

**ANALISIS EFISIENSI KINERJA *WATER COOLED CHILLER* KAPASITAS  
700 TR**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

NIA KURNIAWAN  
NIM: 41319310032

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS EFISIENSI KINERJA *WATER COOLED CHILLER* KAPASITAS 700  
TR



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun oleh:

Nama : Nia Kurniawan  
NIM : 41319310032  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
JUNI 2024

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Nia Kurniawan

NIM : 41319310032

Program studi : Teknik Mesin

Judul Laporan skripsi : Analisis Efisiensi Kinerja Water Cooled Chiller Kapasitas  
7000 TR

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Nurato S.T., MT.,PhD

NIDN : 0313047302

(  )

Penguji 1 : Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T.,MT

NIDN : 0005087502

(  )

Penguji 2 : Wiwit Suprihatiningsih, ST., M.Si

NIDN : 0307078004

(  )

Jakarta, 24 Juni 2024

Mengetahui

Dekan fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN: 0005087502

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nia Kurniawan

NIM : 41319310032

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Efisiensi Kinerja *Water Cooled Chiller* Kapasitas 700 TR

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan 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, 24 Juni 2024

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



(Nia Kurniawan)

## PENGHARGAAN

Segala puji bagi Tuhan YME yang telah memberikan kemampuan untuk melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir. Penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir dalam menyelesaikan program Pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) sesuai silabus Universitas Mercu Buana.

Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, S.T., M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatinasari, S.TP, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Bekasi.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T., PhD. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Nurato, S.T., M.T.,P.hD selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Koordinator, dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Universitas Mercu Buana.
5. Istri dan Keluarga yang terus memberikan doa, dukungan, dan motivasi selama perkuliahan di Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Rekan-rekan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Bekasi yang selalu memberikan dukungan dan masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada saat pelaksanaan Tugas Akhir maupun penulisan laporan ini. Karenanya, saran dan kritik yang sifatnya membangun dari pembaca sangat penulis harapkan sebagai masukan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Diharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, 24 Juni 2024



(Nia Kurniawan)

## ABSTRAK

*Chiller* merupakan komponen utama pada sistem tata udara atau HVAC baik pada sektor komersial maupun industrial karena alat ini dapat memperluas kapasitas pendinginannya. Kompresor mengambil sebagian besar konsumsi daya untuk *chiller* karena mengangkat zat pendingin dari suhu rendah atau tekanan rendah ke suhu tinggi atau tekanan tinggi di kondensor. Faktor operasional pengotoran kondensor dan evaporator, pengaturan laju aliran air yang masuk ke evaporator dan kondensor dapat mempengaruhi efisiensi. Penelitian ini bertujuan menghitung nilai COP (*Coefficient Of Performance*) *chiller* dan mengetahui apakah nilainya lebih baik atau tidak dibandingkan dengan nilai standarnya. Analisis dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data temperatur, tekanan, *water flow* evaporator dan kondenser, amper dan tegangan pada kompresor secara berkala pada *chiller*, kemudian dilakukan perhitungan COP (*Coefficient Of Performance*) untuk mengetahui efisiensi kinerja dari mesin *chiller*. Hasil dari perhitungan performa *chiller* didapat bahwa nilai COP *chiller* no.1 terendah 5,43 dan tertinggi 6,52 dalam kategori efisien mengacu pada standar desain spesifikasi *chiller* yaitu 5,63 kw/kw. Sedangkan COP *chiller* no.2 terendah 4,14 dan tertinggi 4,79 dalam kategori tidak efisien mengacu pada standar desain spesifikasi *chiller* yaitu 5,63 kw/kw. Hasil dari perhitungan kapasitas *chiller* no.1 pada beban kompresor 100% kapasitas pendinginan yang dihasilkan hanya 73% sampai dengan 90%, potensi peningkatan efisien yang bisa dioptimalkan pada *chiller* no.1 adalah 10% sampai dengan 27%. *Chiller* no.2 pada beban kompresor 100% kapasitas pendinginan yang dihasilkan hanya 59% sampai dengan 70%, potensi peningkatan efisiensi yang bisa dioptimalkan pada *chiller* no.2 adalah 30% sampai 41%. Untuk meningkatkan efisiensi *chiller* dapat dilakukan dengan memilih meninggalkan air dingin pada suhu yang relatif lebih tinggi yaitu penggunaan 7°C dibandingkan 5°C dengan meninggalkan air dingin pada suhu yang akan mengurangi jumlah gaya angkat yang diperlukan untuk kompresor dan membantu meningkatkan efisiensi *chiller*, Menjaga kondisi *tubing* evaporator dan kondensor tetap bersih dan melakukan *balancing* pada aliran air yang masuk ke evaporator dan kondensor agar sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan.

