

Analisis Performa Kompresor Sentrifugal Tag Number 24K2 PT. Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit IV

R.Muhammad Rizky Ardiza^{1*}, Edahwati Luluk²

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jl.Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jl.Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: rizkyardiza28@gmail.com

Abstract

This study aims to compare the performance of the centrifugal compressor 24K2 based on baseline data and current operating conditions. The analysis includes comparisons of power, isentropic efficiency, and mass flow rate to provide optimization recommendations for improving the performance and reliability of the compressor in supporting production processes. The research data consists of secondary data in the form of operational parameters obtained from the company's data sheet as baseline data and primary data in the form of actual data collected weekly from the control room. The results show that the actual power of the 24K2 compressor consistently exceeds the baseline data for the second case, which is 1175.97 kW. This increase is attributed to a higher mass flow rate, with actual values ranging from 7.92 to 7.95 kg/s compared to the baseline data of 7.47 kg/s. The isentropic efficiency of the actual data remains stable with the baseline data, indicating consistent performance. However, the power and isentropic efficiency analysis graph reveals an inverse relationship; when the actual power increased in the second week to 1273.51 kW, the efficiency decreased to 69.63%. These findings emphasize the need for mass flow rate optimization and continuous monitoring to maintain the compressor's operational efficiency and reliability.

Keywords: centrifugal, compressor, efficiency, isentropic, performance.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa kompresor sentrifugal 24K2 berdasarkan *base line data* dan kondisi operasi saat ini. Analisis mencakup perbandingan daya, efisiensi isentropik, dan laju aliran massa untuk memberikan rekomendasi pengoptimalan guna meningkatkan kinerja dan keandalan kompresor dalam mendukung proses produksi. Data penelitian terdiri dari data sekunder berupa parameter operasi yang diperoleh dari *data sheet* perusahaan sebagai *base line data*, dan data primer berupa data aktual yang diambil secara berkala setiap minggu dari *control room*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya aktual kompresor 24K2 secara konsisten melebihi *base line data case* kedua sebesar 1175,97 kW, disebabkan oleh peningkatan jumlah aliran massa dengan nilai aktual sebesar 7,92 hingga 7,95 kg/s dibandingkan *base line data* 7,47 kg/s. Efisiensi isentropik data aktual tetap stabil dengan *base line data*, menunjukkan kinerja yang konsisten. Pada analisis grafik daya dan efisiensi isentropik menunjukkan hubungan terbalik, ketika daya aktual naik pada minggu kedua menjadi 1273,51 kW, efisiensi turun menjadi 69,63%. Hasil ini menekankan perlunya pengoptimalan jumlah aliran massa untuk menjaga efisiensi dan keandalan operasional.

Kata kunci: sentrifugal, kompresor, efisiensi, isentropik, performa.

1. Pendahuluan

Kompresor sentrifugal adalah mesin yang digunakan untuk meningkatkan tekanan gas dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Prinsip kerjanya melibatkan perputaran *impeller* yang akan mempercepat gas yang masuk ke dalam kompresor. Ketika gas dipaksa bergerak ke luar oleh bilah-bilah *impeller*, gaya sentrifugal yang dihasilkan meningkatkan

kecepatan gas secara signifikan [1]. Gas yang bergerak cepat ini kemudian diarahkan ke *diffuser*, di mana energi kinetiknya diubah menjadi energi tekanan, menghasilkan gas bertekanan tinggi yang keluar dari kompresor [2].

Menurut Gresh [3], proses kompresi dalam kompresor sentrifugal dimulai dengan gas yang masuk ke dalam kompresor dan diarahkan ke *impeller* yang berputar. *Impeller* ini memiliki bilah-bilah

yang berfungsi untuk mengarahkan gas dan menambah energinya. Ketika *impeller* berputar, gas yang berada di sekitarnya juga mulai bergerak dengan gerakan rotasi yang cepat. Gerakan rotasi ini menciptakan gaya sentrifugal yang menyebabkan gas bergerak ke arah luar dari pusat *impeller*.

