

SKRIPSI

ANALISIS DAN EVALUASI PERFORMA

APPARATUS COMPRESSOR

SENTRIFUGAL 7 *STAGE* DENGAN

VARIASI KECEPATAN SUDU DAN DEBIT



Oleh :

ALVIN
NPM. 21036010059

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**"ANALISIS DAN EVALUASI PERFORMA *APPARATUS COMPRESSOR*
SENTRIFUGAL 7 STAGE DENGAN VARIASI KECEPATAN SUDU DAN
DEBIT"**

Skrripsi Ini Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu
dan Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Oleh:

Nama : Alvin
NPM : 21036010059
Konsentrasi : Konversi Energi

Telah Diuji Dalam Ujian Komprehensif Skripsi
Hari/Tanggal: Jum'at, 12 September 2025

Telah Disahkan Oleh:

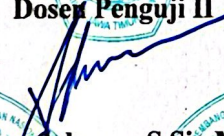
Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I


Wilandi Saputro, S.T., M.Eng.
NIP. 199407262024061002


Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc.
NIP. 199301202024061001

Dosen Penguji II


Ndary Adyono, S.Si., M.T.
NIP. 199001252024061001

Koordinator Program Studi Teknik Mesin


Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 19640611/199203 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Alvin

NPM : 21036010059

Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~ / ~~Teknik Mesin~~

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi *) ~~PRA-RENCANA (DESAIN)~~ / ~~SEMINAR PROPOSAL~~ / ~~SKRIPSI~~ / ~~TUGASAKHIR~~ Ujian Lisan Periode VI, TA 2025/2026.

Dengan judul : ANALISIS DAN EVALUASI PERFORMA *APPARATUS COMPRESSOR* SENTRIFUGAL 7 STAGE DENGAN VARIASI KECEPATAN SUDU DAN DEBIT

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng.

2. Ndaru Adyono, S.Si., M.T.

Surabaya, 12 September 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ahmad Khairul Faizin, S.T., M. Sc.
NIP. 199301202024061001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alvin
NPM : 21036010059
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat dari Skripsi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 12 September 2025
Yang Membuat Pernyataan



Alvin
21036010059

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **ANALISIS DAN EVALUASI PERFORMA *APPARATUS COMPRESOR* SENTRIFUGAL 7 *STAGE* DENGAN VARIASI KECEPATAN SUDU DAN DEBIT.**

Penulisan skripsi ini ditulis bertujuan untuk memenuhi persyaratan kurikulum di program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis sadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini banyak pihak yang telah membantu memberi bimbingan, arahan, dan do’a yang akan selalu penulis kenang dan syukuri. Oleh karena itu, Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT. Selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc. Selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
4. Bapak Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng. dan bapak Ndaru Adyono, S.Si., MT. Selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan kritik, saran, serta masukan yang sangat bermanfaat.
5. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan do’a, perhatian, dan motivasi tiada henti untuk penulis dalam menyelesaikan tugasnya.
6. Teman – teman seluruh angkatan Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan semangat, dukungan serta mau diajak bertukar informasi, tentunya juga saling mendoakan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan mengharap ridho dari Allah Subhanawata'ala, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Surabaya, 1 September 2025

Alvin
NPM. 21036010059

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR BEBAS REVISI	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Performa Kompresor Sentrifugal	5
2.2 Kompresor Sentrifugal	7
2.3 Prinsip Kerja Kompresor Sentrifugal	8
2.4 Bagian-Bagian Utama Kompresor Sentrifugal.....	9
2.5 Klasifikasi Kompresor Sentrifugal	13
2.6 Grafik Performa Kompresor Sentrifugal	15
2.7 Rasio Kompresi	18
2.8 Daya Kompresor.....	19
2.9 Efisiensi Kompresor	20
2.10 Hipotesis	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	23
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	23

