

**SKRIPSI**

**AUDIT PERFORMA *ACTUAL* DAN *DESIGN CHILLER*  
PADA HOTEL ANDAZ BALI**



Oleh

**KADEK KRISNA WIDYASTHANA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2023**

**SKRIPSI**

**AUDIT PERFORMA *ACTUAL* DAN *DESIGN CHILLER*  
PADA HOTEL ANDAZ BALI**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**KADEK KRISNA WIDYASTHANA**  
NIM.1915234002

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**AUDIT PERFORMA *ACTUAL* DAN *DESIGN CHILLER*  
PADA HOTEL ANDAZ BALI**

Oleh

**KADEK KRISNA WISYASTHANA  
NIM.1915254002**

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan  
Program D4 pada Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I



**Achmad Wibolo, S.T., M.T.**  
NIP. 196405051991031002

Pembimbing II



**Prof. Dr. Putu Wijaya Sunu, S.T., M.T., IPM ASEAN., Eng**  
NIP. 198006142006041004

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg**  
NIP. 1966092419931003

## LEMBAR PERSETUJUAN

### AUDIT PERFORMA *ACTUAL* DAN *DESIGN CHILLER* PADA HOTEL ANDAZ BALI

Oleh

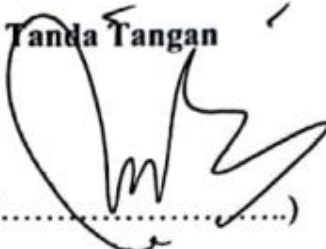
**KADEK KRISNA WISYASTHANA**  
NIM.1915254002

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima  
untuk dapat dilanjutkan sebagai Skripsi pada hari/tanggal:


Rabu, 23 Agustus 2023

#### Tim Penguji

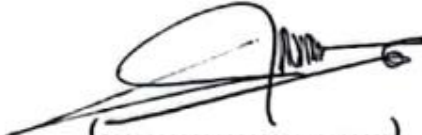
Penguji I : Dr. Luh Putu Ike Midiani, S.T., M.T,  
NIP. : 197206021999032002

Tanda Tangan  
  
(.....)

Penguji II : I Wayan Temaja, S.T., MT,  
NIP. : 196810221998031001

  
(.....)

Penguji III : Ir. I Nyoman Gunung, M.Pd,  
NIP. : 195905021989031002

  
(.....)

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Kadek Krisna Widyasthana  
NIM : 1915234002  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas  
Judul Skripsi : *Audit Energi Performa Actual dan Design Chiller Pada Hotel Andaz Bali*

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 11 Februari 2023

Yang membuat pernyataan



**Kadek Krisna Widyasthana**

NIM. 1915234002

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Bapak Achmad Wibolo, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Prof. Dr. Putu Wijaya Sunu, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat, dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulisan hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Teman-teman VIIIIB TRU Angkatan 2019 dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.

10. Pihak–pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademika Politeknik Negeri Bali.

Badung, 23 Agustus 2023

Kadek Krisna Widyasthana

## ABSTRAK

Metode audit performa dilakukan dengan menganalisis data performa *actual* dari *chiller* di Hotel Andaz Bali. Data ini mencakup temperatur air dan *refrigerant chiller*, tekanan kerja, dan kondisi operasionalnya. Informasi desain *chiller* juga digunakan untuk membandingkan performa *actual* dengan spesifikasi *design* dan standarisasi Indonesia.

Hasil analisis pada *part load* menunjukkan *chiller* 1 memiliki performa 84.875%, *chiller* 2 sebesar 69.625%, dan *chiller* 3 sebesar 58.316%. *Coefficient of Performance* (COP) *chiller* 1 adalah 5.39, *chiller* 2 adalah 4.44, dan *chiller* 3 adalah 3.92. Efisiensi *chiller* dinyatakan dalam 0.673 kW/TR untuk *chiller* 1, 0.818 kW/TR untuk *chiller* 2, dan 0.920 kW/TR untuk *chiller* 3. Bandingkan data ini dengan spesifikasi desain *chiller*, *chiller* 2 dan 3 menunjukkan *part load* rendah dibanding *chiller* 1. Puncak performa terjadi pada *part load* 80% dengan COP 5.40 dan efisiensi 0.65 kW/TR, menjadikan *chiller* 1 terbaik. Evaluasi dengan standar menunjukkan EER *chiller* 1 adalah 18.41, *chiller* 2 adalah 15.15, dan *chiller* 3 adalah 13.3. Semua *chiller* mendapat predikat bintang empat dengan EER di atas 10.41 sesuai Permen ESDM No.57/2017. Menurut SNI 03-6390-2011, hanya *chiller* 1 dan 2 memenuhi standar COP minimal 4.4. Namun, hanya *chiller* 1 yang memenuhi standar efisiensi kW/TR di bawah 0.799 kW/TR.

Hasil penelitian ini diharapkan memberi rekomendasi bagi Hotel Andaz Bali untuk tingkatkan efisiensi sistem pendingin. Juga berkontribusi pada industri perhotelan dan masyarakat umum dalam mengoptimalkan penggunaan energi demi efisiensi yang lebih baik.

