

ANALISIS PERHITUNGAN EFISIENSI *COOLING TOWER* TERHADAP FLUIDA
DI *VENT RECOVERY COMPRESSOR* DENGAN VARIASI BEBAN
SEBELUM DAN SETELAH *OVERHAUL*



RICKY HUSNI TAUFIQ
NIM: 41320120036

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERHITUNGAN EFISIENSI *COOLING TOWER* TERHADAP FLUIDA
DI *VENT RECOVERY COMPRESSOR* DENGAN VARIASI BEBAN
SEBELUM DAN SETELAH *OVERHAUL*



Disusun oleh:

Nama : Ricky Husni Taufiq
NIM : 41320120036
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERHITUNGAN EFISIENSI *COOLING TOWER* TERHADAP FLUIDA DI *VENT RECOVERY COMPRESSOR* DENGAN VARIASI BEBAN SEBELUM DAN SETELAH *OVERHAUL*

Disusun oleh:

Nama : Ricky Husni Taufiq
NIM : 41320120036
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 31 Januari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Prof. Dr. Ir. Chandrasa Soekardi, DEA)
NIK/NIP. 114570409

Penguji Sidang I



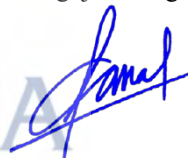
(Dafit Feriyanto, Ph.D)
NIK/NIP: 118900633

Penguji Sidang II



(Andi Firdaus Sudarma, S.T., M. Eng)
NIK/NIP: 217810112

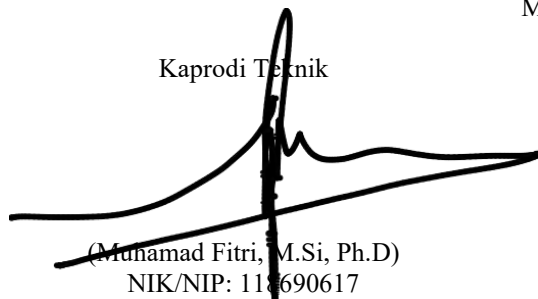
Penguji Sidang III



(Dr. Nanang Ruhyat, M.T)
NIK/NIP: 101730256

Mengetahui,

Kaprodi Teknik



(Muhammad Fitri, M.Si, Ph.D)
NIK/NIP: 118690617

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T)
NIK/NIP: 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ricky Husni Taufiq

NIM : 41320120036

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Perhitungan Efisiensi *Cooling Tower* Terhadap Fluida di *Vent Recovery Compressor* Denga Variasi Beban Sebelum dan Setelah *Overhaul*

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.

UNIVERSITAS Jakarta, 07 Maret 2023
MERCU BUANA



(Ricky Husni Taufiq)

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Tuhan YME yang telah memberikan rahmat, ridho, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisis Perhitungan Efisiensi *Cooling Tower* Terhadap Fluids di *Vent Recovery Compressor* Dengan Variasi Beban Sebelum dan Setelah *Overhaul*”. Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Gilang, S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi dan Koordinator Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana Jakarta
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Chandrasa Soekardi, DEA selaku dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat serta arahan selama proses pengerjaan laporan ini.
6. Kedua orang tua yang telah mendoakan dan mendukung seluruh proses pembuatan tugas akhir ini.
7. Sahabat dan teman-teman yang selalu mendukung dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Terima kasih penulis juga ucapkan untuk semua pihak yang telah membantu tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan. Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dan masih melakukan kesalahan dalam penulisan laporan ini, oleh karena itu penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya dan penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran. Akhir kata penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 19 Januari 2023

(Ricky Husni Taufiq)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.1.1. Kolerasi dengan Penelitian Terdahulu	12
2.2. MENARA PENDINGIN (<i>COOLING TOWER</i>)	12
2.2.1. Definisi Menara Pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	12
2.2.2. Konstruksi dan Komponen <i>Cooling Tower</i>	13
2.2.3. Jenis Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	15