**Kata Kunci:** Sistem *Chiller*, *Coefficient Of Performance*, Efisiensi kinerja, HVAC

## **PERFORMANCE EFFICIENCY ANALYSIS OF WATERCOOLED CHILLER CAPACITY 700 TR**

### **ABSTRACT**

*Chillers are the main component in air conditioning or HVAC systems in both the commercial and industrial sectors because this tool can expand its cooling capacity. The compressor takes up most of the power consumption for the chiller because it lifts the refrigerant from low temperature or low pressure to high temperature or high pressure in the condenser. Operational factors, condenser and evaporator fouling, regulation of the water flow rate entering the evaporator and condenser can affect efficiency. This research aims to calculate the COP (Coefficient of Performance) value of the chiller and find out whether the value is better or not compared to the standard value. The analysis is carried out by periodically collecting data on temperature, pressure, evaporator and condenser water flow, amperage and compressor voltage on the chiller, then calculating the COP (Coefficient of Performance) to determine the performance efficiency of the chiller machine. The results of the chiller performance calculation showed that the COP value for chiller no.1 was the lowest 5.43 and the highest 6.52 in the efficient category referring to the chiller specification design standard, namely 5.63 kw/kw. Meanwhile, the lowest COP of chiller no.2 was 4.14 and the highest was 4.79 in the inefficient category referring to the chiller specification design standard, namely 5.63 kw/kw. The results of calculating the capacity of chiller no. 1 at a compressor load of 100%, the resulting cooling capacity is only 73% to 90%, the potential increase in efficiency that can be optimized in chiller no. 1 is 10% to 27%. Chiller no.2 at 100% compressor load produces only 59% to 70% cooling capacity, the potential increase in efficiency that can be optimized in chiller no.2 is 30% to 41%. To increase chiller efficiency, this can be done by choosing to leave the cold water at a relatively higher temperature, namely using 7°C compared to 5°C. By leaving the cold water at a temperature that will reduce the amount of lifting force required for the compressor and help increase chiller efficiency, maintaining the Keep the evaporator and condenser tubing clean and balance the water flow entering the evaporator and condenser so that it matches the required capacity.*

**Keywords:** *Chiller System, Coefficient Of Performance, Performance Efficiency, HVAC*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. LANDASAN TEORI	8
2.1.1. Proses Kompresi	9
2.1.2. Proses Kondensasi	10
2.1.3. Proses Ekspansi	10
2.1.4. Proses Epavorasi	11
2.1.5. Prinsip Kerja <i>Chiller Tipe Water Cooled</i>	11
2.1.6. Komponen <i>Chiller Tipe Water Cooled</i>	13
2.1.7. Komponen Pendukung <i>Chiller</i>	20
2.1.8. Performansi dari <i>Chiller tipe Water Cooled</i>	22