Evaluasi performa kompresor sentrifugal mencakup berbagai aspek, termasuk efisiensi isentropik dan daya yang dibutuhkan kompresor, dengan perbandingan operasi kompresor pada *base line data*. Analisis ini melibatkan pemantauan parameter seperti suhu, tekanan, dan aliran massa.

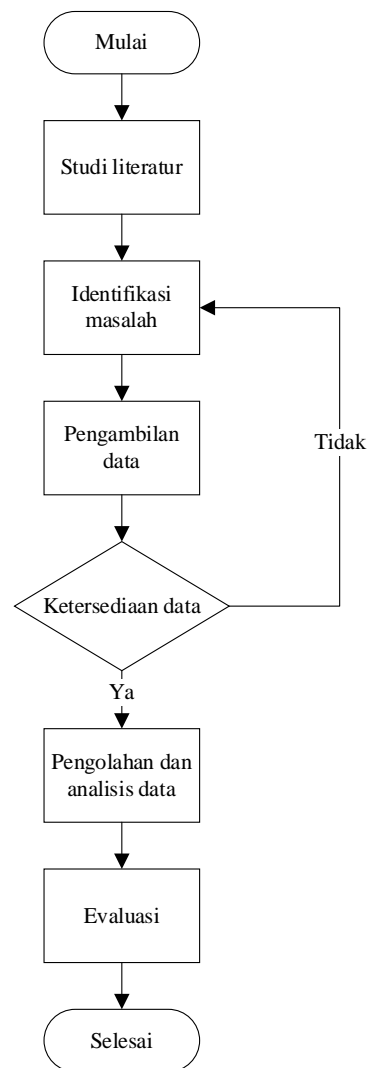
Kompresi isentropik berperan penting dalam analisis kinerja mesin termodinamika, menjadi landasan teoritis yang penting dalam memahami bagaimana gas dikompresi secara optimal. Proses ini menggambarkan kompresi adiabatik yang ideal di mana energi kerja yang diterapkan pada gas sepenuhnya diubah menjadi energi internal, tanpa disertai perubahan entropi. Memahami konsep ini tidak hanya penting untuk evaluasi kinerja kompresor dan turbin, tetapi juga untuk merancang sistem yang lebih efisien dalam industri termodinamika [4].

Dengan tersedianya beberapa data operasi, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa kompresor sentrifugal berdasarkan *base line data* dan kondisi operasi saat ini. Analisis mencakup perbandingan daya, efisiensi, dan laju aliran massa. Tujuan akhirnya adalah memberikan rekomendasi pengoptimalan kompresor guna meningkatkan kinerja dan keandalan kompresor dalam mendukung proses produksi yang optimal.

2. Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan mengevaluasi performa kompresor sentrifugal *tag number* 24K2, pengumpulan data dilakukan dengan membagi data menjadi data primer dan data sekunder. Data sekunder berupa parameter operasi kompresor yang diperoleh dari data sheet perusahaan sebagai baseline data. Sementara itu, data primer berupa data aktual yang digunakan dalam analisis dan perhitungan performa, diambil secara langsung di lapangan dari *control room*. Pengambilan data primer dilakukan secara berkala, yaitu satu kali setiap minggu.

Proses penelitian mengikuti bagan diagram alir pada gambar 1. Berdasarkan diagram alir tersebut, keputusan diambil apabila data primer dan sekunder telah terpenuhi. Tahapan berikutnya adalah pengolahan data yang kemudian dianalisis ke dalam bentuk grafik. Analisis ini digunakan untuk mengevaluasi performa kompresor secara menyeluruh, sehingga dapat memberikan hasil yang akurat untuk rekomendasi perbaikan.



Gambar 1. Diagram alir

2.1 Kompresi Isentropik

Kompresi isentropik adalah proses termodinamika di mana gas dikompresi secara adiabatik dan *reversibel*, sehingga tidak ada pertukaran panas dengan lingkungan dan tidak ada perubahan entropi [5]. Dalam konteks ini, semua kerja yang

dilakukan pada gas diubah sepenuhnya menjadi peningkatan energi internalnya. Proses ini sering digunakan sebagai model ideal dalam analisis termodinamika untuk mengevaluasi kinerja kompresor, turbin, dan sistem lainnya.