**Kata kunci:** audit performa, performa *chiller*, efisiensi energi, *part load*, dan standarisasi indonesia



# **AUDIT OF ACTUAL AND DESIGN CHILLER PERFORMANCE AT HOTEL ANDAZ BALI**

## **ABSTRACT**

*The performance audit method is conducted by analyzing the actual performance data of chillers at Hotel Andaz Bali. This data includes chiller water and refrigerant temperatures, operating pressures, and operational conditions. Chiller design information is also utilized to compare the actual performance with design specifications and Indonesian standards.*

*The analysis results for part load indicate that chiller 1 achieves a performance of 84.875%, chiller 2 reaches 69.625%, and chiller 3 operates at 58.316%. The Coefficient of Performance (COP) for chiller 1 is 5.39, for chiller 2 it is 4.44, and for chiller 3, it is 3.92. Chiller efficiency is represented as 0.673 kW/TR for chiller 1, 0.818 kW/TR for chiller 2, and 0.920 kW/TR for chiller 3. Comparing these values with chiller design specifications reveals that chiller 2 and 3 exhibit lower part load performance compared to chiller 1. The peak performance occurs at 80% part load with a COP of 5.40 and efficiency of 0.65 kW/TR, making chiller 1 the most efficient. Evaluation against standards shows that chiller 1 has an Energy Efficiency Ratio (EER) of 18.41, chiller 2 has an EER of 15.15, and chiller 3 has an EER of 13.3. All chillers are rated with four stars and EER values above 10.41, compliant with Ministerial Regulation No. 57/2017. According to SNI 03-6390-2011, only chiller 1 and 2 meet the minimum COP standard of 4.4. However, only chiller 1 satisfies the efficiency standard of kW/TR below 0.799 kW/TR.*

*The outcomes of this study are expected to provide recommendations for enhancing the cooling system's efficiency at Hotel Andaz Bali. Additionally, these findings contribute to the hospitality industry and the general public in optimizing energy use for improved efficiency.*

**Keywords:** *performance audit, chiller performance, energy efficiency, part load, Indonesian standards*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Audit Performa *Actual* dan *Design Chiller* Pada Hotel Andaz Bali” tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali. Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 23 Agustus 2023

Kadek Krisna Widyasthana

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan Oleh Dosen Pembimbing .....	iii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiarisme .....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak Dalam Bahasa Indonesia.....	viii
<i>Abstract</i> Dalam Bahasa Inggris.....	ix
Kata Pengantar .....	x
Daftar Isi .....	xi
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran .....	xvii
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.4.1 Tujuan umum.....	3
1.4.2 Tujuan khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat bagi penulis .....	4
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali.....	4
1.5.3 Manfaat bagi pihak umum.....	4

<b>BAB II. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Konservasi Energi.....	5
2.2 Audit Performa .....	5
2.3 Profil Penggunaan Energi Signifikan Gedung Komersial .....	6
2.4 Sistem Tata Udara <i>Central</i> .....	7
2.5 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap .....	9
2.6 <i>Chiller System</i> .....	10
2.7 P-h Diagram.....	19
2.8 Siklus Refrigerasi .....	21
2.9 Performa <i>Chiller System</i> .....	22
2.9.1 Mengetahui performa <i>actual chiller system</i> .....	22
2.9.2 Mengetahui performa <i>design chiller system</i> .....	24
2.10 Peluang Hemat Energi .....	26
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	28
3.2 Alur Penelitian.....	28
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	30
3.4 Penentuan Sumber Data.....	30
3.5 Sumber Daya Penelitian .....	31
3.6 Instrumen Penelitian .....	31
3.7 Prosedur Penelitian .....	34
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	37
4.1.1 Perhitungan performa <i>actual</i> dan <i>design chiller</i> .....	37
4.1.2 Perhitungan <i>cooling capacity</i> dari setiap unit <i>chiller</i> .....	38

