

**ANALISIS KAPASITAS DAN TEKANAN KERJA KOMPRESOR SEKRUP
PADA SISTEM UDARA BERTEKANAN DI RUANG PENGUKURAN
*COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM)***



YUDI SANTOSO
NIM: 41317110004

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KAPASITAS DAN TEKANAN KERJA KOMPRESOR SEKRUP
PADA SISTEM UDARA BERTEKANAN DI RUANG PENGUKURAN
COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM)



Disusun oleh:

Nama : Yudi Santoso
NIM : 41317110004
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KAPASITAS DAN TEKANAN KERJA KOMPRESOR SEKRUP
PADA SISTEM UDARA BERTEKANAN DI RUANG PENGUKURAN
COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM)

Disusun oleh:

Nama : Yudi Santoso
NIM : 41317110004
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 16 Juni 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

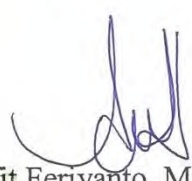
Pembimbing TA

Penguji Sidang I


(Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT)

NIK/NIP. 101730256

Penguji Sidang II


(Dafit Feriyanto, M. Eng., Ph.D)

NIK/NIP. 118900633

Penguji Sidang III


(Gian Villany Golwa, ST., M.Si)

NIK/NIP: 116800639


(Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si)

NIK/NIP: 119800641


Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin

Koordinator TA


(Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT)

NIK/NIP. 112750348


(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)

NIK/NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yudi Santoso
NIM : 41317110004
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KAPASITAS DAN TEKANAN KERJA
KOMPRESOR SEKRUP PADA SISTEM UDARA
BERTEKANAN DI RUANG PENGUKURAN
COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM)

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 16 Juni 2023



Yudi Santoso

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang ditentukan. Dalam pelaksanaan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara moral. Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Gilang Alwan Yudhistira, ST., MT selaku koordinator tugas akhir di Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Dr. Nanang Ruhyat., ST., MT sebagai dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan memberi nasihat selama proses pembuatan laporan ini tugas akhir ini.
6. Niken Octaviani, bagian Tata Usaha Teknik Mesin yang telah membantu proses administrasi selama proses pembuatan laporan ini.
7. Gian Villany Golwa, ST., M.Si, selaku kepala laboratorium yang telah membantu menerbitkan surat keterangan bebas praktikum.
8. Khalimah, SIP dan seluruh staf perpustakaan UMB yang telah membantu menerbitkan surat keterangan bebas perpustakaan.
9. Keluarga, istri, dan anak-anak tercinta yang selalu memberi semangat dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan kerja praktik ini, baik secara materi maupun teknik penyajiannya. Mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, segala saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. LANDASAN TEORI	8
2.2.1. Peluang Penghematan Energi pada Kompresor	8
2.2.2. Rugi-Rugi karena Kebocoran	9
2.3. MESIN KOMPRESOR	10
2.3.1. Jenis – Jenis Kompresor	10
2.3.2. Kompresor Putar Sekrup (<i>Rotary screw compressor</i>)	11
2.4. SISTEM UDARA BERTEKANAN	20

2.4.1.	Pengering Udara (<i>Air Dryer</i>)	21
2.4.2.	Tangki Penyimpanan Udara (<i>Air Receiver Tank</i>)	22
2.4.3.	Pipa Distribusi	23
2.4.4.	Penyaring Udara (<i>After dan Pre Filter</i>)	24
2.5.	DAYA DAN EFISIENSI KOMPRESOR	24
2.5.1	Efisiensi Kompresor	26
2.5.2	Efisiensi Motor Induksi pada Kompresor	28
2.6.	KONSUMSI UDARA	30
2.6.1.	Debit Aliran	32
2.6.2.	Kapasitas Kompresor	33
2.7.	SISTEM LOSES	33
2.7.1.	Kebocoran Sistem	34
2.7.2.	Kerugian Aliran karena Gesekan (<i>Mayor Pressure Loss</i>)	35
2.7.3.	Kerugian Kecil Lainnya (<i>Minor Pressure Loss</i>)	38
2.7.4.	Penurunan Tekanan Total Pemipaan (<i>Piping Low pressure</i>)	39
2.7.5.	Kerugian Tekanan Komponen (<i>Component Pressure Loss</i>)	40
2.7.6.	Kerugian Total Sistem (<i>Total System Pressure Loss</i>)	40
2.7.7.	Kapasitas Total Kompresor	41
2.7.8.	Tekanan Total Kompresor	41
BAB III	METODOLOGI	42
3.1.	OBJEK PENELITIAN	42
3.1.1	Parameter Penelitian	42
3.2.	PENGUMPULAN DATA	43
3.2.1.	Data Primer Penelitian	43
3.2.2.	Data Sekunder Penelitian	43
3.2.3.	Alat – Alat	47

