

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR
RETURN WATER EVAPORATOR
TERHADAP KINERJA MESIN CHILLER WATER COOLED
(Studi Kasus: Hotel The Ritz-Carlton Bali)**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

NAMA : I KADEK ADI SAPUTRA NUGRAHA

NIM : 20.11.067

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR
RETURN WATER EVAPORATOR
TERHADAP KINERJA MESIN CHILLER WATER COOLED
(Studi Kasus: Hotel The Ritz-Carlton Bali)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Jurusan Teknik Mesin

DISUSUN OLEH:

**NAMA : I KADEK ADI SAPUTRA NUGRAHA
NIM : 20.11.067**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR
RETURN WATER EVAPORATOR
TERHADAP KINERJA MESIN CHILLER WATER COOLED
(Studi Kasus: Hotel The Ritz-Carlton Bali)**



DISUSUN OLEH:

NAMA : I KADEK ADI SAPUTRA NUGRAHA

NIM : 20.11.067


Malang, 5 Agustus 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T.
NIP. P. 1031400477

Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing



Djoko Hari Praswanto, S.T., M.T.
NIP. P. 1031800551



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigurgura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : I Kadek Adi Saputra Nugraha
Nim : 2011067
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH TEMPERATUR RETURN
WATER EVAPORATOR TERHADAP KINERJA
MESIN CHILLER WATER COOLED**


Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari/Tanggal : Selasa, 23 Juli 2024

Dengan Nilai : 82,60 (A)


Panitia Penguji Skripsi

Ketua



Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T.
NIP. P. 1031400477


Sekretaris



Tutut Nani Prihatmi, S.S., S.Pd., M.Pd.
NIP. P. 1031500493

Anggota Penguji

Penguji I



Arif Kurniawan, S.T., M.T.
NIP. P. 1031500491

Penguji II



Febi Rahmadiano, S.T., M.T.
NIP. P. 1031500490

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Kadek Adi Saputra Nugraha

NIM : 2011067

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.













Malang, 5 Agustus 2024



I Kadek Adi Saputra Nugraha
NIM. 2011067

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : I Kadek Adi Saputra Nugraha
 NIM : 2011067
 Jurusan : Teknik Mesin S-1
 Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Temperatur Return Water Evaporator Terhadap Kinerja Mesin Chiller Water Cooled
 Dosen Pembimbing : Djoko Hari Praswanto, S.T., M.T.


No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	Bab I (latar belakang, tujuan, & manfaat)	19/03/2024	
2	Rev. Bab I & Bab II	28/03/2024	
3	Rev. Bab II & Bab III	4/04/2024	
4	Rev. Bab III & PPT Sempro	19/04/2024	
5	Rev. Rumus & PPT	25/04/2024	
6	Rev. PPT	3/05/2024	
7	Rev. Sempro	30/05/2024	
8	Bab IV grafik	6/06/2024	
9	Bab IV analisa	11/06/2024	
10	Bab IV analisa & kesimpulan	19/06/2024	
11	Revisi Semhas	5/07/2024	
12	Revisi hal. depan & lampiran	9/07/2024	
13			
14			
15			

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I Kadek Adi Saputra Nugraha
NIM : 2011067
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Temperatur Return Water Evaporator
Terhadap Kinerja Mesin Chiller Water Cooled
Dosen Pembimbing : Djoko Hari Praswanto, S.T., M.T.

Tanggal Mengajukan Skripsi : 19 Maret 2024
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 10 Juli 2024
Dosen Pembimbing : Djoko Hari Praswanto, S.T., M.T.
Telah Dievaluasikan Dengan Nilai : 

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing 

Djoko Hari Praswanto, S.T., M.T.
NIP. P. 1031800551

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR
RETURN WATER EVAPORATOR
TERHADAP KINERJA MESIN CHILLER WATER COOLED
(Studi Kasus: Hotel The Ritz-Carlton Bali)**

I Kadek Adi Saputra Nugraha¹, Djoko Hari Praswanto²
Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Email: adisaputra1082@gmail.com

ABSTRAK

Menurut *Association of Energy Engineers* (2014) hampir 64% energi yang ada pada sebuah gedung hotel digunakan untuk sistem pengkondisian udara. Pemakaian energi yang sangat tinggi ini bergantung pada seberapa baik kinerja mesin *chiller* dan seberapa banyak AHU dan FCU yang beroperasi yang dapat dilihat dari temperatur *return water* evaporator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh temperatur *return water* evaporator terhadap kinerja mesin *chiller water cooled* dan pengaruh kinerja mesin *chiller water cooled* terhadap konsumsi energi listrik mesin *chiller water cooled*. Data yang diperoleh dari *logsheet* harian mesin *chiller* diolah menggunakan aplikasi *coolpack* untuk mengetahui nilai entalpi refrigeran di masing-masing titik sistem. Nilai tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus perhitungan untuk mencari kinerja mesin *chiller* yaitu *Coefficient of Performance* (COP) dan *Energy Efficiency Ratio* (EER). Analisa data digunakan dengan metode regresi linear pada aplikasi *Statistical Product for Service Solutions* (SPSS). Hasil penelitian menunjukkan menurunnya temperatur *return water evaporator* sebesar 1 °C maka akan meningkatkan nilai COP sebesar 0.502 satuan. Meningkatnya nilai COP sebesar 1 satuan maka akan menurunkan *power input* sebesar 22.980 kW. Menurunnya nilai *power input* sebesar 1 kW maka akan meningkatkan nilai EER sebesar 0.072 Btu/h/Watt.

Kata kunci: *chiller*, *coolpack*, SPSS, regresi, temperatur, COP, EER

**ANALYSIS OF THE EFFECT
OF RETURN WATER EVAPORATOR TEMPERATURE
ON THE PERFORMANCE OF WATER-COOLED CHILLER MACHINES
(Study Case: Hotel The Ritz-Carlton Bali)**

I Kadek Adi Saputra Nugraha¹, Djoko Hari Praswanto²
Department of Mechanical Engineering S-1 Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Nasional Malang
Email: adisaputra1082@gmail.com

ABSTRACT

According to the Association of Energy Engineers (2014), almost 64% of the energy in a hotel building is used for air conditioning systems. This very high energy consumption depends on how well the chiller machine performs and how many AHU and FCU are operating, which can be seen from the return water evaporator temperature. This study aims to determine how the return water evaporator temperature affects the performance of the water-cooled chiller machine and the effect of the performance of the water-cooled chiller machine on the electricity consumption of the water-cooled chiller machine. Data obtained from the daily logsheet of the chiller machine is processed using the coolpack application to determine the refrigerant enthalpy value at each point in the system. These values are then entered into the calculation formula to find the performance of the chiller machine, namely the Coefficient of Performance (COP) and Energy Efficiency Ratio (EER). Data analysis is used with the linear regression method in the Statistical Product for Service Solutions (SPSS) application. The results of the study showed that a decrease in the return water evaporator temperature by 1 °C would increase the COP value by 0.502 units. Increasing the COP value by 1 unit will reduce the power input by 22,980 kW. Decreasing the power input value by 1 kW will increase the EER value by 0.072 Btu/h/Watt.

Keywords: chiller, collpack, SPSS, regression, temperature, COP, EER

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan rasa terima kasih saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas kehendak-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Pengaruh Temperatur *Return Water* Evaporator Terhadap Kinerja Mesin *Chiller Water Cooled*” ini tepat pada waktunya. Selama melaksanakan pembuatan skripsi ini saya banyak menemui hambatan-hambatan dalam proses penyusunan, Oleh karena itu, saya mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan bimbingan dari:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
4. Bapak Djoko Hari Praswanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi
5. Orang tua dan keluarga yang telah mendukung dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini
6. Rekan-rekan yang telah banyak membantu mulai dari proses penyusunan skripsi ini hingga selesai.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna memperbaiki skripsi ini agar menjadi lebih baik.

Malang, 5 Agustus 2024

(I Kadek Adi Saputra Nugraha)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. 1 Latar Belakang.....	1
1. 2 Rumusan Masalah.....	2
1. 3 Batasan Masalah	3
1. 4 Tujuan Penelitian	4
1. 5 Manfaat Penelitian	4
1. 6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2. 1 Dasar Refrigerasi	6
2. 2 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	8
2. 3 Refrigeran	10
2. 4 Prinsip Kerja Mesin <i>Chiller Water Cooled</i>	11
2. 5 Komponen Mesin <i>Chiller Water Cooled</i>	13
2. 5. 1 Kompresor	13
2. 5. 2 Alat Ekspansi.....	16
2. 5. 3 Evaporator	18

2. 5. 4 Kondensor	19
2. 5. 5 <i>Air Handling Unit</i> (AHU)	19
2. 5. 6 <i>Fan Coil Unit</i> (FCU)	20
2. 5. 7 <i>Cooling Tower</i>	21
2. 5. 8 <i>Chilled Water Pump</i>	21
2. 5. 9 <i>Cooling Water Pump</i>	22
2. 6 Analisa Kinerja dari Mesin <i>Chiller Water Cooled</i>	22
2. 6. 1 Kerja Kompresi (W_K)	22
2. 6. 2 Efek Refrigerasi (E_R)	23
2. 6. 3 <i>Coefficient of Performance</i> (COP)	23
2. 6. 4 <i>Energy Efficiency Ratio</i> (EER)	24
2. 7 Aplikasi <i>Coolpack</i>	24
2. 8 Aplikasi <i>Statistical Product for Service Solutions</i> (SPSS)	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3. 1 Diagram Alir	27
3. 2 Metode Penelitian	28
3. 2. 1 Variabel Bebas	28
3. 2. 2 Variabel Terikat	28
3. 3 Alat	28
3. 4 Prosedur Penelitian	30
3. 4. 1 Pengambilan Data	30
3. 4. 2 Pengolahan dan Analisa Data	32
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	40
4. 1 Pengambilan Data Chiller	40
4. 2 Analisa dan Pembahasan Operasional Chiller	41
4. 2. 1 <i>Coefficient of performance</i> (COP)	41

4. 2. 2 <i>Energy Efficiency Ratio (EER)</i>	42
4. 3 Pengaruh Temperatur <i>Return Water Evaporator</i> Terhadap COP.....	43
4. 4 Pengaruh Coefficient of performance (COP) Terhadap <i>Power Input</i>	44
4. 5 Pengaruh <i>Power Input</i> Terhadap <i>Energy Efficiency Ratio (EER)</i>	46
BAB V PENUTUP	48
5. 1 Kesimpulan	48
5. 2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus refrigerator carnot.....	7
Gambar 2. 2 Diagram PV siklus carnot	7
Gambar 2. 3 Skematik kerja sistem refrigerasi kompresi uap	9
Gambar 2. 4 Diagram Ph sistem refrigerasi kompresi uap	9
Gambar 2. 5 Skema kerja <i>chiller water cooled</i>	12
Gambar 2. 6 Skema kerja <i>chiller water cooled</i>	12
Gambar 2. 7 Mesin <i>chiller water cooled</i>	13
Gambar 2. 8 Kompresor torak.....	14
Gambar 2. 9 Kompresor <i>screw</i>	14
Gambar 2. 10 Kompresor sentrifugal.....	15
Gambar 2. 11 Kompresor <i>scroll</i>	16
Gambar 2. 12 <i>Thermostatic expansion valve</i>	17
Gambar 2. 13 <i>Capillary tube</i>	18
Gambar 2. 14 Evaporator <i>shell and tube</i>	18
Gambar 2. 15 Kondensor <i>shell and tube</i>	19
Gambar 2. 16 <i>Air handling unit (AHU)</i>	20
Gambar 2. 17 <i>Fan coil unit (FCU)</i>	20
Gambar 2. 18 <i>Cooling tower</i>	21
Gambar 2. 19 <i>Chilled water pump</i>	22
Gambar 2. 20 <i>Cooling water pump</i>	22
Gambar 2. 21 Gambaran umum konten dari program aplikasi <i>coolpack</i>	24
Gambar 2. 22 Hasil analisa regresi pada aplikasi SPSS	26
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	27
Gambar 3. 2 Mesin <i>chiller water cooled</i> yang beroperasi di hotel The Ritz-Carlton Bali	29
Gambar 3. 3 Spesifikasi Mesin <i>chiller water cooled</i> yang beroperasi di hotel The Ritz-Carlton Bali	29
Gambar 3. 4 Laptop.....	29
Gambar 3. 5 Ikon aplikasi <i>coolpack</i>	30
Gambar 3. 6 Ikon aplikasi <i>Statistical Product for Service Solutions (SPSS)</i>	30

Gambar 3. 7 <i>Logsheets</i> running mesin <i>chiller water cooled</i>	31
Gambar 3. 8 <i>Chiller control panel</i>	31
Gambar 3. 9 Tampilan awal <i>coolpack</i>	32
Gambar 3. 10 Opsi <i>refrigeration utilities</i>	33
Gambar 3. 11 Opsi log (p)-h diagram	33
Gambar 3. 12 Pemilihan jenis refrigeran	34
Gambar 3. 13 Opsi <i>cycle</i>	34
Gambar 3. 14 Kolom <i>cycle input data</i>	35
Gambar 3. 15 Opsi <i>coordinates of point</i>	35
Gambar 3. 16 Tabel <i>coordinates of point</i>	36
Gambar 3. 17 Tampilan awal SPSS	36
Gambar 3. 18 Opsi <i>variable view</i>	37
Gambar 3. 19 Kolom <i>input label data</i>	37
Gambar 3. 20 Kolom <i>input data</i>	38
Gambar 3. 21 Langkah analisa pada aplikasi SPSS.....	38
Gambar 3. 22 Kolom <i>input</i> variabel <i>dependent</i> dan <i>independent</i>	39
Gambar 3. 23 Hasil analisa regresi pada aplikasi SPSS	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel karakteristik refrigeran R134A	11
Tabel 4. 1 Data <i>chiller</i>	40
Tabel 4. 2 Perhitungan coefficient of performance (COP)	41
Tabel 4. 3 Perhitungan <i>energy efficiency ratio</i> (EER).....	42
Tabel 4. 4 Regresi linear antara temperatur <i>return water</i> evaporator dengan COP	43
Tabel 4. 5 Regresi linear antara COP dengan <i>power input</i>	45
Tabel 4. 7 Regresi linear antara <i>power input</i> dengan (EER).....	46