Proses isentropik atau adiabatik menggambarkan kondisi operasi yang paling efisien secara teoretis, di mana tidak ada kerugian energi akibat gesekan atau ketidaksempurnaan mekanis lainnya [6]. Konsep ini dapat menilai seberapa dekat kinerja aktual mesin dengan kondisi idealnya. Analisis digunakan untuk mengidentifikasi potensi peningkatan efisiensi dalam desain dan operasi sistem termodinamika.

2.2 Teknik Pengolahan Data

Metode perhitungan yang digunakan berdasarkan beberapa asumsi untuk menyederhanakan proses perhitungan. Asumsi-asumsi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Komponen yang dianalisa dalam keadaan *steady state*
2. Proses yang terjadi pada kompresor merupakan proses isentropik
3. Proses yang terjadi di dalam kompresor tidak dijabarkan secara detail karena mengacu pada data operasi atau *data sheet* yang ada

a. kerja aktual

Menurut Talumesang, dkk. [7], untuk mencari nilai kerja aktual perlu diketahui nilai entalpi dari *inlet* dan *outlet* kompresor, Kerja aktual merupakan jumlah energi yang dibutuhkan kompresor untuk mengompresi gas atau udara. Rumus untuk mencari kerja aktual adalah:

$$W = h_2 - h_1 \quad (1)$$

Di mana:

W = kerja aktual (Kj/Kg)

h_1 = entalpi *inlet* (Kj/Kg)

h_2 = entalpi *outlet* (Kj/Kg)

b. kerja isentropik

Kerja isentropik adalah jumlah energi yang dibutuhkan kompresor untuk mengompresi udara secara isentropik, yaitu

dengan mengabaikan perpindahan kalor [8]. Rumus untuk mencari kerja isentropik adalah:

$$W_s = h_{2s} - h_1 \quad (2)$$

Di mana:

W_s = kerja ideal (Kj/Kg)

h_1 = entalpi *inlet* (Kj/Kg)

h_{2s} = entalpi *outlet* isentropik (Kj/Kg)

c. efisiensi isentropik

Efisiensi isentropik adalah rasio antara kerja ideal dengan kerja aktual [9]. Rumus untuk mencari efisiensi isentropik adalah:

$$\eta_s = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} 100\% \quad (3)$$

Di mana:

η_s = efisiensi isentropik (%)

h_1 = entalpi *inlet* (Kj/Kg)

h_{2s} = entalpi *outlet* isentropik (Kj/Kg)

d. daya kompresor

Daya adalah jumlah energi yang dibutuhkan kompresor untuk mengompresi udara per satuan waktu [10]. Rumus untuk mencari daya adalah:

$$\dot{W} = (h_2 - h_1) \times \dot{m} \quad (4)$$

Di mana:

\dot{W} = daya (Kw)

\dot{m} = *mass flow* (Kg/s)

h_1 = entalpi *inlet* (Kj/Kg)

h_2 = entalpi *outlet* (Kj/Kg)

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk menyajikan hasil evaluasi performa kompresor sentrifugal 24K2, dimulai dengan data pengamatan, dilanjutkan dengan pengolahan data, lalu analisa hasil perhitungan.

3.1. Data Pengamatan

Data ini mencakup berbagai parameter penting seperti temperatur *inlet*, temperatur *outlet*, tekanan *inlet*, tekanan *outlet*, daya kompresor, dan *mass flow* dari kompresor. Data pengamatan *base line data* terbagi dua *case*, dengan perbedaan besar *mass flow* yang memasuki kompresor. Data pengamatan operasi aktual diambil satu kali setiap satu minggu.