2.3.	JENIS-JENIS MENARA PENDINGIN	16
2.3.1.	Menara Pendingin Jenis <i>Natural Draft</i>	16
2.3.2.	Menara Pendingin Jenis <i>Mechanical Draft</i>	17
2.4.	FUNGSI DAN CARA KERJA MENARA PENDINGIN	18
2.4.1.	Fungsi Menara Pendingin	18
2.4.2.	Cara Kerja Menara Pendingin	19
2.5.	MASALAH YANG SERING TIMBUL PADA SISTEM AIR PENDINGIN (<i>COOLING WATER</i>)	20
2.6.	KINERJA <i>COOLING TOWER</i>	21
2.7.	DIAGRAM PSIKROMETRIK	23
2.8.	KOMPRESOR	24
2.8.1.	Definsi Kompresor	24
2.8.2.	Klasifikasi Kompresor <i>Positive Displacement</i>	24
2.9.	KOMPONEN <i>RECIPROCATING COMPRESSOR</i>	25
2.10.	<i>ROD PACKING</i>	26
2.10.1.	Material Rod Packing	26
2.10.2.	Faktor Penyebab Kerusakan pada <i>Rod Packing</i>	26
BAB III METODOLOGI		28
3.1.	TEMPAT PENELITIAN	28
3.2.	DIAGRAM ALIR	28
3.3.	ALAT DAN BAHAN	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1.	DATA PADA <i>VENT RECOVERY COMPRESSOR</i> DAN <i>COOLING TOWER</i> SEBELUM DILAKUKAN <i>OVERHAUL</i>	38
4.2.	DATA PADA <i>VENT RECOVERY COMPRESSOR</i> DAN <i>COOLING TOWER</i> SETELAH DILAKUKAN <i>OVERHAUL</i>	39

