

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

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : NIBRASUN NABILI

NIM : 1911133

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

2023

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

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin S-1

DISUSUN OLEH :

Nama : NIBRASUN NABILI

NIM : 19.11.133

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

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL RADIANT COOLING TERHADAP PERFORMA PENDINGINAN

Disusun Oleh :

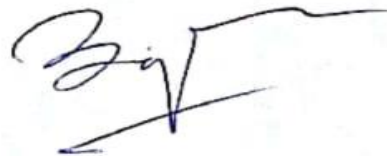
Nama : Nibrasun Nabili
Nim : 1911133
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing 1



Ir. I Wayan Sujana, MT.
NIP.195812311989031012

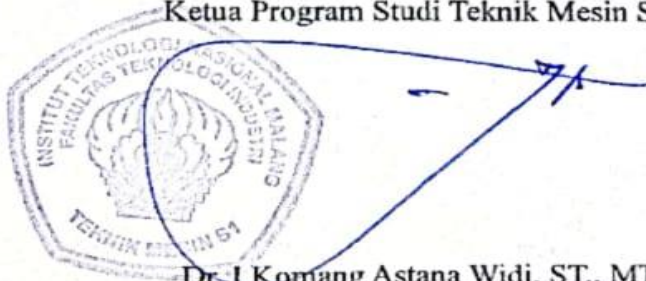
Diperiksa / Disetujui
Dosen pembimbing 2



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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



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

NIP. Y 1030400405



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. BINA (PERUSAHAAN) MALANG
BANK NISALA MALANG

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax (0341) 553015 Malang 65145
Kampus B : J. Raya Karanglo Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Nibrasun Nabili
NIM : 1911133
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul skripsi : Analisa Pengaruh Jumlah Sirip Pada Coil Radiant Cooling Terhadap Performa Pendinginan

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

Pada Hari : Senin

Tanggal : 14 Agustus 2023

Dengan Nilai : 80.95 (A)

PANITIA PENGUJI SKRIPSI

KETUA

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

SEKRETARIS

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

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

Sibut, ST., MT.
NIP. Y. 1030300379

Penguji II

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

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : NIBRASUN NABILI

NIM : 19.11.133

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

Menyatakan

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

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

Malang, 08 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Nibrasun Nabili

NIM. 1911133

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya. Saya sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1 yang menempuh tugas akhir atau skripsi di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam melaksanakan tugas skripsi ini, penulis banyak mengalami hambatan-hambatan dalam proses penyusunannya. Oleh karena itu, penulis banyak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan dari :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Sibut, ST., MT Selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Kedua orang tua beserta keluarga yang telah memberi dukungan baik melalui Doa maupun kebutuhan finansial penyusunan.
7. Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik mesin S-1 yang telah banyak membantu terkait dengan penyusunan skripsi maupun penelitian.

Saya berharap dengan membaca skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, dalam hal ini yang dapat menambah wawasan kita mengenai ilmu pengetahuan bagaimana berproses pada saat melaksanakan tugas akhir. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka penulis mengharapkan kritik dan saran dari Bapak/Ibu Dosen demi kebaikan menuju ke arah yang lebih baik.

Malang, 08 Agustus 2023

Penulis

ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL RADIANT COOLING TERHADAP PERFORMA PENDINGINAN

Nibrasun Nabili, I Wayan Sujana, Bagus Setyo Widodo
Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Email: 1911133@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Baru-baru ini, beberapa penelitian membahas penghematan energi yang dapat dicapai oleh radiant cooling system dan diperoleh bahwa sistem pendinginan radiasi dapat menghemat energi pengguna sekitar 40 dibandingkan dengan sistem pendinginan konvensional. Salah satu cara untuk meningkatkan performa pendinginan dari coil radiant cooling adalah dengan menambahkan sirip pada pipa-pipa yang digunakan dalam sistem tersebut. Untuk melakukan analisa pengaruh jumlah sirip pada coil radiant cooling terhadap performa pendinginan, dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran suhu udara di sekitar pipa dengan menggunakan atau tanpa menggunakan sirip. Dalam penelitian menggunakan metode percobaan alat pendingin langsung dan penelitian kepustakaan ini untuk mengetahui pengaruh jumlah sirip pada coil radiant cooling terhadap performa pendinginan dan memberikan rekomendasi yang berguna untuk pengembangan coil radiant cooling yang lebih efektif dalam pendinginan. Hasil laju perpindahan panas ini didapatkan dari perhitungan data yang paling rendah pada sirip 10 dengan nilai 21.164 kJ/kg dan untuk paling tinggi pada sirip 4 dengan nilai 23.077 kJ/kg. Hasil nilai laju perpindahan panas ini menunjukkan pada sirip 4 paling tinggi dibandingkan variasi sirip 6, 8, dan 10 disebabkan oleh perbedaan suhu dinding evaporator yang tinggi membuat proses pendinginan melalui media air menjadi lebih cepat. Dari data perhitungan COP di dapat nilai yang berbeda-beda dikarenakan pengaruh dari koefisien konveksi termal yang di pengaruhi oleh perbedaan jumlah sirip yang digunakan. Pada variasi jumlah sirip 10 lebih efisien dikarenakan nilai COP berbanding terbalik dengan biaya operasional, apabila COP lebih tinggi maka biaya operasional yang dikeluarkan akan menjadi lebih rendah. Pengaruh variasi jumlah sirip pada radiant cooling terhadap performa kinerja mesin pendingin adalah pada penelitian ini bisa di lihat pada nilai Efficiency energy ratio (EER) dimana pada jumlah sirip 10 dengan nilai 22,64 paling tinggi daripada variasi jumlah sirip 4, 6, 8.