Tabel 1. Base line data operasi kompresor 24K2

Parameter	Case 1		Case 2	
	Sect 1	Sect 2	Sect 1	Sect 2
p₁ (bar)	0,26	2,42	0,46	2,42
p₂ (bar)	2,42	16,34	2,42	16,34
T₁ (°C)	-38	-11	-33	-11
T₂ (°C)	-11	88	-11	88
ṁ (kg/s)	2,85	5,71	3,36	7,47

Tabel 2. Data operasi aktual kompresor 24K2

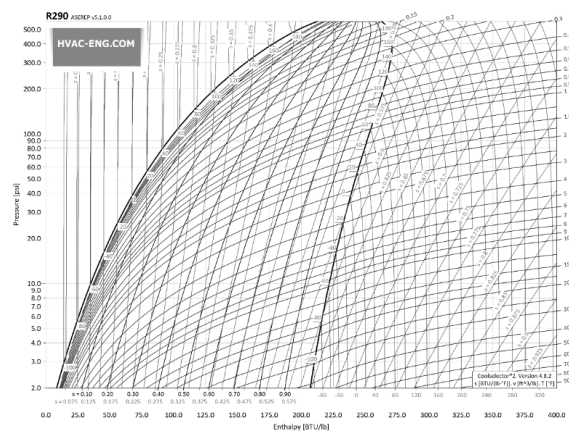
Minggu ke-	Sect	p ₁ (bar)	p ₂ (bar)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	ṁ (kg/s)
1	1	0,28	2,05	-30,15	-13,13	2,87
	2	2,05	16,20	-13,13	89,66	7,94
2	1	0,26	2,10	-31,93	-13,42	2,85
	2	2,10	15,80	-13,42	89,33	7,95
3	1	0,23	2,10	-31,60	-13,48	2,81
	2	2,10	16,50	-13,48	88,45	7,93
4	1	0,21	2,02	-31,42	-13,31	2,83
	2	2,02	16,50	-13,31	89,13	7,92
5	1	0,24	1,98	-30,22	-13,30	2,86
	2	1,98	16,20	-13,30	88,65	7,95

3.2. Pengolahan Data

Evaluasi performa kompresor sentrifugal dapat dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan yaitu kerja aktual, kerja isentropik, efisiensi isentropik, dan daya kompresor.

a. Nilai entalpi

Untuk menentukan nilai entalpi, perlu mengidentifikasi apakah gas tersebut berada dalam kondisi jenuh (*saturated*) atau *superheated*. Untuk mengidentifikasi kondisi propan R290, digunakan grafik *pressure-enthalpy* (P-h) untuk propane R290. Grafik *pressure-enthalpy* (P-h) untuk propane R290 ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram P-h R290

Setelah diketahui bahwa kondisi propan adalah *superheated*, selanjutnya

adalah menentukan nilai entalpi dari tabel A-18 *properties of superheated propane* [11]. Nilai entalpi ini didapatkan dengan proses interpolasi untuk mendapatkan nilai yang sesuai dengan kondisi operasi. Lalu menentukan nilai entalpi isentropik pada *outlet* kompresor, dapat dilakukan dengan menentukan nilai entropi pada *inlet* kompresor dengan persamaan (5) [12].

$$S_1 = S_{2s} \tag{5}$$

Di mana:

S_1 = entropi *inlet*

S_{2s} = entropi isentropik *outlet*

Setelah mendapatkan nilai selanjutnya dapat menentukan nilai dengan melakukan interpolasi pada tabel A-18 *properties of superheated propane*. Setelah mendapatkan semua nilai entalpi *inlet* dan *outlet* serta entalpi isentropiknya, dapat dilakukan perhitungan performa kompresor. Nilai entalpi kompresor dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai entalpi