4.3.	DATA HASIL PERHITUNGAN SECARA AKTUAL	41
4.3.1.	Nilai Kalor Air Hangat (Q_{ah})	41
4.3.2.	Nilai Massa Udara Kering (\dot{m} udara kering)	42
4.3.3.	Nilai Massa Make Up Water (\dot{m} make up water)	42
4.3.4.	Nilai % Make Up Water	43
4.3.5.	Nilai Efisiensi <i>Cooling Tower</i>	43
4.4.	DATA PERHITUNGAN SECARA TEORITIS	43
4.4.1.	Nilai Kalor Air Hangat (Q_{ah})	44
4.4.2.	Nilai Massa Udara Kering (\dot{m} udara kering)	45
4.4.3.	Nilai Massa Make Up Water (\dot{m} Make Up Water)	45
4.4.4.	Nilai % Make Up Water	46
4.4.5.	Nilai Efisiensi <i>Cooling Tower</i>	46
4.5.	PERBEDAAN DATA HASIL PERHITUNGAN SECARA TEORITIS DAN AKTUAL	46
4.6.	DATA PADA <i>VENT RECOVERY COMPRESSOR</i> SEBELUM DAN SETELAH DILAKUKAN <i>OVERHAUL</i>	47
4.7.	GRAFIK PERBANDINGAN NILAI EFISIENSI SEBELUM DAN SETELAH <i>OVERHAUL</i> DI <i>COOLING TOWER</i>	49
4.8.	PEMBAHASAN	49
4.9.	P-H DIAGRAM ANTARA SEBELUM DAN SETELAH <i>OVERHAUL</i>	52
4.10.	PERBEDAAN DARI FENOMENA YANG TERJADI SETELAH DILAKUKAN <i>OVERHAUL</i>	54
	BAB V PENUTUP	57
5.1.	KESIMPULAN	57
5.2.	SARAN	57
	DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Skematik Menara Pendingin	13
Gambar 2.2. Komponen <i>Cooling Tower</i>	13
Gambar 2.3. <i>Splash Fill Filler</i>	15
Gambar 2.4. <i>Film Fill Filler</i>	15
Gambar 2.5. <i>Low-Clog Film Filler</i>	16
Gambar 2.6. Menara Pendingin Tipe <i>Natural Draft</i>	17
Gambar 2.7. Menara Pendingin Aliran Berallawanan	18
Gambar 2.8. Menara Pendingin Tipe <i>Force Draft Fan</i>	18
Gambar 2.9. Skema <i>Cooling Tower</i>	19
Gambar 2.10. Diagram Psikrometrik	23
Gambar 2.11. <i>Rod Packing</i>	26
Gambar 3.1. PT Chandra Asri Petrochemical	28
Gambar 3.2. Diagram Alir	29
Gambar 3.3. Skema Sistem Pendinginan <i>Cooling Tower</i> terhadap Kompresor	31
Gambar 3.4. Skema Pengambilan Data Secara Aktual di <i>Cooling Tower</i>	32
Gambar 3.5. PI Process Book 2015 R2	35
Gambar 3.6. Diagram <i>Psychrometric Chart</i>	36
Gambar 3.7. Termometer Bola Kering dan Bola Basah	36
Gambar 4.1. Grafik Temperatur Kompresor Sebelum dan Setelah <i>Overhaul</i>	48
Gambar 4.2. Grafik Efisiensi <i>Cooling Tower</i> Sebelum dan Setelah <i>Overhaul</i>	49
Gambar 4.3. P-H Diagram Kompresor Sebelum <i>Overhaul</i>	52
Gambar 4.4. Kondisi <i>Discharge Valve</i> Sebelum <i>Overhaul</i>	53
Gambar 4.5. P-H Diagram Kompresor Setelah <i>Overhaul</i>	53
Gambar 4.6. <i>Drain Snubber</i> Kompresor	54
Gambar 4.7. Kondisi Temperatur <i>Cooling Tower</i> Setelah <i>Overhaul</i>	56
Gambar 4.8. Kondisi Temperatur Bearing Kompresor Setelah <i>Overhaul</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1. Data Spesifikasi <i>Vent Recovery Compressor</i>	30
Tabel 3.2. Data Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	30
Tabel 3.3. <i>Overview Overhaul Cooling Tower</i>	33
Tabel 3.4. Hasil Observasi saat <i>Overhaul</i> Kompresor	33
Tabel 4.1. Data Temperatur Kompresor dan <i>Cooling Tower</i> Sebelum <i>Overhaul</i>	38
Tabel 4.2. Data Hasil Perhitungan <i>Cooling Tower</i> Sebelum dan Setelah <i>Overhaul</i>	39
Tabel 4.3. Data Temperatur Kompresor dan <i>Cooling Tower</i> Setelah <i>Overhaul</i>	40
Tabel 4.4. Data Hasil Perhitungan <i>Cooling Tower</i> Setelah <i>Overhaul</i>	40
Tabel 4.5. Data Manufaktur <i>Cooling Tower</i>	43
Tabel 4.6. Perbandingan Efisiensi <i>Cooling Tower</i> Secara Teoritis dan Aktual	47
Tabel 4.7. Data Temperatur Kompresor Sebelum dan Setelah <i>Overhaul</i>	47
Tabel 4.8. Data Temperatur <i>Cooling Tower</i> dan Kompresor Sebelum dan Setelah <i>Overhaul</i>	51
Tabel 4.9. Perbedaan Kondisi <i>Drain Snubber</i> Sebelum dan Setelah <i>Overhaul</i>	55
Tabel 4.10. Kondisi <i>Fill Packing</i> Sebelum dan Setelah <i>Overhaul</i>	55

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
Q_{air}	kalor pada air (J/s)
\dot{m}_{air}	laju aliran massa air (kg/s)
C_p	kalor jenis air (KJ/kg°C)
Q_{up}	kalor udara pendingin (J/s)
\dot{m}_a	laju aliran massa udara kering (kg/s)
Δh	perbedaan entalphi uap air di udara (kJ/kg)
$(\dot{m}_3 - \dot{m}_4)$	persamaan <i>make up water</i> (kg air/s)
Δv	perbedaan volume spesifik keluar dan masuk <i>cooling tower</i> (kg uap/kg udara kering)
T_{actual}	selisih antara T_{water} output kompresor dengan T_{water} input kompresor (°C)
$T_{teoritis}$	selisih antara T_{water} output kompresor dengan T_{wb} input <i>cooling tower</i> (°C)

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Keterangan
T_{db}	<i>Dry Bulb Temperature</i> (Temperatur Bola Kering)
T_{wb}	<i>Wet Bulb Temperature</i> (Temperatur Bola Basah)
C_p	<i>Isobaric specific heat</i>
Q_{up}	kalor udara pendingin (J/s)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA