

**ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA *COIL CHILLER*
TERHADAP PERFORMA RADIANT COOLING**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : FIRDAUS

NIM : 1911002

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

2023

**ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA *COIL CHILLER*
TERHADAP PERFORMA RADIANT COOLING**

SKRIPSI

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

DISUSUN OLEH :

NAMA : FIRDAUS

NIM : 1911002

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

**ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA *COIL CHILLER*
TERHADAP PERFORMA RADIANT COOLING**



DISUSUN OLEH :

NAMA : FIRDAUS

NIM : 1911002

Mengetahui,

Ketua Progam Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

Diperiksa / Disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. I Wayan Sujana, MT.

NIP. 195812311989031012



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura 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 : FIRDAUS
NIM : 1911002
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul : **ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA
COIL CHILLER TERHADAP PERFORMA
RADIANT COOLING**

Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Hari : Senin
Tanggal : 14 Agustus 2023
Tempat : Lab. CNC dan Ruang I.2.3
Dengan Nilai : 82,00 (A)

PANITIA PENGUJI SKRIPSI

KETUA

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y. 1030400405

SEKERTARIS

Febi Rahmadiano, ST., MT.
NIP.P. 1031500490

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I

Ir. Soeparno Djiwo, MT.
NIP.Y. 1018600128

PENGUJI II

Bagus Setyo Widodo, S.T., M.MT.
NIP.P. 1032100599

ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA *COIL CHILLER* TERHADAP PERFORMA RADIANT COOLING

Firdaus¹, I Wayan Sujana²

^{1,2}Progam Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : firdaus1911002@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan sistem pendingin semakin meningkat seiring dengan kebutuhan hidupan manusia, dengan pengaplikasian yang sudah melingkupi berbagai segi aspek kehidupan lingkup kerja mulai dari ruang kerja, industri, hotel, dan lain sebagainya. Dengan mengetahui jumlah sirip yang optimal, dapat menghasilkan *Coil Chiller* yang memiliki performa radiant cooling yang lebih baik. Memahami bagaimana pengaruh jumlah sirip pada *Coil Chiller* dapat mempengaruhi kinerja sistem pendinginan radiant cooling. Mengetahui pengaruh pendinginan dan penyerapan kalor yang di hasilkan pada *Coil Chiller* terhadap performa radiant cooling. Salah satu jenis sistem pendingin adalah radiant cooling, sistem pendingin yang menggunakan air dingin mengalir di pipa-pipa pada kontak termal dengan permukaan. Penelitian ini menggunakan system radiant cooling dengan refrigerant R134a pada kompresor, *Coil Chiller* diisi menggunakan air garam. Jumlah sirip 4, 12, 8, 16, pada *Coil Chiller* menggunakan bahan alumunium dengan ketebalan 1 mm, panjang 150 mm, lebar 50 mm. Tekanan exspansi dari menit ke-20 sampai menit ke-160, tekanan mengalami kenaikan sekitar 1,4 bar dan tekanan pada evaporator 1,6 bar dengan presentase tertinggi. COP 6,05 temperatur yang dihasilkan 2,2 °C, COP 6,15 pada jumlah sirip 16 temperatur tertinggi -5,8 °C. Dari menit ke-20 sampai menit ke-160, temperatur terendah yang dihasilkan chiller -11,4 dengan jumlah sirip 16, sedangkan tertinggi berada pada suhu -5,5 dengan jumlah sirip 4. Kesimpulan dari penelitian ini adalah menunjukkan dampak refrigrasi menghasilkan perubahan kapasitas pendinginan yang lebih signifikan, penurunan waktu yang lebih cepat dalam mencapai suhu yang diinginkan, dan distribusi suhu di dalam ruangan yang lebih merata. Ketika jarak antar sirip pada *Coil Chiller* semakin rapat, performa pendingin radiant cooling dapat ditingkatkan, yang pada gilirannya akan mengakibatkan peningkatan nilai COP dan kinerja mesin pendingin yang lebih optimal.

Kata kunci : *Coil Chiller*, sirip, radiant cooling, panas, Alumunium

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE NUMBER OF FINS ON *COIL CHILLER* ON RADIANT COOLING PERFORMANCE

Firdaus¹, I Wayan Sujana²

^{1,2}Mechanical Engineering S-1 Faculty of Industrial Technology

National Institute of Technology Malang

Email : firdaus1911002@gmail.com

ABSTRAK

The use of cooling systems is increasing along with the needs of human life, with applications in workspaces, industry, hotels, and many others. Knowing the optimal number of fins can produce a *Coil Chiller* with better radiant cooling performance. One type of cooling system is radiant cooling, which uses cold water flowing in pipes in thermal contact with the surface. This research uses a radiant cooling system with R134a refrigerant in the compressor. The chiller coil is filled using salt water. The fins 4, 12, 8, and 16, on the *Coil Chiller*, using aluminum material with a thickness of 1 mm, length of 150 mm, and width of 50 mm. The expansion pressure from the 20th minute to the 160th minute, the pressure increases by about 1.4 bar, and the pressure in the evaporator is 1.6 bar with the highest percentage. COP 6.05, the resulting temperature is 2.2 °C, COP 6.15 at the number of fins 16, the highest temperature is -5.8 °C. From the 20th minute to the 160th minute, the lowest temperature produced by the chiller is -11.4 with the number of fins 16, while the highest temperature is at -5.5 with the number of fins 4. It can be concluded that refrigeration produces more significant changes in cooling capacity, a faster decrease in time to reach the desired temperature, and a more even temperature distribution in the room. When the spacing between fins on the chiller coil gets tighter, the performance of radiant cooling can be improved, which will increase the COP value and optimize the performance of the cooling machine.

Keywords: *Coil Chiller*, fin, radiant cooling, hot, Aluminum

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga dalam penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D, Selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST. MT. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Bapak Ir. I Wayan Sujana, MT. Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi.
5. Bapak Moch Zam Zam Teguh Harto, ST. Sebagai Asisten Laboratorium Pendingin.
6. Orang Tua yang selalu memberikan doa dan restu untuk kelancaran skripsi ini hingga bisa terselesaikan.
7. Teman-teman angkatan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang kampus 2 yang selalu memberi motivasi dan semangat. Sehingga skripsi ini bisa terselesaikan tepat pada waktunya.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Malang, 24 Juli 2023



Firdaus

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Firdaus

NIM : 1911002

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

MENYATAKAN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang saya buat berjudul :

“ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL CHILLER TERHADAP PERFORMA RADIANT COOLING”

Adalah skripsi hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan dari sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data sebenarnya.

Malang, 24 Juli 2023






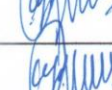



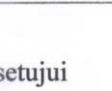
Yang Membuat Pernyataan



Firdaus
NIM. 1911002

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Firdaus
 NIM : 1911002
 Fakultas / Prodi : Teknologi Industri / Teknik Mesin S-1
 Dosen Pembimbing : Ir. I Wayan Sujana, MT.
 Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL CHILLER TERHADAP PERFORMA RADIANT COOLING
 Nilai : 85 (A)

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen Bimbingan	Paraf Mahasiswa
1	5 MARET 2023	Diskusi Pengajuan Judul	Jw	
2	13 Maret 2023	Persetujuan Oleh Koordinator Bidang Ilmu dan Dosen Pembimbing	Jw	
3	20 Maret 2023	Penyusunan Proposal Skripsi BAB I, II, dan III	Jw	
4	22 Maret 2023	Perbaikan Proposan Skripsi BAB I, II, dan III	Jw	
5	23 Maret 2023	Persetujuan Proposal Skripsi BAB I, II, dan III	Jw	
6	27 Maret 2023	Seminar Proposal Skripsi BAB I, II, dan III	Jw	
7	4 APRIL 2023	Penyusunan Skripsi BAB IV dan V	Jw	
8	21 Juni 2023	Perbaikan Skripsi BAB IV dan V	Jw	
9	24 Juni 2023	Persetujuan Skripsi BAB IV dan V	Jw	
10	1 Agustus 2023	Seminar Hasil Skripsi BAB I, II, III, IV, dan V	Jw	

Diperiksa dan di setujui
Dosen pembimbing



Ir. I Wayan Sujana, MT.
NIP. 195812311989031012

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vii
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.1.1 Samuel Panjaitan, (2018).....	5
2.1.2 Syofyan Anwar Syahputra (2021).....	5
2.1.3 Ni Putu Rahayu Artini (2022).....	6
2.2 <i>Chiller</i>	6
2.2.1 Water Cooled Condensor.....	7
2.2.2 Air Cooled Condensor.....	8

2.2.3	Evaporative Condenser	8
2.2.4	Prinsip Kerja <i>Chiller</i>	9
2.2.5	Cara Kerja Radiant Cooling	10
2.3	Refrigerasi.....	11
2.3.1	Sistem Refrigerasi	12
2.3.2	Siklus Kompresi Uap Standar	12
2.3.3	Siklus Kompresi Uap Nyata.....	14
2.4	Komponen Utama Pada <i>Chiller</i>	14
2.4.1	Kompresor.....	14
2.4.2	Kondensor	15
2.4.3	Alat Ekspansi	15
2.4.4	Evaporator	16
2.5	Komponen Pendukung.....	17
2.5.1	<i>Filter Dryer</i>	17
2.5.2	Insulasi Pipa	17
2.5.3	<i>Accumulator</i>	18
2.5.4	<i>Pressure Gauge</i>	18
2.5.5	Pompa Sirkulasi Air	19
2.5.6	Pipa kapiler	19
2.5.7	Alumunium	20
2.6	Refrigeran	20
2.6.1	Refrigeran Primer.....	21
2.6.2	Refrigeran Sekunder.....	21
2.7	Macam-Macam Refrigeran	24
2.7.1	Fluorocarbon terhidrogenasi (HFC).....	24
2.7.2	Terhidrogenasi klorofluorokarbon (HCFC)	24

2.7.3 Chlorofluorocarbon (CFC).....	24
2.7.4 HydroCarbon (HC)	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir Penelitian	25
3.2 Penjelasan Diagram Alir	26
3.2.1 Studi Literatur	26
3.2.2 Persiapan Alat dan Bahan	27
3.2.3 Pembuatan Alat	28
3.2.4 Variabel	31
3.2.5 Pengujian Performa	31
3.2.6 Pengambilan data Dan Pengolahan	32
3.2.7 Hasil Data dan Pembahasan	33
3.2.8 Kesimpulan dan Saran.....	34
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.4 Prosedur Penelitian	34
3.4.1 Proses Penelitian	34
3.4.2 Perhitungan Beban Pendinginan	35
3.4.3 Perhitungan Panjang Evaporator.....	35
3.4.4 Penentuan Laju Aliran Massa	35
3.4.5 Perhitungan Kecepatan Refrigeran	36
3.4.6 Dampak Refrigerasi	36
3.4.7 Kerja Kompresi	36
3.5.10 Kapasitas Refrigerasi	37
3.5.11 COP (<i>Coefficient of Performance</i>).....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Data Hasil Penelitian.....	38

4.1.1	Data Hasil Pengujian Jumlah sirip 4 dengan jarak 20 cm.....	39
4.1.2	Data Hasil Pengujian Jumlah sirip 8 dengan jarak 15 cm.....	40
4.1.3	Data Hasil Pengujian Jumlah sirip 12 dengan jarak 10 cm.....	41
4.1.4	Data Hasil Pengujian Jumlah sirip 16 dengan jarak 5 cm.....	42
4.1.5	Data Hasil Pengujian Diagram P-h dan Nilai Entalpi.....	43
4.1.6	Hasil Data Pengujian Temperature <i>Coil Chiller</i>	55
4.2	Pembahasan.....	59
4.2.1	Pembahasan Tekanan pada <i>Coil chiller</i> Terhadap Performa Radiant Cooling	59
4.2.2	Pembahasan COP (<i>Coefficient of Performance</i>).....	61
4.2.3	Pembahasan Temperatur Pada <i>Coil Chiller</i> Terhadap Performa Radiant Cooling	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		64
5.1	KESIMPULAN.....	64
5.2	SARAN.....	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN.....		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Chiller</i>	7
Gambar 2. 2 Water-Cooled Condensor	8
Gambar 2. 3 Air Cooled Condensor	8
Gambar 2. 4 Evaporative Condenser	9
Gambar 2. 5 Skematik Sistem <i>Chiller</i>	10
Gambar 2. 6 Cara Kerja Radiant Cooling	11
Gambar 2. 7 komponen Dari Sistem Refrijerasi Uap Standar	13
Gambar 2. 8 Diagram Siklus Kompresi Uap Standar T-s dan P-h	13
Gambar 2. 9 Kompresi Uap Nyata	14
Gambar 2. 10 Kompresor	15
Gambar 2. 11 Kondensor	15
Gambar 2. 12 <i>Thermostatic Expansion Valve</i>	16
Gambar 2. 13 Evaporator	16
Gambar 2. 14 <i>Filter dryer</i>	17
Gambar 2. 15 Insulasi pipa	18
Gambar 2. 16 <i>Accumulator</i>	18
Gambar 2. 17 <i>Pressure Gauge</i>	19
Gambar 2. 18 Pompa air	19
Gambar 2. 19 Pipa Kapiler	19
Gambar 2. 20 Alumunium	20
Gambar 2. 21 Refrijeran	20
Gambar 2. 22 Sistem Refrijerasi Dengan Refrijeran Sekunder	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3. 2 Jumlah Sirip 4	28
Gambar 3. 3 Jumlah Sirip 8	29
Gambar 3. 4 Jumlah Sirip 12	29
Gambar 3. 5 Jumlah Sirip 16	29
Gambar 3. 6 Ventilasi Ruang Prototype	30
Gambar 3. 7 Blower	30
Gambar 3. 8 rangkaian pipa termal	30

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Renacana Penelitian	34
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian <i>Coil Chiller</i> Sirip 4.....	39
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian <i>Coil Chiller</i> Sirip 8.....	40
Table 4. 3 Data Hasil Pengujian <i>Coil Chiller</i> Sirip 12.....	41
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian <i>Coil Chiller</i> Sirip 16.....	42
Tabel 4. 5 Konversi Satuan Tekanan Jumlah Sirip 4.....	43
Tabel 4. 6 Nilai Entalpi Jumlah Sirip 4.....	45
Tabel 4. 7 Konversi Satuan Tekanan Jumlah Sirip 8.....	46
Tabel 4. 8 Nilai Entalpi Jumlah Sirip 8.....	48
Tabel 4. 9 Konversi Satuan Tekanan Jumlah Sirip 12.....	49
Tabel 4. 10 Nilai Entalpi Jumlah Sirip 12.....	51
Tabel 4. 11 Konversi Satuan Tekanan Jumlah Sirip 16.....	52
Tabel 4. 12 Nilai Entalpi Jumlah Sirip 16.....	54
Tabel 4. 13 Temperatur <i>Coil Chiller</i> Jumlah Sirip 4.....	55
Tabel 4. 14 Temperatur Jumlah Sirip 8.....	56
Tabel 4. 15 Temperatur Jumlah Sirip 12.....	57
Tabel 4. 16 Temperatur Jumlah Sirip 16.....	58

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Tekanan Alat Exspansi dan Evaporator.....	59
Grafik 4. 2 Perbandingan COP	61
Grafik 4. 3 Temperatur <i>Coil Chiller</i>	62