Data	Sect	h ₁ (kJ/kg)	h ₂ (kJ/kg)	h _{2s} (kJ/kg)
Base line data (case 1)	1	430,78	461,44	560,00
	2	461,44	607,82	556,66
Base line data (case 2)	1	436,96	461,44	522,39
	2	461,44	607,82	556,92
Minggu 1	1	441,95	459,69	563,11
	2	459,69	611,92	563,15
Minggu 2	1	439,50	459,00	565,81
	2	459,00	612,20	559,76
Minggu 3	1	440,11	458,90	573,71
	2	458,90	608,42	561,80
Minggu 4	1	440,47	459,54	577,18
	2	459,54	609,95	564,59
Minggu 5	1	442,04	459,74	570,89
	2	459,74	609,66	565,29

b. Daya kompresor

Perhitungan daya dilakukan untuk menunjukkan pengaruh daya terhadap performa kompresor 24K2 yang beroperasi di area LOC 1 PT. Kilang Pertamina Internasional, *refinery unit IV Cilacap*,

perhitungan dilakukan menggunakan persamaan (4), data hasil perhitungan daya kompresor dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Daya kompresor

Data	Daya total (Kw)
<i>Base line data (case 1)</i>	923,09
<i>Base line data (case 2)</i>	1175,97
Minggu 1	1259,63
Minggu 2	1273,51
Minggu 3	1238,47
Minggu 4	1245,17
Minggu 5	1242,48

c. Efisiensi isentropik kompresor

Perhitungan efisiensi isentropik dilakukan untuk menunjukkan nilai dari efisiensi kompresor 24K2 yang beroperasi di area LOC 1 PT. Kilang Pertamina Internasional, *refinery unit* IV Cilacap, perhitungan dilakukan menggunakan persamaan (3), data hasil perhitungan efisiensi isentropik kompresor dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Efisiensi isentropik kompresor

Data	η_s (%)
<i>Base line data (case 1)</i>	71,10
<i>Base line data (case 2)</i>	70,21
Minggu 1	71,31
Minggu 2	69,63
Minggu 3	72,30
Minggu 4	73,24
Minggu 5	73,53

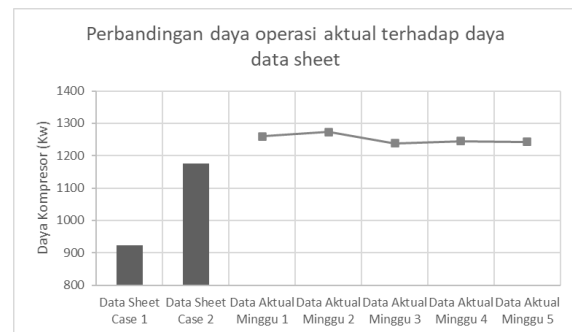
3.3. Analisa Hasil Perhitungan

Berdasarkan data-data yang didapat dan yang sudah diolah, maka didapatkan perbandingan data performa kompresor pada operasi aktual dengan *base line data*, dan perbandingan daya terhadap efisiensi isentropik kompresor.

a. Perbandingan daya aktual dan daya *base line data*

Gambar 3 merupakan grafik dari perbandingan daya operasi aktual terhadap daya *base line data*. Dari analisis grafik perbandingan daya operasi aktual terhadap daya *base line data*, dapat disimpulkan bahwa daya aktual kompresor 24K2 secara konsisten melebihi daya *base line data case*

2 yang nilainya 1175,97 Kw. Hal ini menunjukkan bahwa dalam operasionalnya, kompresor 24K2 memerlukan daya yang lebih besar daripada yang diterapkan dari *base line data*. Penyebab dari peningkatan ini adalah adanya peningkatan jumlah aliran massa yang mencapai 7,92 Kg/s hingga 7,95 Kg/s. Menurut Hapsari, dkk. [13] peningkatan aliran massa kompresor secara langsung menyebabkan peningkatan daya yang diperlukan untuk menggerakkan kompresor, yang menandakan bahwa semakin besar aliran massa yang diproses, semakin besar pula daya yang dibutuhkan untuk memutar kompresor.