2.1.9 Faktor–faktor yang mempengaruhi Efisiensi <i>chiller</i> dan <i>Cooling Tower</i>	26
<b>BAB III METODOLOGI</b>	<b>28</b>
3.1. DIAGRAM ALIR	28
3.1.1 Pengumpulan Data Awal	30
3.1.2 Pengambilan Data	30
3.1.3 Perhitungan Dan Analisis Data	30
3.1.4 Hasil Perhitungan Dibandingkan Dengan Desain	31
3.2. ALAT DAN BAHAN	31
3.3 PROSEDUR PENELITIAN	35
3.3.1 Prosedur Pertama	35
3.3.2 Prosedur Kedua	35
3.3.3 Prosedur Ketiga	36
3.4 Data Penelitian	36
3.4.1 Pengukuran Parameter Beban Pendinginan	36
3.4.2 Pengukuran Parameter <i>Chiller</i>	39
3.4.3 Perhitungan Beban Pendinginan	48
3.4.4 Perhitungan Performasi <i>Chiller</i>	51
<b>BAB IV</b>	<b>55</b>
4.1 HASIL PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN	55
4.2 HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISIS <i>CHILLER</i>	56
4.2.1 Hasil Perhitungan Kapasitas pendinginan (TR dan kw)	56
4.2.2 Hasil Perhitungan Konsumsi Energi Kw/TR	57
4.2.3 Hasil Perhitungan <i>Coefficient Of Performance</i>	59
4.3 Hasil Perhitungan Dibandingkan dengan Desain	60
<b>BAB V</b>	<b>65</b>
5.1 KESIMPULAN	65
5.2 SARAN	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Blok Siklus Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	9
Gambar 2. 2 Siklus Chiller (Rindika & Saputra, 2020)	12
Gambar 2. 3 Siklus Pengkondisian Udara (Rindika & Saputra, 2020)	13
Gambar 2. 4 Kompresor Centrifugal Chiller Water Cooled	14
Gambar 2. 5 Kondensor Shell and Tube	15
Gambar 2. 6 Epaporator Shell and Tube	16
Gambar 2. 7 Ekspansi	16
Gambar 2. 8 Range dan Approach Cooling Tower	17
Gambar 2. 9 Skema Cooling Tower	17
Gambar 2. 10 Unit Cooling Tower	18
Gambar 2. 11 Siklus AHU	19
Gambar 2. 12 Unit AHU dan FCU	19
Gambar 2. 13 Pompa Sirkulasi	20
Gambar 2. 14 Valve / Katup	21
Gambar 2. 15 Strainer	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir	29
Gambar 3. 2 Chiller Daikin HTX100M	31
Gambar 3. 3 Thermometer Stick	32
Gambar 3. 4 Ultrasonic Flow Metter	33
Gambar 3. 5 Pressure Gauge	33
Gambar 3. 6 Manifold Gauge	34
Gambar 3. 7 Clamp Metter / Ampere Metter	34
Gambar 3. 8 Titik Pengukuran Parameter Chiller	39
Gambar 3. 9 Contoh Hasil Input dan Output Calsteam	52
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Perhitungan Kapasitas Pendinginan Chiller No.2	57
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Perhitungan kW/TR Chiller No. 1 dan Chiller No. 2	58
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Perhitungan COP Chiller No.1 dan Chiller No.2	60
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Kapasitas dan Daya Input Chiller No.1	60
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Kapasitas Dan Daya Input Chiller No.2	61
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Kapasitas Terhadap COP Chiller No.1	62
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Kapasitas Terhadap COP Chiller No.2	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3. 1 Spesifikasi Chiller	32
Table 3. 2 Data Pengukuran Parameter Cooling Load Ruangan	37
Table 3. 3 Data Pengukuran Parameter Konduksi Kaca	38
Table 3. 4 Data Pengukuran Parameter Radiasi Kaca	38
Table 3. 5 Data Pengukuran Parameter Beban Panas Penghuni	38
Table 3. 6 Data Pengukuran Parameter Beban Lampu	39
Table 3. 7 Data Pengukuran Chiller No.1 18 April 2024	40
Table 3. 8 Data Pengukuran Chiller No.1 19 April 2024	40
Table 3. 9 Data Pengukuran Chiller No.1 20 April 2024	41
Table 3. 10 Data Pengukuran Chiller No.1 21 April 2024	41
Table 3. 11 Data Pengukuran Chiller No.1 22 April 2024	42
Table 3. 12 Data Pengukuran Chiller No.1 23 April 2024	42
Table 3. 13 Data Pengukuran Chiller No.1 24 April 2024	43
Table 3. 14 Data Pengukuran Chiller No.1 18 Sampai 24 April 2024	43
Table 3. 15 Data Pengukuran Chiller No.2 18 April 2024	44
Table 3. 16 Data Pengukuran Chiller No.2 19 April 2024	44
Table 3. 17 Data Pengukuran Chiller No.2 20 April 2024	45
Table 3. 18 Data Pengukuran Chiller No.2 21 April 2024	45
Table 3. 19 Data Pengukuran Chiller N0.2 22 April 2024	46
Table 3. 20 Data Pengukuran Chiller No.2 23 April 2024	46
Table 3. 21 Data Pengukuran Chiller No 2 24 April 2024	47
Table 3. 22 Data Pengukuran Chiller No.2 18 Sampai 24 April 2024	47
Table 3. 23 Hasil Perhitungan Cooling Load Ruangan	48
Table 3. 24 Hasil Perhitungan Cooling Load Konduksi Kaca	49
Table 3. 25 Hasil Perhitungan Cooling Load Radiasi Kaca	50
Table 3. 26 Hasil Perhitungan Cooling Load Orang	50
Table 3. 27 Hasil Perhitungan Cooling Load Lampu	51
Table 3. 28 Contoh Hasil Perhitungan Kapasitas Chiller No.1 18 April 2024	53
Table 3. 29 Contoh Hasil Perhitungan kw/TR Chiller No.1 18 April 2024	53
Table 3. 30 Contoh Hasil Perhitungan COP Chiller No.1 18 April 2024	54