4.1.3	Perhitungan kapasitas <i>part load</i> dari setiap unit <i>chiller</i> .....	39
4.1.4	Perhitungan COP dari setiap unit <i>chiller</i> .....	39
4.1.5	Perhitungan temperatur <i>approach</i> kondensor dari setiap unit <i>chiller</i>	40
4.1.6	Perhitungan efisiensi dari setiap unit <i>chiller</i> .....	40
4.1.7	Perhitungan EER dari setiap unit <i>chiller</i> .....	41
4.1.8	Perhitungan rata-rata <i>flow rate evaporator</i> masing-masing <i>chiller</i> ...	42
4.2	Pembahasan .....	42
4.2.1	Perbandingan antara COP dengan <i>part load</i> .....	43
4.2.2	Perbandingan antara <i>ambient temperature</i> dengan COP.....	46
4.2.3	Perbandingan antara <i>pressure discharge</i> dengan temperatur <i>approach</i> kondenser .....	50
4.2.4	Perbandingan antara COP dengan temperatur <i>approach</i> kondenser..	54
4.2.5	Perbandingan antara data performa <i>actual chiller</i> dengan data <i>design</i> dan data standar yang berlaku di Indonesia .....	58
4.2.5.1	Perbandingan antara data performa <i>actual chiller</i> dengan data <i>design chiller</i> . .....	59
4.2.5.2	Perbandingan antara data performa <i>actual chiller</i> data standar yang berlaku di Indonesia .....	61
<b>BAB V.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>65</b>
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran .....	65
	DAFTAR PUSTAKA .....	68
	LAMPIRAN .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh data pada <i>name plate chiller</i> .....	24
Tabel 2.2 Standarisasi EER menurut permen ESDM No.57 tahun 2017.....	25
Tabel 2.3 Standarisasi efisiensi mesin pendingin pada gedung menurut SNI .....	26
Tabel 2.4 Standarisasi efisiensi mesin pendingin pada gedung menurut kementrian ESDM .....	26
Tabel 3.1 Waktu penelitian .....	30
Tabel 3.2 Tabel pengambilan data <i>log sheet chiller</i> .....	35
Tabel 3.2 Tabel pengambilan data <i>log sheet chiller</i> .....	35
Tabel 4.1 Spesifikasi COP berdasarkan <i>part load chiller</i> Hitachi RCUA300WHYZ-HER.....	44
Tabel 4.2 Spesifikasi <i>chiller</i> Hitachi RCUA300WHYZ-EHR .....	59
Tabel 4.3 Perbandingan performa <i>design</i> dan dan <i>actual chiller</i> pada <i>evaporator</i> dan <i>condenser</i> .....	59
Tabel 4.4 Perbandingan kebutuhan <i>flow rate evaporator actual chiller</i> dalam gpm.....	60
Tabel 4.5 Perbandingan <i>cooling capacity, part load, dan power compressor</i> secara <i>actual</i> dengan dengan <i>design chiller</i> .....	61
Tabel 4.6 Perbandingan data COP <i>actual chiller</i> dengan standarisasi SNI 03- 6390-2011 .....	62
Tabel 4.7 Perbandingan data EER <i>actual chiller</i> dengan Permen ESDM No. 57 tahun 2017 .....	62
Tabel 4.8 Perbandingan data efisiensi <i>actual chiller</i> dengan standarisasi SNI 03-6390-2011 .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik pengguna energi signifikan pada gedung komersial.....	6
Gambar 2.2 Grafik pengguna energi signifikan di hotel.....	7
Gambar 2.3 Skema sistem refrigerasi kompresi uap.....	10
Gambar 2.4 Skema sistem AC sentral .....	11
Gambar 2.5 Skema sistem <i>chiller</i> beserta titik pengukuran kinerja sistem .....	11
Gambar 2.6 <i>Chiller</i> dan bagian bagiannya.....	13
Gambar 2.7 Kompresor <i>screw</i> semi hermetik.....	13
Gambar 2.8 <i>Water cooled condenser</i> .....	14
Gambar 2.9 Sistem <i>air cooled condenser</i> .....	15
Gambar 2.10 Sistem <i>water cooled condenser</i> .....	15
Gambar 2.11 <i>Electronic expansion valve</i> .....	16
Gambar 2.12 <i>Evaporator water chilled</i> .....	17
Gambar 2.13 <i>Filter dryer</i> .....	18
Gambar 2.14 <i>Liquid receiver</i> .....	19
Gambar 2.15 <i>Oil separator</i> .....	19
Gambar 2.16 P-h diagram sistem refrigerasi kompresi uap.....	20
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	29
Gambar 3.2 Skema pengambilan data pada sistem <i>chiller</i> .....	31
Gambar 3.3 <i>Thermometer Sika</i> 50°C dan 60°C .....	32
Gambar 3.4 <i>Pressure gauge</i> 15 <i>kgf/cm<sup>2</sup></i> dan 20 <i>kgf/cm<sup>2</sup></i> .....	32
Gambar 3.5 <i>Ultrasonic flow meter</i> .....	33
Gambar 3.6 <i>Power meter</i> .....	33
Gambar 3.7 <i>Chiller BAS control interface</i> .....	34

Gambar 4.1 Spesifikasi desain <i>chiller</i> Hitachi RCUA300WHYZ-HER .....	38
Gambar 4.2 Grafik perbandingan antara COP dengan <i>part load chiller</i> 1 .....	44
Gambar 4.3 Grafik perbandingan antara COP dengan <i>part load chiller</i> 2 .....	45
Gambar 4.4 Grafik perbandingan antara COP dengan <i>part load chiller</i> 3 .....	45
Gambar 4.5 Grafik perbandingan COP dan <i>ambient temperature</i> mingguan <i>chiller</i> 1.....	47
Gambar 4.6 Grafik perbandingan COP dan <i>ambient temperature</i> bulanan <i>chiller</i> 1.....	47
Gambar 4.7 Grafik perbandingan COP dan <i>ambient temperature</i> mingguan <i>chiller</i> 2.....	48
Gambar 4.8 Grafik perbandingan COP dan <i>ambient temperature</i> bulanan <i>chiller</i> 2.....	48
Gambar 4.9 Grafik perbandingan COP dan <i>ambient temperature</i> mingguan <i>chiller</i> 3.....	49
Gambar 4.10 Grafik perbandingan COP dan <i>ambient temperature</i> bulanan <i>chiller</i> 3.....	49
Gambar 4.8 Perbandingan <i>pressure discharge</i> dan <i>approach condenser</i> <i>chiller</i> 1.....	51
Gambar 4.9 Perbandingan <i>pressure discharge</i> dan <i>approach condenser</i> <i>chiller</i> 2.....	52
Gambar 4.10 Perbandingan <i>pressure discharge</i> dan <i>approach condenser</i> <i>chiller</i> 3.....	53
Gambar 4.11 Perbandingan antara COP dengan <i>condensor approach chiller</i> 1 ..	55
Gambar 4.12 Perbandingan antara COP dengan <i>condensor approach chiller</i> 2 ..	56
Gambar 4.13 Perbandingan antara COP dengan <i>condensor approach chiller</i> 3 ..	57