Kata Kunci: *Radiant Cooling*, Jumlah Sirip, COP, EER

ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL RADIANT COOLING TERHADAP PERFORMA PENDINGINAN

Nibrasun Nabili, I Wayan Sujana, Bagus Setyo Widodo

Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknolog Nasional Malang

Email: 1911133@scholar.itn.ac.id

ABSTRACT

Recently, several studies have discussed the energy savings that can be achieved by radiant cooling systems, and it has been found that radiant cooling systems can save users approximately 40% of energy compared to conventional cooling systems. One way to enhance the cooling performance of the radiant cooling coil is by adding fins to the pipes utilized in the system. To analyze the effect of the number of fins on the radiant cooling coil's cooling performance, it can be done by measuring the air temperature around the pipe, both with and without the use of fins. This research employs the direct cooling device experimental method, and the literature study aims to determine the impact of the number of fins on the radiant cooling coil's cooling performance and provide useful recommendations for the development of a more effective radiant cooling coil for cooling purposes. The results of this heat transfer rate were obtained by calculating the lowest data for fin 10, with a value of 21,164 kJ/kg, and the highest for fin 4, with a value of 23,077 kJ/kg. The results of these heat transfer rate values indicate that fin 4 is the highest compared to the variations on fins 6, 8, and 10 due to the high temperature difference of the evaporator wall, which accelerates the cooling process through the water medium. Different values are obtained from the COP calculation data due to the influence of the thermal convection coefficient, which is affected by the difference in the number of fins used. The variation with 10 fins is more efficient as the COP value is inversely proportional to operational costs. If the COP is higher, the incurred operational costs will be lower. The energy efficiency ratio (EER) for 10 fins is 22.64, which is the highest compared to the variations in the number of fins 4, 6, and 8.

Kata Kunci: *Radiant Cooling*, Jumlah Sirip, COP, EER

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xii
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.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.1.1 Penelitian (Aldhitya, 2020).....	4
2.1.2 Penelitian (Rochman Fachrudin, 2021).....	4
2.1.3 Penelitian (Ulil, 2020).....	4
2.1.4 Penelitian (Maruf & Mesin, 2020).....	5
2.2 Mesin Pendingin.....	5
2.3 Komponen Mesin Pendingin.....	6
2.3.1 Kompresor.....	6
2.3.2 Kondensor.....	8
2.3.3 Evaporator.....	9
2.3.4 Pipa Kapiler.....	10
2.4 Refrigeran.....	11
2.4.1 Siklus Kompresi Uap Standard Ideal.....	11

2.4.2 Siklus Kompresi Uap Nyata.....	12
2.4.3 Macam-Macam Refrigeran	12
2.4.4 Klasifikasi Refrigeran Berdasarkan Jenis Fluida	13
2.5 Radiant Cooling	14
2.6 Komponen Radiant Cooling.....	15
2.6.1 Panel Pendingin.....	15
2.6.2 Pipa.....	15
2.6.3 Pompa.....	16
2.6.4 Chiller.....	16
2.6.5 Control System.....	17
2.6.6 Manifold.....	17
2.6.7 Valve.....	18
2.7 Chiller.....	18
2.7.1 Water-Cooled Condenser	18
2.7.2 Air Cooled Condenser	19
2.7.3 Evaporative Condenser	20
2.8 Kalor.....	21
2.8.1 Konduksi	21
2.8.2 Konveksi	22
2.8.3 Radiasi.....	23
2.9 Coefficient of Performance (COP).....	24
2.10 Energy Efficiency Ratio (EER).....	24
2.11 Konduktivitas Termal	24
2.12 Sirip (Fin).....	25
BAB III RANCANGAN PENELITIAN.....	27
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.2 Alat Dan Bahan Yang Digunakan	28
3.2.1 Alat – Alat Yang digunakan.....	28
3.2.2 Bahan Penelitian.....	30
3.2.3 Menentukan Variabel	30
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	31
3.3.1 Waktu	31
3.3.2 Tempat.....	31
3.4 Prosedur Penelitian.....	31