3.3.	DIAGRAM ALIR	49
	3.3.1. Diagram Alir Penelitian	49
	3.3.2. Diagram Alir Analisis dan Pengolahan Data	50
3.4.	ANALISIS KONDISI AKTUAL	52
	3.4.1. Pengamatan Kapasitas dan Tekanan Udara di Ruang pengukuran CMM	52
	3.4.2. Perhitungan Kecepatan Udara	55
	3.4.3. Perhitungan Rugi-Rugi Kebocoran Sistem	55
3.5.	ANALISIS RUGI-RUGI TEKANAN UDARA	58
	3.5.1. Rugi-Rugi Tekanan karena Gesekan (<i>Pressure Drop Mayor</i>)	58
	3.5.2. Rugi- Rugi Tekanan karena Sambungan (<i>Pressure Drop Minor</i>)	60
	3.5.3. Rugi-Rugi Tekanan karena Komponen (<i>Component Pressure Drop</i>)	61
	3.5.4. Total Rugi-Rugi Tekanan di Sistem	61
3.6.	ANALISIS KONSUMSI ENERGI KOMPRESOR	62
	3.6.1. Pemilihan Cara Penghematan Energi Kompresor	62
	3.6.2. Implementasi dan Pengujian Konfigurasi Tekanan	63
	3.6.3. Perhitungan Beban Motor	67
	3.6.4. Perhitungan Konsumsi Energi Motor Kompresor Kondisi Awal	69
	3.6.5. Perhitungan Konsumsi Energi Motor Kompresor Kondisi Akhir	71
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	73
4.1.	EVALUASI KAPASITAS TOTAL KOMPRESOR	73
4.2.	EVALUASI TEKANAN OPTIMAL KOMPRESOR	75
4.3	EVALUASI PENURUNAN KEBOCORAN UDARA	75
4.4.	EVALUASI PENGHEMATAN ENERGI KOMPRESOR	78
BAB V	PENUTUP	81

5.1.	KESIMPULAN	81
5.2.	SARAN	82
	DAFTAR PUSTAKA	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Shanky Diagram untuk Sistem Kompresi Udara	2
Gambar 2.1. Potensi Penghematan pada Kompresor Udara	8
Gambar 2.2. Diagram Jenis Kompresor	11
Gambar 2.3. Prinsip Kerja Kompresor Sekrup	12
Gambar 2.4. Kompresor <i>Double Screw</i>	13
Gambar 2.5. Kompresor <i>Single Screw</i>	14
Gambar 2.6. Rangka atau <i>Frame</i> Kompresor	14
Gambar 2.7. Rumah Kompresor Sekrup	15
Gambar 2.8. <i>Male and Female Rotor Screw Compressor</i>	15
Gambar 2.9. Bantalan Poros (<i>Bearing</i>)	16
Gambar 2.10. Poros (<i>Shaft</i>) Rotor	16
Gambar 2.11. Pompa Hisap <i>Doble Screw Compressor</i>	17
Gambar 2.12. Motor Penggerak Kompresor	17
Gambar 2.13. <i>Fan Cooler Screw Compressor</i>	18
Gambar 2.14. Diagram Alir Sistem Kerja Kompresor Sekrup	19
Gambar 2.15. Proses Pemampatan Udara pada Mesin Kompresor Sekrup	20
Gambar 2.16. Ilustrasi Sistem Udara Bertekanan pada Umumnya	21
Gambar 2.17. Sistem Air Dryer	22
Gambar 2.18. Tangki Penyimpanan Udara	23
Gambar 2.19. Ilustrasi Distribusi Udara Bertekanan	23
Gambar 2.20. Contoh Konstruksi <i>After</i> dan <i>Pre Filter</i>	24
Gambar 2.21. Blok Diagram Daya dan Rugi Motor Induksi	28
Gambar 2.22. Mesin CMM	31
Gambar 2.23. Layout Sistem CMM	31
Gambar 2.24. Pesan Error Mesin CMM	32
Gambar 2.25. Jenis Penyebab <i>Minor Loses</i> pada Pipa	38
Gambar 3.1. Foto Kompresor Sekrup Atlas Copco 7,5 kW	44
Gambar 3.2. <i>Nameplate</i> Mesin Kompresor	45
Gambar 3.3. Foto <i>Air Dryer Atlas Copco F30</i>	45
Gambar 3.4. Layout Sistem Perpipaan	46
Gambar 3.5. Pengukuran Diameter Pipa	46