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Surat pengajuan pengambilan data.....	71
Lampiran 2: Lembar bimbingan Skripsi pembimbing pertama .....	72
Lampiran 3: Lembar bimbingan Skripsi pembimbing kedua .....	73
Lampiran 4: Lembar temperatur harian bulan September 2021 BMKG .....	74
Lampiran 5: Lembar temperatur harian bulan Oktober 2021 BMKG .....	75
Lampiran 6: Lembar temperatur harian bulan November 2021 BMKG.....	76
Lampiran 7: Lembar temperatur harian bulan Desember 2021 BMKG .....	77
Lampiran 8: Lembar temperatur harian bulan Januari 2022 BMKG.....	78
Lampiran 9: Lembar temperatur harian bulan Februari 2022 BMKG.....	79
Lampiran 10: Lembar temperatur harian bulan Maret 2022 BMKG.....	80
Lampiran 11: Lembar temperatur harian bulan April BMKG.....	81
Lampiran 12: Lembar temperatur harian bulan Mei 2022 BMKG .....	82
Lampiran 13: Lembar temperatur harian bulan Juni 2022 BMKG.....	83
Lampiran 14: Lembar temperatur harian bulan Juli 2022 BMKG.....	84
Lampiran 15: Lembar temperatur harian bulan Agustus 2022 BMKG .....	85
Lampiran 16: Lembar temperatur harian bulan September 2022 BMKG .....	86
Lampiran 17: Lembar temperatur harian bulan Oktober 2022 BMKG .....	87
Lampiran 18: Lembar temperatur harian bulan November 2022 BMKG.....	88
Lampiran 19: Lembar temperatur harian bulan Desember 2022 BMKG .....	89
Lampiran 20: Lembar temperatur harian bulan Januari 2023 BMKG.....	90
Lampiran 21: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-1 .....	91
Lampiran 22: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-2.....	91
Lampiran 23: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-3.....	92

Lampiran 24: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-4.....	93
Lampiran 25: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-5.....	94
Lampiran 26: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-6.....	95
Lampiran 27: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-7.....	96
Lampiran 28: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-8.....	97
Lampiran 29: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-9.....	98
Lampiran 30: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-10.....	99
Lampiran 31: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-11.....	100
Lampiran 32: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-12.....	100
Lampiran 33: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-13.....	101
Lampiran 34: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-14.....	101
Lampiran 35: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-15.....	102
Lampiran 36: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-16.....	103
Lampiran 37: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-17.....	103
Lampiran 38: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-18.....	104
Lampiran 39: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-19.....	104
Lampiran 40: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-20.....	105
Lampiran 41: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-21.....	106
Lampiran 42: Tabel <i>log sheet chiller</i> 1 minggu ke-22.....	106
Lampiran 43: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-1.....	107
Lampiran 44: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-2.....	107
Lampiran 45: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-3.....	108
Lampiran 46: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-4.....	109
Lampiran 47: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-5.....	110
Lampiran 48: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-6.....	111

Lampiran 49: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-7 .....	112
Lampiran 50: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-8.....	113
Lampiran 51: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-9.....	114
Lampiran 52: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-10.....	115
Lampiran 53: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-11 .....	116
Lampiran 54: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-12.....	117
Lampiran 55: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-13.....	118
Lampiran 56: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-14.....	119
Lampiran 57: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-15.....	120
Lampiran 58: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-16.....	121
Lampiran 59: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-17 .....	122
Lampiran 60: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-18.....	123
Lampiran 61: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-19.....	124
Lampiran 62: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-20.....	125
Lampiran 63: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-21 .....	126
Lampiran 64: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-22.....	127
Lampiran 65: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-23.....	128
Lampiran 66: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-24.....	129
Lampiran 67: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-25.....	130
Lampiran 68: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-26.....	131
Lampiran 69: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-27 .....	132
Lampiran 70: Tabel <i>log sheet chiller</i> 2 minggu ke-28.....	133
Lampiran 71: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-1 .....	133
Lampiran 72: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-2.....	134
Lampiran 73: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-3.....	135