3.4.1 Proses Penelitian	31
3.5 Pengolahan Data.....	32
3.5.1 Dampak Refrigerasi	32
3.5.2 Kerja Kompresi	32
3.5.3 Kapasitas Refrigerasi	33
3.5.4 Laju Aliran Massa (<i>m_{reff}</i>).....	33
3.5.5 Coefficient of Performance (COP).....	33
3.5.6 Energy Efficiency Ratio (EER).....	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Data Hasil Penelitian Coil Radiant Cooling	35
4.1.1 Data Hasil Pengujian Tekanan Menggunakan Jumlah Sirip 4	35
4.1.2 Data Hasil Pengujian Tekanan Menggunakan Jumlah Sirip 6	37
4.1.3 Data Hasil Pengujian Tekanan Menggunakan Jumlah Sirip 8	39
4.1.4 Data Hasil Pengujian Tekanan Menggunakan Jumlah Sirip 10	41
4.2 Pembahasan.....	39
4.2.1 Pembahasan Data Temperatur dalam ruang menggunakan Variasi Jumlah sirip 4	39
4.2.2 Pembahasan Data Temperatur dalam ruang menggunakan Variasi Jumlah sirip 6	40
4.2.3 Pembahasan Data Temperatur dalam ruang menggunakan Variasi Jumlah sirip 8	42
4.2.4 Pembahasan Data Temperatur dalam ruang menggunakan Variasi Jumlah sirip 10	43
4.2.5 Pembahasan Data Panas Konveksi.....	45
4.2.6 Pembahasan data perhitungan COP	46
4.2.7 Pembahasan Data Rasio Efisiensi Energi	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Mesin Pendingin.....	6
Gambar 2. 2 Komponen Torak Multi Silinder	8
Gambar 2. 3 Aksi Mekanik Kompresor Rotary	8
Gambar 2. 4 Helical Tube Evaporator	10
Gambar 2. 5 Pipa Kapiler.....	11
Gambar 2. 6 Panel Radiant Cooling.....	15
Gambar 2. 7 Pipa Tembaga	16
Gambar 2. 8 Pompa.....	16
Gambar 2. 9 Chiller.....	17
Gambar 2. 10 Manifold.....	18
Gambar 2. 11 Water Cooled Condenser	19
Gambar 2. 12 Air Cooled Condenser	20
Gambar 2. 13 Evaporative Condenser	20
Gambar 2. 14 Perpindahan Panas Konveksi (JP.Holman)	23
Gambar 2. 15 Perpindahan Panas Radiasi (JP.Holman).....	24
Gambar 2. 16 Sirip (JP.Holman)	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3. 2 Pipa Tembaga	28
Gambar 3. 3 Chiller.....	29
Gambar 3. 4 Pompa.....	29
Gambar 3. 5 Pressure Gauge.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Refrigeran Skunder	13
Tabel 2. 2 Sifat termofisik beberapa refrigeran.....	14
Tabel 2. 3 Konduktivitas Termal (J.P Holman, 2010).....	25
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Tekanan Menggunakan Jumlah Sirip 4	35
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Cooling Menggunakan Jumlah Sirip 6.....	37
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Tekanan Menggunakan Jumlah Sirip 8	39
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Tekanan Menggunakan Jumlah Sirip 10	41
Tabel 4. 5 Data Temperatur dalam ruang variasi Jumlah sirip 4.....	39
Tabel 4. 6 Data Temperatur dalam ruang variasi Jumlah sirip 6.....	40
Tabel 4. 7 Data Temperatur dalam ruang variasi Jumlah sirip 8.....	42
Tabel 4. 8 Data Temperatur dalam ruang variasi Jumlah sirip 10.....	43
Tabel 4. 9 Perpindahan panas konveksi terhadap variasi jumlah sirip.....	45
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan COP	46
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan EER.....	47

DAFTAR GRAFIK

Garfik 4. 1 Hubungan Variasi Sirip Terhadap Tekanan.....	44
--	----