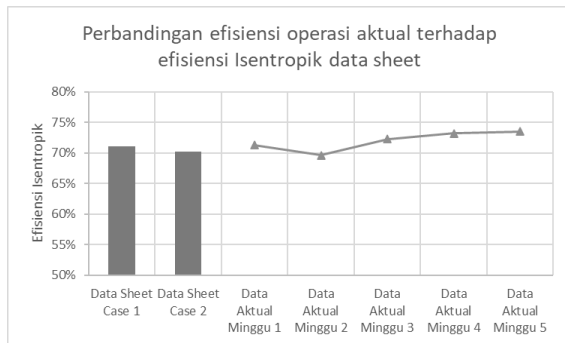


Gambar 3. Grafik perbandingan daya aktual terhadap daya *base line data*

b. Perbandingan efisiensi isentropik data aktual dengan *base line data*

Gambar 4 merupakan grafik dari perbandingan efisiensi isentropik data aktual dengan *base line data*. Dari analisis grafik perbandingan efisiensi isentropik data aktual dengan *base line data*, dapat disimpulkan bahwa efisiensi isentropik data aktual kompresor 24K2 cenderung mendekati efisiensi isentropik *base line data* yaitu 71,10% dan 70,21%. Hal ini menunjukkan bahwa selama kompresor 24K2 beroperasi, efisiensinya relatif stabil dan sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan *base line data*. Terlihat pada grafik bahwa efisiensi kompresor tetap stabil dari waktu ke waktu dan berada dalam kisaran nilai yang diharapkan, hal ini menunjukkan bahwa kinerja kompresor konsisten dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Perlu diingat penambahan beban kerja pada kompresor akan membuat energi yang diberikan untuk kompresor

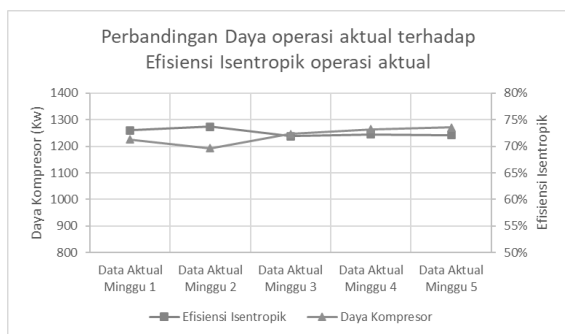
tidak efisien dan menurunkan nilai efisiensinya [14].



Gambar 4. Grafik perbandingan efisiensi isentropik data aktual dengan *base line data*

c. Perbandingan daya aktual dengan efisiensi isentropik data aktual

Berikut merupakan grafik dari perbandingan daya aktual dengan efisiensi isentropik data aktual, grafik dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan daya aktual dengan efisiensi isentropik data aktual

Dari analisis grafik perbandingan daya aktual dengan efisiensi isentropik data aktual, dapat disimpulkan bahwa daya aktual kompresor 24K2 berlawanan dengan efisiensi isentropik data aktual. Hal ini menunjukkan bahwa selama kompresor 24K2 beroperasi, efisiensinya menurun ketika daya yang diperlukan kompresornya naik. Pada data aktual minggu kedua terlihat kalau nilai dayanya naik menjadi 1273,51 kw, dan nilai efisiensi isentropiknya turun menjadi 69,63%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa adanya hubungan yang berlawanan antara kenaikan daya dan penurunan efisiensi isentropik dalam operasi kompresor [15].

4. Kesimpulan

Terdapat perbedaan antara daya dari data aktual dan *base line data* yang telah diberikan. Penyebab utama dari perbedaan ini adalah adanya peningkatan jumlah aliran yang diproses oleh kompresor melebihi kapasitas yang diharapkan berdasarkan *base line data* yang ada. Hal ini mengakibatkan adanya peningkatan dalam beban kerja pada kompresor, yang disebabkan oleh peningkatan aliran massanya.

Meskipun terdapat perbedaan dalam aliran massa yang diproses oleh kompresor dari *base line data* yang diberikan, efisiensi kompresor tetap mendekati nilai efisiensi *base line data*. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada peningkatan dalam aliran massanya kinerja kompresor konsisten sesuai dengan *base line data*, perlu diingat bahwa beban yang melebihi kapasitas yang ditentukan akan terjadi peningkatan keausan pada komponen, dan mengakibatkan ketidakstabilan operasional.