3.2.1 Diagram Alir Pengambilan Data.....	25
3.2.2 Diagram Alir Pengolahan Data	27
3.3 Metode Eksperimental.....	29
3.4 Alat Penelitian	30
3.4.1 Spesifikasi Kompresor Sentrifugal	31
3.4.2 Skema Rangkaian Alat Penelitian.....	32
3.5 Variabel Penelitian.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Data Hasil Pengamatan.....	34
4.1.1 Data Temperatur Kompresor.....	34
4.1.2 Data <i>Pressure</i> Kompresor.....	36
4.1.3 Data <i>Mass Flow</i> Kompresor	38
4.2 Pengolahan Data Performa Kompresor	40
4.2.1 Pengolahan Data Rasio Kompresi Kompresor	41
4.2.2 Pengolahan Data Daya Kompresor.....	41
4.2.3 Pengolahan Data Efisiensi Isentropik Kompresor	41
4.2.3 Perhitungan <i>Error</i> Data Pengukuran	42
4.3 Analisis Hasil Perhitungan Performa Kompresor.....	43
4.3.1 Analisis <i>Pressure Ratio</i> Berdasarkan Variasi <i>Open Valve</i>	43
4.3.2 Analisis Efisiensi Isentropik Berdasarkan Variasi <i>Open Valve</i>	45
4.3.3 Analisis Daya Total Berdasarkan Variasi <i>Open Valve</i>	47
4.4 Evaluasi Performa Kompresor	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Kompresor Sentrifugal.....	31
Tabel 4.1 Data Temperatur Masuk Kompresor.....	34
Tabel 4.2 Temperatur Keluar Kompresor.....	35
Tabel 4.3 Data Tekanan Masuk Kompresor	36
Tabel 4.4 Data Tekanan Keluar Kompresor	37
Tabel 4.5 Data <i>Mass Flow</i> Kompresor.....	38
Tabel 4.6 Tabel Entalpi Terhadap Variasi Buka-an <i>Valve</i>	40
Tabel 4.7 Spesifikasi Akurasi dan Error Alat Pengukuran Data	42
Tabel 4.8 Perhitungan Error Total	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Pressure Ratio vs Mass Flow Rate</i>	6
Gambar 2.2 Kompresor Sentrifugal	7
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Kompresor Sentrifugal	8
Gambar 2.4 <i>Impeller</i>	10
Gambar 2.5 <i>Diffuser</i>	11
Gambar 2.6 <i>Volute</i>	11
Gambar 2.7 <i>Shaft</i>	12
Gambar 2.8 <i>Bearing</i>	12
Gambar 2.9 Sistem Kontrol Kompresor	13
Gambar 2.10 Kompresor Sentrifugal <i>Multi Stage</i>	14
Gambar 2.11 Jenis <i>Impeller</i>	14
Gambar 2.12 Kompresor Radial dan <i>Axial</i>	15
Gambar 2.13 Grafik <i>Pressure Ratio Vs Mass Flow Rate</i>	16
Gambar 2.14 Grafik <i>Isentropic Efficiency Vs Mass Flow Rate</i>	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengambilan Data	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data	28
Gambar 3.4 Kompresor Sentrifugal <i>7 Stage</i>	30
Gambar 3.5 Stop Kran <i>Ball Valve</i>	31
Gambar 3.6 Skema Komponen Kompresor Sentrifugal	32
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan <i>Mass Flow</i> Terhadap Bukaan <i>Valve</i>	39
Gambar 4.2 Grafik <i>Pressure Ratio</i> Terhadap Variasi <i>Open Valve</i>	44
Gambar 4.3 Grafik Efisiensi Isentropik Kompresor Terhadap Variasi <i>Open Valve</i>	46
Gambar 4.4 Grafik Daya Kompresor Terhadap Variasi <i>Open Valve</i>	48
Gambar 4.5 Grafik <i>Pressure Ratio</i> dan Efisiensi Isentropik Terhadap Variasi <i>Open Valve</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kompresor Sentrifugal 7 Stage	57
Lampiran 2. Tabel <i>Appendix A-17</i>	58
Lampiran 3. Alat Penelitian <i>Stop Kran Ball Valve “2”</i>	58
Lampiran 4. Pengambilan Data.....	59
Lampiran 5. <i>Error Data</i>	62
Lampiran 6. Perhitungan Rasio Kompresi	63
Lampiran 7. Pengolahan Data Daya Kompresor.....	66
Lampiran 8. Pengolahan Data Efisiensi Isentropik.....	69
Lampiran 8. <i>Error Data</i>	73

ABSTRAK

Kompresor sentrifugal memiliki peran krusial di banyak industri, seperti pembangkit listrik, minyak dan gas dengan meningkatkan tekanan fluida melalui gaya sentrifugal dari putaran *impeller*. Penelitian ini menganalisis dan mengevaluasi performa sebuah kompresor sentrifugal *7 stage* dengan memvariasikan kecepatan sudu dan debit aliran. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan menguji kompresor sentrifugal YS 0042 *demonstration unit 7 stage* di laboratorium konversi energi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan sudu dari 450 RPM hingga 1350 RPM dan variasi bukaan *valve* sebesar 50%, 75%, dan 100%. Data yang dikumpulkan termasuk tekanan, suhu, dan laju aliran massa, kemudian diolah menggunakan *microsoft excel* untuk menghitung dan menganalisis performa kompresor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan sudu secara konsisten meningkatkan rasio kompresi, rasio kompresi tertinggi tercatat 1,023 pada 1350 RPM dengan bukaan *valve* 50%. Sebaliknya, efisiensi isentropik cenderung menurun seiring dengan peningkatan kecepatan sudu dan bukaan *valve*. Titik efisiensi tertinggi mencapai 67% pada kecepatan sudu 550 RPM dengan bukaan *valve* 50%. Analisis daya juga menunjukkan bahwa daya yang dibutuhkan berbanding lurus dengan kecepatan sudu, tetapi mengalami sedikit penurunan dengan bertambahnya bukaan *valve* dikarenakan berkurangnya hambatan aliran.

Kata kunci : debit, kompresor sentrifugal, rasio kompresi, efisiensi isentropik,

ABSTRACT

Centrifugal compressors have a crucial role in many industries, such as power plants, oil and gas, by increasing fluid pressure through the centrifugal force of the *impeller* rotation. This research analyzes and evaluates the performance of a 7-stage centrifugal compressor by varying the blade speed and flow rate. This experiment uses an experimental approach by testing the YS 0042 7-stage centrifugal compressor demonstration unit at the Energy Conversion Laboratory of Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. The testing was conducted with *impeller* speed variations ranging from 450 RPM to 1350 RPM and *valve* opening variations of 50%, 75%, and 100%. The collected data, including pressure, temperature, and *mass flow* rate, were then processed using Microsoft Excel to calculate and analyze performance compressor. The results showed that increasing blade speed consistently increased the compression ratio, with the highest compression ratio recorded at 1,023 at 1350 RPM with a *valve* opening of 50%. Conversely, isentropic efficiency tended to decrease with increasing blade speed and *valve* opening. The highest efficiency point reached 67% at 550 RPM with a *valve* opening of 50%. Power analysis also showed that the power required was directly proportional to the blade speed but decreased slightly with increasing *valve* opening due to reduced flow resistance.

Kata kunci : *centrifugal compressor, mass flow, pressure ratio, isentropic efficiency*