat tergantung pada jenis dan kapasitas dari kompresor itu sendiri.

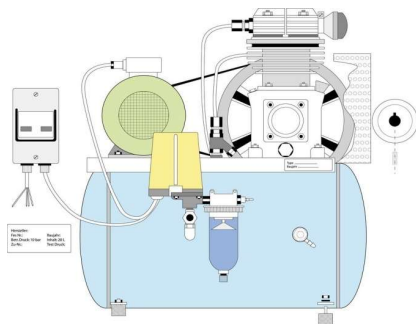
Siklus kerja ini sangat penting untuk diperhatikan karena memengaruhi seberapa banyak udara yang dapat dihasilkan kompresor selama periode waktu tertentu. Jika kompresor udara memiliki siklus kerja yang kurang, maka tidak akan dapat memenuhi total penggunaan udara operasional.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan secara spesifik untuk menganalisis kecepatan pengisian udara rata-rata fungsional pada kompresor berkapasitas 0,15 m³ dengan batasan variasi tekanan dinamis pada tingkat 6 Bar, 7 Bar, dan 8 Bar.

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 Sujatmo, 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)

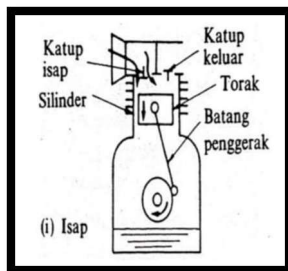
Sistem Kerja Kompresor

Udara yang masuk ke dalam kompresor kemudian dikompresikan oleh piston di dalam silinder kompresor. Dengan gerakan piston yang melakukan kompresi di dalam silinder, maka terjadi perubahan tekanan udara serta perubahan volume yang mengakibatkan tekanan udara semakin tinggi. (Sularso, 2000)

Cara kerja kompresor sebagai berikut:

1. Langkah Hisap

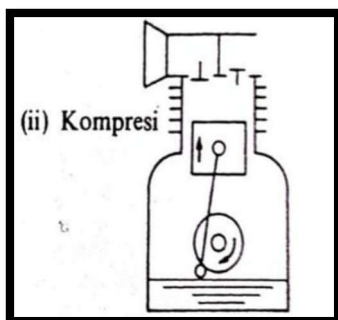
Bila poros engkol berputar mengikuti arah panah, maka piston bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah) oleh tarikan engkol. Disinilah terjadi tekanan negatif (di bawah tekanan atmosfer) di dalam silinder, dan kemudian katup hisap terbuka oleh perbedaan tekanan, sehingga udara dari luar terisap.



Gambar 2. Langkah Hisap

2. Langkah Kompresi

Bila poros engkol berputar mengikuti arah panah dan piston bergerak dari TMB (titik mati bawah) ke TMA (titik mati atas), katup hisap dan katup keluar tertutup dan udara di dalam silinder dimampatkan.

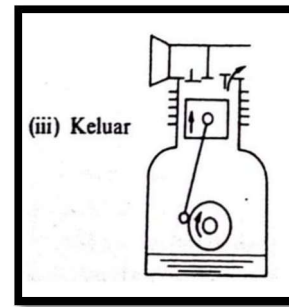


Gambar 3. Langkah Kompresi

3. Langkah Keluar

Piston bergerak ke arah atas, dan tekanan di dalam ruang silinder akan naik sehingga

katup akan terbuka oleh tekanan udara. Sehingga udara keluar dari ruang silinder.



Gambar 4. Langkah Keluar

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 5. Motor Induksi

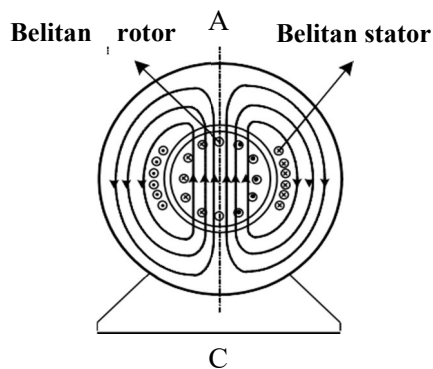
Menurut Sujoto (1984), motor induksi sering disebut motor tidak serempak. Disebut demikian karena jumlah putaran rotor tidak sama dengan jumlah putaran medan magnet stator. Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama yaitu :

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)

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 Berpulsa 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 berpulsa pada posisi yang tetap (*stationary*). (Rizki, 2019)

Laju Pengisian Udara

Debit aliran adalah besaran yang menunjukkan volume fluida yang mengalir melalui suatu penampang dalam satu satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam liter per detik (L/s) atau meter kubik per detik (m³/s). (ROCHANI & Widiawaty, 2025)

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Laju pengisian udara dihitung menurut persamaan debit.