Daya dan efisiensi isentropik kompresor bersifat berlawanan, pada efisiensi data aktual terdapat penurunan yang bersamaan dengan naiknya daya kompresor. Hal ini menunjukkan kebutuhan daya yang lebih tinggi akan menurunkan efisiensi kompresor, maka diperlukan pengoptimalan jumlah aliran massa untuk menjaga efisiensi dan keandalan operasional

Referensi

- [1] Simanungkalit, B.N.B. dan Karti, K., 2023. Uji Kapasitas Udara Yang Dihasilkan Kompresor Sentrifugal 3 Stage Pada Unit Energy Di PT Toba Pulp Lestari. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 2(1), pp.58-64.
- [2] Zikri, A. dkk., 2022. Perencanaan perawatan kompresor sentrifugal K-6801 B di PT. Perta Arun Gas. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 3(2), pp.73-80.

- [3] Gresh, T., 2018. Compressor performance: aerodynamics for the user. Butterworth-Heinemann.
- [4] Wardianto, D., 2022. Effect Of Electric Load On Steam Flow Rate At Steam Turbine As Generator. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(2), pp.104-109.
- [5] Saputro, A. dan Soleha, I., 2021. ANALISIS PERFORMA EXTRACTION CONDENSING TURBINE UNIT 1 DI PLTU BABELAN. *Jurnal Teknik dan Informatika (JTI)*, 1(1), pp.52-62.
- [6] Ramali, M.N. dkk., 2023. Analisa kerusakan bearing mesin kompresor sekrup boge tipe bs 102 nr 1023728. *JURNAL PERSEGI BULAT*, 2(1), pp.31-38.
- [7] Talumesang, Z.D. dkk., 2022. Pengaruh Temperatur Air Pendingin Terhadap Efisiensi dan Kinerja Turbin di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Unit 2 Lahendong. *Jurnal FisTa: Fisika dan Terapannya*, 3(1), pp.44-48.
- [8] Hendri, S.T. dan Syammary, R., 2020. Analisis Efisiensi Turbin Gas Tipe V94. 2 Sebelum Dan Sesudah Minor Inspection Pada Blok 4 Unit 3 Pltgu Muara Tawar. *Power Plant*, 8(2), p.523991.
- [9] Dwiaji, Y.C. dan Firdaus, F., 2022. ANALISIS PENGARUH EFISIENSI ISENTROPIK DAN BEBAN OPERASI TERHADAP PENGGUNAAN ENERGI MOTOR LISTRIK KOMPRESOR SENTRIFUGAL DI CONVERTING PLANT PT XXX. *Injection: Indonesian Journal of Vocational Mechanical Engineering*, 2(1), pp.30-36.
- [10] Andalucia, S., 2023. Operasi Dan Troubleshooting Gas Compressor Di Stasiun Kompresor Gas (Skg) Lembak Pt Pertamina Hulu Rokan Region 1 Zona 4. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(5), pp.2133-2152.
- [11] Naufal, M.R. dan Mulyana, C., 2019. Pengaruh Suhu Empat Musim Terhadap Perhitungan Exergi Pada Turbin Uap. *J. Ilmu dan Inov. Fis*, 3(1), pp.40-44.
- [12] Manullang, J.S.E. dan Lumbantobing, D., 2023. UNJUK KERJA TURBIN UAP JIENENG DENGAN DAYA 15 MW DI PLTU GROWTH ASIA. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2), pp.45-58.
- [13] Hapsari, F. dkk., 2023. Analisa Efisiensi Kinerja Kompresor Sentrifugal (15-K-103) pada Unit Residue Catalytic Cracking di PT Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan Indramayu. *Jurnal Global Ilmiah*, 1(3), pp.187-192.
- [14] Li, X. et al., 2023. Numerical Simulation on the Influence of Inlet Flow Characteristics on the Performance of a Centrifugal Compressor. *Energies*, 16(9), p.3869.
- [15] Wulandari, P.F. dkk., 2023. Unjuk Kerja Dan Efisiensi Turbin Uap dan Generator (TG-65) Pada Pembangkit Listrik Unit Sistem Utilitas Departemen Produksi IIIA PT Petrokimia Gresik. *Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(1), pp.67-74.