Lampiran 74: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-4.....	135
Lampiran 75: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-5.....	136
Lampiran 76: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-6.....	137
Lampiran 77: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-7.....	138
Lampiran 78: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-8.....	139
Lampiran 79: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-9.....	140
Lampiran 80: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-10.....	141
Lampiran 81: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-11.....	141
Lampiran 82: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-12.....	142
Lampiran 83: Tabel <i>log sheet chiller</i> 3 minggu ke-13.....	142
Lampiran 84: Tabel perbandingan antara COP dengan <i>part load chiller</i> 1.....	143
Lampiran 85: Tabel perbandingan antara COP dengan <i>part load chiller</i> 2.....	144
Lampiran 86: Tabel perbandingan antara COP dengan <i>part load chiller</i> 3.....	145
Lampiran 87: Tabel perbandingan antara <i>ambient temperature</i> COP <i>chiller</i> 1..	146
Lampiran 88: Tabel perbandingan antara <i>ambient temperature</i> COP <i>chiller</i> 2..	147
Lampiran 89: Tabel perbandingan antara <i>ambient temperature</i> COP <i>chiller</i> 3..	148
Lampiran 90: Tabel rata-rata <i>pressure discharge chiller</i> .....	149
Lampiran 91: Tabel rata-rata <i>temperature condensation chiller</i> .....	150
Lampiran 92: Tabel rata-rata <i>approach temperature condenser chiller</i> .....	151
Lampiran 93: Tabel perbandingan antara COP dengan <i>temperature approach condenser chiller</i> 1 .....	152
Lampiran 94: Tabel perbandingan antara COP dengan <i>temperature approach condenser chiller</i> 2.....	153
Lampiran 95: Tabel perbandingan antara COP dengan <i>temperature approach condenser chiller</i> 3.....	154
Lampiran 96: Tabel <i>efficiency chiller</i> 1 .....	155

Lampiran 97: Tabel <i>efficiency chiller 2</i> .....	156
Lampiran 98: Tabel <i>efficiency chiller 3</i> .....	157
Lampiran 99: Tabel EER <i>chiller 1</i> .....	158
Lampiran 100: Tabel EER <i>chiller 2</i> .....	159
Lampiran 101: Tabel EER <i>chiller 3</i> .....	160
Lampiran 102: Spesifikasi <i>design chiller Hitachi RCUA300WHYZ-(E)HR</i> ....	161

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, penggunaan AC pada bangunan hunian menjadi sebuah kebutuhan utama yang sangat mempengaruhi kenyamanan dari sebuah hunian terutama hunian komersial. Sejak disempurnakan oleh seorang insinyur asal Amerika Serikat yang bernama Willis Haviland Carrier pada tahun 1906 sistem *Air Conditioning* (AC) seakan menjadi kebutuhan yang utama bagi masyarakat yang berada di negara tropis seperti di Benua Asia (Burke, 2022). Dari masa ke masa jumlah unit AC terus berkembang seiring dengan kebutuhan masyarakat akan penyejuk udara. Dengan fakta tersebut sistem *Air Conditioning* pun semakin berkembang, terutama pada saat mengaplikasikan sistem *Air Conditioning* untuk melayani banyak ruangan di area yang luas. Untuk memenuhi kebutuhan pendinginan yang cukup besar dan kemudahan dalam perawatan maka dibuatlah sistem AC *Central*, namun dengan kebutuhan yang besar ini maka tidak dapat dihindari sebuah fakta yaitu konsumsi energi yang besar pula.

Sekitar 55% hingga 60% kebutuhan energi pada sebuah gedung dihabiskan oleh sistem AC *Central*. Sesuai dengan Permen ESDM 14 Tahun 2012 tentang kegiatan terpadu untuk mengendalikan konsumsi energi agar tercapai penggunaan energi yang efisien maka kita diwajibkan untuk melakukan kegiatan konservasi energi. Konservasi energi sendiri adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi (Kementrian ESDM, 2012). Dalam hal ini terdapat sebuah proses menghitung tingkat penggunaan energi pada sebuah bangunan atau gedung yang nantinya akan dibandingkan dengan standar yang ada. Dalam hal ini fokus penulis yaitu audit performa pada sistem *chiller*. *Chiller* sendiri merupakan jantung dari sistem AC *Central* dimana pada *chiller* terdapat sistem kompresi uap yang digunakan sebagai alat pendinginan air yang akan dialirkan ke seluruh bangunan untuk mendinginkan ruangan.

Pada *chiller system* sangat rentan terjadi pemborosan energi yang diakibatkan oleh kelalaian saat penentuan waktu perawatan terutama pada *condenser* dan *cooling tower*. Hal ini dapat mengakibatkan penumpukan kerak pada *condenser* yang mengakibatkan terhambatnya pelepasan panas dari *condenser* ke air sebagai media penyerap panas sehingga akan ada peningkatan pada temperatur *approach condenser* yang akan mengakibatkan turunnya performa dari *chiller system* seperti naiknya konsumsi energi yang menyebabkan kenaikan tagihan pembayaran listrik dan penurunan performa dari *chiller system* tersebut.