Volume Udara

Hasil percobaan yang dilakukan Boyle menyatakan bahwa suhu gas dalam bejana tertutup yang dijaga konstan, tekanan gas akan berbanding terbalik dengan volumenya. Gas dalam dua keadaan kesetimbangan yang berbeda, dan pada suhu konstan, diperoleh persamaan berikut:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad (2)$$

Persamaan ini menggambarkan proses isothermal yang terjadi secara konstan suhu, persamaan tersebut disebut Hukum Boyle. (Riana & Anggini, 2024)
Volume udara menggunakan persamaan dari Hukum Boyle.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Sekumpulan hasil penelitian tidak terbatas sampai pada pengumpulan data yang diterima dan penyusunan proposal penelitian melainkan menggunakan metode eksperimen. Adapun metode eksperimen yang dilakukan adalah dengan melakukan proses pengambilan data menggunakan kompresor, alat dan bahan sesuai langkah-langkah dalam prosedur penelitian.

Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan untuk mengumpulkan data sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan;

- Sebelum menyalakan kompresor tutuplah dulu keran angin;
- Nyalakan kompresor dan stopwatch secara bersamaan agar waktu tekanan dan kecepatan pengisian dapat tercatat dengan baik;
- Perhatikan monitor daya agar dapat mengetahui arus listrik dan tegangan listrik;
- Jika data telah didapat, langsung masukan pada tabel data.
- 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 Motor Induksi dan Tabung Kompresor

Motor Induksi	
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
Tabung Kompresor	
Panjang shell silinder	47,65 inch
Diameter luar silinder	15,43 inch
Tipe head	Elliptical
Tekanan operasi	116,03 psi
Tekana desigh	100 psi
Temperatur design	85° f
Corrosion Allowance	0,078 inch
Tekanan	8 BAR

Data Penelitian

Data yang diperoleh dari objek penelitian kompresor udara dengan dimensi tabung 0,15 m³ berpengerak motor induksi 1 fasa 5 HP adalah waktu pengisian tabung kompresor saat kondisi tabung kosong atau dikenal 1 atm sampai tekanan pada tabung mencapai 6 Bar, 7 Bar dan 8 Bar. Data yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 2. Data Pengukuran Waktu Pengisian

Tekanan Awal P ₁ (Atm)	Tekanan Terukur P ₂ (Bar)	Waktu t (menit)
1	6	06 : 45
1	7	08 : 33
1	8	11 : 31

Hasil pengukuran dapat dikonversi sebagai berikut:

Waktu : 06 : 45 menit = 405 detik

08 : 33 menit = 513 detik

11 : 31 menit = 691 detik

Volume: 150 L = 0.15 m³

Tekanan Awal (P₁): 1 atm ≈ 101325 Pa

Tekanan Akhir (P₂): 6 bar = 600000 Pa

7 bar = 700000 Pa

8 bar = 800000 Pa

Perhitungan Volume Udara Masuk

Perhitungan volume udara masuk menurut persamaan (2) sebagai berikut

Untuk tekanan 6 BAR

$$V_1 = (P_2 V_2) / P_1$$

$$= (600000 \text{ Pa} \times 0.15 \text{ m}^3) / 101325 \text{ Pa}$$

$$= 0.88$$

Untuk tekanan 7 BAR

$$V_1 = (P_2 V_2) / P_1$$

$$= (700000 \text{ Pa} \times 0.15 \text{ m}^3) / 101325 \text{ Pa}$$

$$= 1.03 \text{ m}^3$$

Untuk tekanan 8 BAR

$$V_1 = (P_2 V_2) / P_1$$

$$= (800000 \text{ Pa} \times 0.15 \text{ m}^3) / 101325 \text{ Pa}$$

$$= 1.18 \text{ m}^3$$

Jadi, hasil pengukuran diatas merupakan hasil jumlah udara pada tekanan atmosfer yang masuk ke tangki.