Gambar 3.6. Tampilan <i>Flowmeter</i>	47
Gambar 3.7. Tang Ampere Pengukur Daya	48
Gambar 3.8. <i>Pressure Gauge</i>	48
Gambar 3.9. <i>Stopwatch</i>	48
Gambar 3.10. Diagram Alir Penelitian	49
Gambar 3.11. Diagram Alir Analisis dan Pengolahan Data	51
Gambar 3.12. Perbandingan Interval Waktu <i>Loading</i> dan <i>Unloading</i>	57
Gambar 3.13. Proses Penentuan <i>Friction Factor</i> dengan <i>Moody Diagram</i>	59
Gambar 3.14. Perbandingan <i>Pressure Drop</i> pada Sistem	62
Gambar 3.15. Implementasi Penurunan Tekanan Kompresor	64
Gambar 3.16. Perbandingan Interval <i>Load-Unload</i> Kondisi Akhir	67
Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Debit Kompresor dan Kebutuhan Udara	74
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Interval Waktu <i>Load-Unload</i>	76
Gambar 4.3. Grafik Penurunan Persentase Kebocoran	76
Gambar 4.4. Grafik Penurunan Debit Udara Kebocoran Sistem	77
Gambar 4.8. Grafik Penurunan Konsumsi Energi Kompresor	79
Gambar 4.9. Grafik Penurunan Biaya Energi Kompresor	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Perkiraan Kerugian Akibat Kebocoran	10
Tabel 2.3. Sifat Udara pada Tekanan Atmosfir	36
Tabel 2.4. Nilai Koefisien Hambatan	38
Tabel 2.5. Koefisien Tekanan yang Hilang pada Ekuivalen Panjang	39
Tabel 3.1. Spesifikasi Kompresor	44
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Air Dryer</i>	45
Tabel 3.3. Laju Aliran Udara di Sistem CMM	53
Tabel 3.4. Tekanan Udara di Sistem CMM	54
Tabel 3.5. Data Interval <i>Load-Unload (Pressure Band 2 Bar)</i>	56
Tabel 3.6. Data Matriks Skoring Pemilihan Cara Penghematan	63
Tabel 3.7. Data Debit Udara Setelah Konfigurasi	64
Tabel 3.8. Data Tekanan Udara Setelah konfigurasi	65
Tabel 3.9. Data Interval <i>Load-Unload (Pressure Band 1 Bar)</i>	66
Tabel 4.1. Energi Kompresor pada Kondisi Awal	78
Tabel 4.2. Energi Kompresor pada Kondisi Akhir	78

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
θ	Faktor daya
η	Efisiensi kinerja kompresor (%)
τ	Torsi beban (Nm)
ω	Kecepatan motor (rpm)
P	Daya listrik (kW)
V	Tegangan listrik (volt)
I	Arus listrik (ampere)
Te	Suhu udara (K)
R	Kapasitas panas spesifik udara (J/kg.K)
ρ	Massa jenis fluida (kg/m ³)
v	Kecepatan udara (m/s)
p	Tekanan (Pa)
Q	Debit aliran udara (m ³ /s)
μ	Viskositas dinamik fluida (Ns/m ²)
ν	Viskositas kinematik fluida m ² /s
e	Roughness pipa (mm)
Re	Angka Reynolds
D	Diameter pipa (m)
A	Luas penampang pipa (m ²)
L	Panjang pipa (m)
k	Koefisien sambungan
f	<i>Friction factor Moody Diagram</i> (koefisien)
T	Waktu <i>loading</i> kompresor (detik)
t	Waktu <i>unloading</i> kompresor (detik)

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
SDG's	<i>Sustainable Development Goals</i>
PBB	Perserikatan Bangsa Bangsa
CMM	<i>Coordinate Measuring Machine</i>
BBM	Bahan Bakar Minyak
ROI	<i>(Return on Investment)</i>
SI	<i>Système International d'Unités (Sistem Satuan Internasional)</i>
SEAI	<i>Sustainability Energy Authority of Ireland</i>
TA	Tugas Akhir
QD	<i>Quick Disconnect</i>
SPC	<i>Specific Power Consumption</i>
AC	<i>Alternate Current</i>
DC	<i>Direct Current</i>
VSD	<i>Variable Speed Drive</i>

UNIVERSITAS
MERCU BUANA