Atas dasar pemikiran di atas, maka penulis mengambil judul” Audit Performa *Actual* dan *Design Chiller* Pada Hotel Andaz Bali” dengan harapan melalui skripsi ini pembaca dapat mengetahui perbandingan performa *actual* dan *design*, peluang dan solusi penghematan yang dapat direkomendasikan kepada pihak manajemen hotel.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari judul penelitian tersebut dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah diantaranya:

1. Bagaimana cara melakukan audit performa *actual* dan *design chiller* yang sesuai dengan prosedur yang benar?
2. Bagaimana metode menghitung untuk mengetahui performa *actual* dan *design chiller*?
3. Bagaimanakah hasil perbandingan antara kinerja performa *actual chiller* dengan performa *design chiller* yang dianalisa?
4. Apa saja peluang-peluang yang bisa dilakukan untuk penghematan energi pada operasional *chiller*?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar perancangan pembahasan dalam Skripsi ini tidak terlalu luas dan jauh dari topik yang telah ditentukan maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Dalam proses audit performa ini penulis hanya mengacu pada performa *design* dan *actual chiller* berdasarkan pada data *log sheet chiller* yang diberikan perusahaan.
2. Kegiatan audit performa dilakukan dengan menghitung performa *chiller* secara *actual* kemudian membandingkannya dengan performa *design* dan standarisasi yang berlaku di Indonesia.
3. Audit performa yang dilakukan dalam penelitian ini hanya berfokus pada sistem *chiller* saja.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1.4.1 Tujuan umum

Adapun tujuan umum dari penyusunan Skripsi ini adalah:

1. Sebagai persyaratan untuk memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Sebagai pengkajian dan pengaplikasian ilmu pengetahuan dan pratikum yang diperoleh selama praktikum.

#### 1.4.2 Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari penyusunan Skripsi ini adalah:

1. Agar mahasiswa mengetahui proses melakukan audit performa *chiller system*.
2. Agar mahasiswa mampu menganalisa performa *actual* dan *design chiller* untuk menghindari pemborosan energi.
3. Agar mahasiswa mampu melakukan analisa dan memberikan rekomendasi Peluang Hemat Energi.



## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini bagi penulis, bagi institusi PNB dan pihak hotel adalah sebagai berikut:

### **1.5.1 Manfaat bagi penulis**

Skripsi ini sebagai sarana dan prasarana untuk menerapkan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik di bidang audit performa, maupun pengembangan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada di sekitar kita.

### **1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali**

Bagi perguruan tinggi, kegiatan ini merupakan wujud nyata dari tri dharma perguruan tinggi yang ketiga, kepercayaan dan keyakinan masyarakat akan kemampuan kinerja industri Politeknik Negeri Bali pada rekayasa teknologi juga menjadi semakin kuat. Kedekatan Perguruan Tinggi Politeknik Negeri Bali dengan masyarakat sekitarnya juga semakin erat.

### **1.5.3 Manfaat bagi pihak umum**

Adapun manfaat penelitian ini bagi pihak hotel adalah diharapkan hasil data penelitian ini dapat membantu pihak hotel dalam mengetahui konsumsi energi dan audit performa sistem *chiller* di hotel. Diharapkan dari data penelitian ini, pihak hotel dapat menemukan seberapa baik performa sistem *chiller* yang terdapat di hotel tersebut dan peluang penghematan penggunaan energi hotel.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil pembahasan dan analisa dari data di atas maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Berdasarkan pada analisa yang dilakukan oleh penulis, audit energi *chiller* terhadap performa *actual* dan *design chiller* dapat dilakukan dengan menggunakan data *log sheet* harian dari sistem *chiller* dengan dasar perbandingan pada data spesifikasi *design chiller*, kemudian membandingkannya dengan data standarisasi yang berlaku di Indonesia.
2. Metode perhitungan yang penulis terapkan pada analisa data performa *actual* yang diperoleh berdasarkan data rata-rata data mingguan dari *log sheet* harian *chiller* dan menerapkan beberapa rumus konversi satuan serta rumus perhitungan performa *chiller*, sedangkan untuk performa *design chiller*, penulis menggunakan data dari spesifikasi dan *name plate chiller* yang dianalisa.
3. Hasil analisa kinerja *chiller* secara *actual* dari sisi *part load* pada didapatkan *chiller* 1 sebesar 84.875%, *chiller* 2 sebesar 69.625%, dan *chiller* 3 sebesar 58.316%. Untuk COP masing masing *chiller* didapatkan sebesar 5.39 pada *chiller* 1, 4.44 pada *chiller* 2, dan 3,92 pada *chiller* 3. Untuk *temperature approach condensor* didapatkan sebesar 5.10°C pada *chiller* 1, 5.72°C pada *chiller* 2, dan 4.89°C pada *chiller* 3. Dari sisi efisiensi *chiller* didapatkan sebesar 0.673kW/TR pada *chiller* 1, 0.818 kW/TR pada *chiller* 2, dan 0.920 kW/TR. Setelah dibandingkan dengan data *design* (*name plate* dan spesifikasi *chiller* dari pabrik) didapatkan bahwa *part load chiller* 2 dan 3 cukup rendah dibanding dengan *chiller* 1. Berdasarkan pada Tabel 4.1 untuk COP terbaik didapatkan pada *part load* sebesar 80% dengan COP sebesar 5.40 dan efisiensi kinerja sebesar 0.65 kW/TR dan *chiller* 1 merupakan *chiller* yang memiliki performa *actual* paling baik. Berdasarkan analisa perbandingan