Table 4. 1 Total Cooling Load	55
Table 4. 2 Hasil Perhitungan Kapasitas Pendinginan Chiller No.1	56
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Kapasitas Pendinginan Chiller No. 2	56
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Konsumsi Energi kW/TR Chiller No. 1	58
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Konsumsi Energi kW/TR Chiller No. 2	58
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan COP Chiller No. 1	59
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan COP Chiller No. 2	59



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$Q_w$	Daya atau kerja kompresor yang dilakukan (kW)
$Q_c$	Besarnya kalor yang dibuang di kondensor (kW)
$Q_e$	Kalor yang diserap epaporator (kW)
$Q_{ruangan}$	Beban Panas dari Ruangan (Btu/h)
$Q_{glass}$	Beban panas dari Konduksi Kaca (Btu/h)
$Q_{sen}$	Beban panas Sensible (Btu/h)
$Q_{lat}$	Beban Panas Latten (Btu/h)
$Q_s$	Beban panas lampu (Btu/h)
$h_1$	Entalpi refrigeran saat masuk kompresor (kJ/kg)
$h_2$	Entalpi refrigeran saat keluar kompresor (kJ/kg)
$h_3$	Entalpi refrigerant masuk kondensor (kJ/kg)
$h_4$	Entalpi refrigerant keluar kondensor (kJ/kg)
$m$	Laju aliran refrigerant pada system (kg/s)
$\rho$	<i>Water Density</i> (kg/m <sup>3</sup> )
$V$	<i>Water flow rate</i> (m <sup>3</sup> /s)
$C_p$	<i>Specific heat</i> (kj/kg.K)
$\Delta T_{ch}$	Beda temperatur air <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> pada epaporator (°C)
$\Delta T_{cw}$	Beda temperatur air <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> pada kondensor (°C)
$A$	Luas area (ft <sup>2</sup> )

## DAFTAR SINGKATAN

<b>Singkatan</b>	<b>Keterangan</b>
COP	<i>Coeffisien Of Performance</i>
TR	<i>Ton Refrigerant</i>
kW	<i>Killo Watt</i>
kJ	<i>Killo Joule</i>
Kg	<i>Killo Gram</i>
SNI	<i>Standar Nasional Indonesia</i>
PLTP	<i>Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi</i>
Tdb	<i>Temperature Dry Bulb</i>
Twb	<i>Temperature Weet Bulb</i>
AHU	<i>Air Handling Unit</i>
FCU	<i>Fan Coil Unit</i>
CHWP	<i>Chilled Water Pump</i>
CWP	<i>Condenser Water Pump</i>
AC	<i>Air Conditioning</i>
HVAC	<i>Heating Ventilation Air conditioning</i>
SHG	<i>Sensible Heat Gain</i>
LHG	<i>Latten Heat Gain</i>
CLF	<i>Cooling Load Factor</i>
SHGF	<i>Solar Heat Gain Factor</i>
SC	<i>Shading Coefficient</i>