Perhitungan Laju Pengisian Udara

Laju pengisian udara (Q) dihitung dengan menggunakan persamaan (1):

- Perhitungan laju pengisian rata-rata (Volume per satuan waktu) pada saat tekanan udara didalam tabung 1 atm sampai mencapai 6 Bar.

$$Q = 0.88 \text{ m}^3 / 405 \text{ detik}$$

$$Q = 0.0021 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Perhitungan laju pengisian rata-rata (Volume per satuan waktu) pada saat tekanan udara didalam tabung 1 atm sampai mencapai 7 Bar.

$$Q = 1.03 \text{ m}^3 / 513 \text{ detik}$$

$$Q = 0.0020 \text{ m}^3/\text{detik}$$

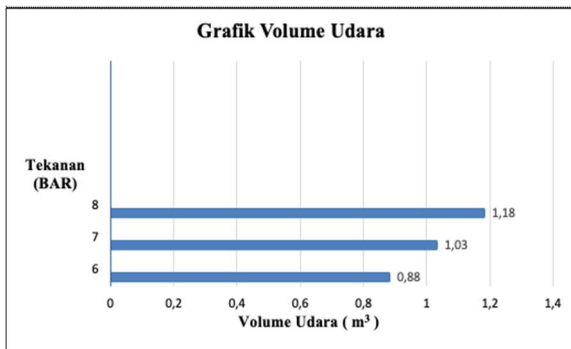
- Perhitungan laju pengisian rata-rata (Volume per satuan waktu) pada saat tekanan udara didalam tabung 1 atm sampai mencapai 8 Bar.
 $Q = 1.18 \text{ m}^3 / 691 \text{ detik}$
 $Q = 0.0017 \text{ m}^3/\text{detik}$

Hasil perhitungan dapat ditabelkan sebagai berikut:

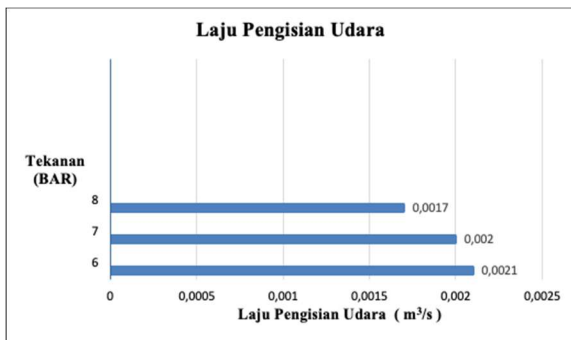
Tabel 3. Nilai Volume Udara dan Laju Pengisian Udara

Tekanan Awal (Atm)	Tekanan Terukur (Bar)	Waktu (menit)	Volume udara masuk V_1 (m^3)	Laju pengisian udara Q (m^3/s)
1	6	06 : 45	0,88	0,0021
1	7	08 : 33	1,03	0,0020
1	8	11 : 31	1,18	0,0017

Grafik hubungan tekanan dan volume udara serta hubungan tekanan dan laju pengisian udara dapat disajikan dalam gambar berikut:



Gambar 7. Grafik Hubungan Tekanan dan Volume Udara



Gambar 8. Grafik Hubungan Tekanan dan Laju Pengisian Udara

PENUTUP

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

1. Tekanan udara maksimal kompresor yang ditetapkan sebesar 8 BAR.
2. Laju kecepatan pengisian udara pada kompresor berkapasitas 0,15 m^3 didapati terjadi penurunan laju pengisian ketika tekanan pada pressure gauge meningkat dari volume 0,0020 m^3 pada tekanan 6 Bar menjadi 0,0017 m^3 pada tekanan 8 Bar. Sesuai dengan pernyataan hukum Boyle yang dimana jika tekanan gas meningkat, volume gas akan berkurang secara proposional, dan sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- 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).
- Lestari, B. (2024). *Proses Standar Pemasangan Propeller pada Kapal Cepat Pilot Boat PT. Dok Dan Perkapalan Kodja Bahari Batam*.
- Riana, M., & Anggini, A. (2024). Hukum-Hukum Gas Ideal. *Pentagon: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(3), 1–7.
- 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.
- ROCHANI, S. I., & Widiawaty, C. D. (2025). Pengaruh Variasi Material terhadap Penurunan Tekanan Pada Gooseneck Pipa Kompresor Udara secara Analitik.

Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin,
(1), 941–949.

Sularso, I. (2000). Pompa dan kompresor:
pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan.
(*No Title*).