antara performa *actual* dengan standarisasi yang berlaku, didapatkan EER *chiller* 1 sebesar 18.41, EER *chiller* 2 sebesar 15.15, dan EER *chiller* 3 sebesar 13.3. Berdasarkan hasil tersebut seluruh unit *chiller* mendapatkan predikat bintang empat dengan EER masing masing unit *chiller* yang berada di atas 10.41 sesuai dengan Permen ESDM No.57 Tahun 2017. Berdasarkan standarisasi SNI 03-6390-2011 hanya *chiller* nomer 1 dan 2 yang memenuhi standarisasi COP yang mengharuskan *chiller* memiliki COP minimal 4.4, namun berdasarkan standarisasi efisiensi kW/TR hanya *chiller* 1 yang memenuhi standar dengan nilai efisiensi kW/TR di bawah 0.799 kW/TR.

4. Peluang penghematan energi yang dapat diterapkan pada sistem *chiller* yaitu melakukan pemantauan kualitas air pada *condenser chiller* dengan memantau kadar TDS, melakukan pembersihan kerak pada pipa *condenser chiller* secara rutin minimal satu tahun sekali, dan menyeimbangkan kinerja antara *chiller* untuk menjaga kinerja pada level efisiensi tertinggi yang telah diberikan oleh spesifikasi design yaitu pada *part load* sebesar 80%.

## 5.2 Saran

Dalam studi kasus ini penulis menyarankan untuk melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Agar pihak hotel dapat melakukan *log sheet* setiap jam per harinya. Adapun yang melatar belakangi saran ini adalah untuk memaksimalkan perolehan data performa *chiller* saat jam-jam kritis terutama saat siang hari. Selain itu penulis menyarankan untuk melakukan pencatatan data *ambient temperature* saat melakukan *log sheet* untuk mempermudah megaitkan data performa *actual* terhadap kondisi lingkungan hotel.
2. Untuk meningkatkan performa *chiller*, penulis menyarankan untuk menjaga *approach temperature condenser* agar tetap rendah seperti yang telah dibahas yaitu di bawah 5°C (lebih rendah lebih baik untuk mempertahankan efisiensi performa *chiller*) dengan cara menjadwalkan perawatan secara rutin maupun insidental jika *approach temperature condenser* sudah terpantau meningkat di atas 5°C.

3. Untuk pembaca maupun peneliti selanjutnya sebaiknya melakukan pengambilan data secara berkesinambungan secara mandiri untuk menjaga kekonsistenan data, namun untuk perijinan hal ini tetap dikembalikan kepada pihak hotel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajiwiguna, T.A. (2013) *Cara Kerja Air Conditioner* (Siklus Refrigerasi Kompresi Uap), <http://catatan-teknik.blogspot.com/>. Tersedia pada: <http://catatan-teknik.blogspot.com/2010/10/cara-kerja-air-conditioner.html> (Diakses: 20 Januari 2023).
- B2TKE-BPPT (2020) *Laporan Akhir Bench Marking Spesific Energy Consumption di Bangunan Komersial*. Serpong Tangerang Selatan. Tersedia pada: [www.b2tke.bppt.go.id](http://www.b2tke.bppt.go.id).
- Badan Standarisasi Nasional (2011) *SNI 6390:2011*. Jakarta. Tersedia pada: [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id).
- Baliarta, I.N.G., Suamir, I.N. dan Arsana, M.E. (2016) “Kajian Pengaruh Temperatur *Approach* Evaporator dan Kondenser Terhadap Performansi Sistem AC Sentral Tipe Water Chiller,” *Matrix*, 6.
- Bitzer (2012) *K.B Water Cooled Condensers*, *Bitzer.de*. Tersedia pada: <https://www.bitzer.de/bx/en/products/heat-exchangers-and-pressure-vessels/water-cooled-condensers/for-seawater-applications/k..b-water-cooled-condensers/> (Diakses: 10 Januari 2023).
- Burke, J. (2022) *Biography Willis Haviland Carrier, Britannica*. Tersedia pada: <https://www.britannica.com/technology/mechanical-system> (Diakses: 13 Januari 2023).
- Coowor (2015) *RefrigeRation horizontal liquid receiver for chiller, Coowor.com*. Tersedia pada: [https://www.coowor.com/p/201908151629\\_42NHM7/RefrigeRation-horizontal-liquid-receiver-for-chiller.htm](https://www.coowor.com/p/201908151629_42NHM7/RefrigeRation-horizontal-liquid-receiver-for-chiller.htm) (Diakses: 10 Januari 2023).
- Danfoss (2020) *Danfoss Refrigeration Electric expansion valve, www.electricalautomationnetwork.com*. Tersedia pada: <https://www.electricalautomationnetwork.com/en/danfoss-refrigeRation/068f5214-danfoss-refrigeRation-electric-expansion-valve-akv-10p4> (Diakses:10 Januari 2023).
- Duarte, M.V. *et al.* (2017) “Experimental comparison between R409A and R437A performance in a heat pump unit,” *DE GRUYTER* [Preprint]. Tersedia pada: [https://www.researchgate.net/publication/316144041\\_Experimental\\_comparison\\_on\\_between\\_R409A\\_and\\_R437A\\_performance\\_in\\_a\\_heat\\_pump\\_unit/link/5947df33458515acea121d4b/download](https://www.researchgate.net/publication/316144041_Experimental_comparison_on_between_R409A_and_R437A_performance_in_a_heat_pump_unit/link/5947df33458515acea121d4b/download).
- Humas UGM dan Pramonohadi, S. (2005) *Konservasi Energi Dalam Penyediaan Energi, ugm.ac.id*. Tersedia pada: <https://www.ugm.ac.id/id/berita/1057-konservasi-energi-dalam-penyediaan-energi-nasional> (Diakses: 12 Januari 2023).

- Kementerian ESDM (2012) *Peraturan Menteri ESDM No. 14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi*, *esdm.go.id*. Tersedia pada: <https://jdih.esdm.go.id/index.php/web/result/761/detail> (Diakses: 4 Januari 2023).
- Kementerian ESDM (2017) “Penerapan Standar Kinerja Energi Minimum dan Pencantuman Label Tanda Hemat Energi Untuk Peranti Pengkondisi Udara.” Tersedia pada: <https://jdih.esdm.go.id/index.php/web/result/2180/detail>.
- Kementerian ESDM (2021) “Pedoman Teknis Efisiensi Energi pada Bangunan Gedung (PTEE).” Tersedia pada: [https://simebtke.esdm.go.id/sinergi/assets/content/20210705200020\\_EEG2INFOR\\_WEB.pdf](https://simebtke.esdm.go.id/sinergi/assets/content/20210705200020_EEG2INFOR_WEB.pdf).
- Li, X. dan Seem, J.E. (2012) “Extremum Seeking Control Of Cooling Tower For Self-Optimizing Efficient Operation Of Chilled Water System,” *AACC* [Preprint]. Tersedia pada: [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-a-typical-chilled-water-system\\_fig1\\_261281692](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-a-typical-chilled-water-system_fig1_261281692).
- Machmud, A., Husein dan Mubarok (2019) “Audit Energi dan Peluang Konservasi Energi Listrik di PT. Arelsi Karya Sejahtera.”
- Marincowitz, F. *et al.* (2022) “Uniformity Index as a Universal Air-Cooled Condenser Fan Performance Metric,” *Turbomachinery Propulsion and Power* [Preprint]. Tersedia pada: [https://www.researchgate.net/publication/365893834\\_Uniformity\\_Index\\_as\\_a\\_Universal\\_Air-Cooled\\_Condenser\\_Fan\\_Performance\\_Metric/download](https://www.researchgate.net/publication/365893834_Uniformity_Index_as_a_Universal_Air-Cooled_Condenser_Fan_Performance_Metric/download).
- Marpaung, P. (2014) “Audit Energi Dalam Management Energi,” *Mendukung Diklat Teknis Audit Energi Pada Bangunan Gedung* [Preprint].
- PT. Energy Management Indonesia (Persero) (2018) “Implementasi Proyek Efisiensi Energi.” Tersedia pada: [https://emipersero.co.id/assets/pdf/PT\\_EMI\\_Laporan\\_Tahunan\\_2018.pdf](https://emipersero.co.id/assets/pdf/PT_EMI_Laporan_Tahunan_2018.pdf).
- Rindika, A. dan Saputra, I. (2020) “Analisa Performansi Tipe *Water Cooled Chiller Centrifugal* Kapasitas 2000 Tr pada Gedung Central Park Mall Jakarta Barat,” *SNITT* [Preprint].
- Schiessl (2013) *Bitzer Semi-Hermetic*, *schiessl-kaelte.com*. Tersedia pada: [https://www.schiessl-kaelte.com/en\\_AT/Shop/Compressors %26 Assemblies/Compressors/Screws/Bitzer-semi-hermetic-Compact-screw-compressor-CSH-8583-125Y-400V-BSE170-without-valve~p87938](https://www.schiessl-kaelte.com/en_AT/Shop/Compressors%26Assemblies/Compressors/Screws/Bitzer-semi-hermetic-Compact-screw-compressor-CSH-8583-125Y-400V-BSE170-without-valve~p87938) (Diakses: 10 Januari 2023).
- Stoecker, W. dan Hara, S. (1996) *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Edisi ke-2. Jakarta: Erlangga.
- Sukamta (2015) “Sistem Tata Udara (AC) Pada Bangunan Gedung.”
- Thomas, V.C. (2010) *HVAC: Centrifugal Chiller*, *Energy-models.com*. Tersedia pada: <https://Energy-models.com/hvac-centrifugal-chillers> (Diakses: 10 Januari 2023).

Trane (2014) *CSR Series - Replaceble Solid - Core Filter Driers*, *traneparts-emea.com*. Tersedia pada: <https://traneparts-emea.com/fr-en/trane/refrigeRation-components/filter-driers/> (Diakses: 10 Januari 2023).

Wiranto, A. dan Heizo, S. (1981) *Penyegaran Udara*. Edisi ke-I. Bandung: Pradnya Paramita.

York (2010) “Rotary *screw liquid chillers*: installation, opeRation & maintenance.”