

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

Nibrasun Nabili<sup>1</sup>, I. Wayan Sujana<sup>2</sup>, Bagus Setyo Widodo<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Mesin S-1 FTI- Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email : [1911133@scholar.itn.ac.id](mailto: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

### PENDAHULUAN

Radiant cooling system dianggap sebagai sistem inovatif yang tepat. 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. (Satrio dkk., 2017)

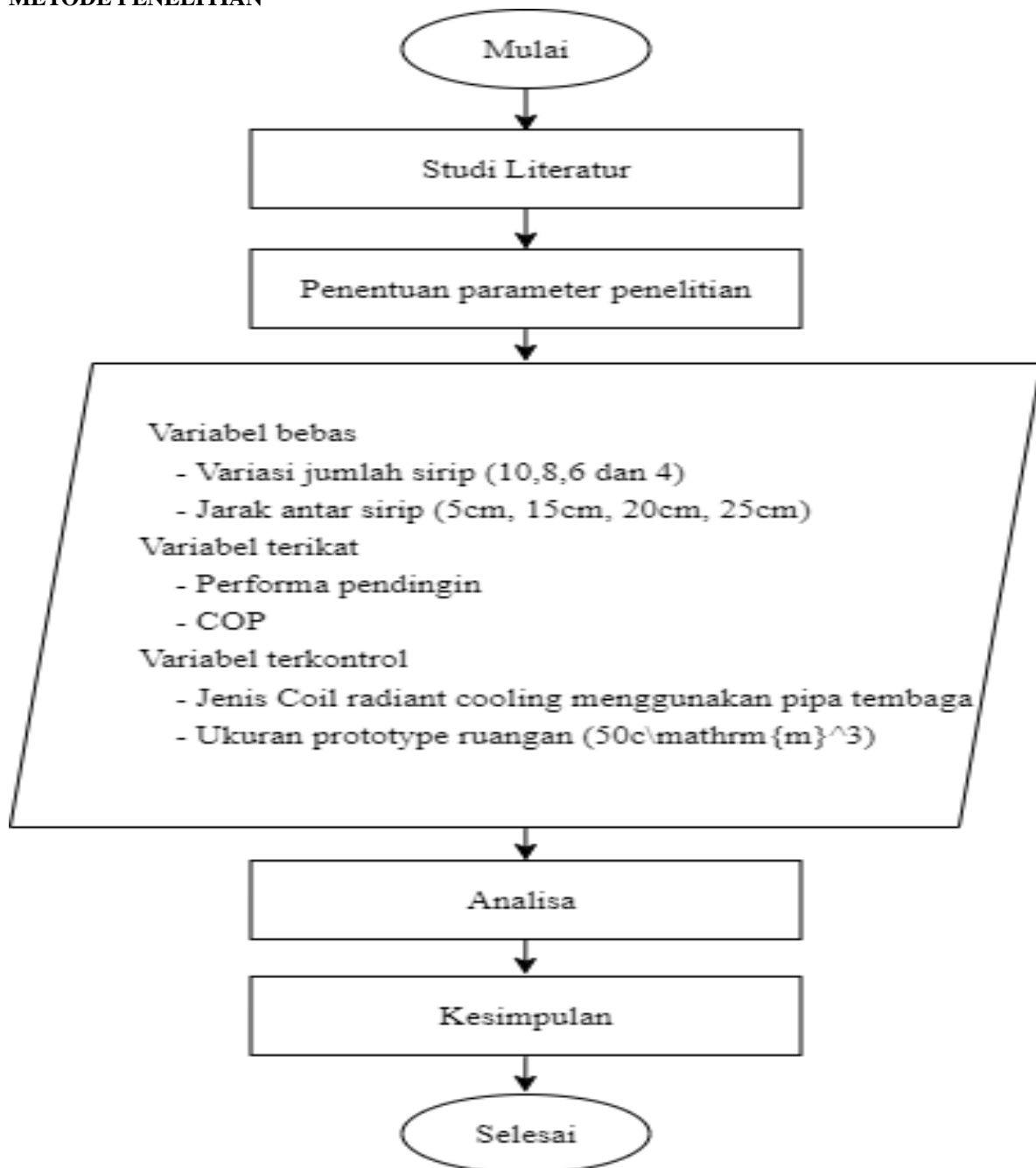
Salah satu komponen penting dalam sistem radiant cooling adalah coil. Coil digunakan untuk mengalirkan cairan pendingin dan membantu mentransfer panas dari permukaan yang didinginkan ke cairan pendingin. Oleh karena itu, performa coil sangat penting dalam menjaga efisiensi dan kinerja radiant cooling.

Coil radiant cooling adalah salah satu jenis sistem pendinginan yang bekerja dengan cara mengalirkan air dingin melalui pipa-pipa yang terletak di atas langit-langit atau dinding. Radiant cooling bekerja dengan memancarkan energi panas dari tubuh manusia atau benda-benda lain di sekitarnya melalui radiasi.

Refrigeran ada dua macam yaitu refrigeran primer dan sekunder. Adapun pengertian refrigeran primer adalah refrigeran yang digunakan dalam sistem kompresi uap. Dan refrigeran sekunder adalah cairan-cairan yang

digunakan untuk membawa energi kalor ber temperatur rendah dari satu lokasi ke tempat lain. Nama lain dari sekunder adalah cairan anti beku atau brines (larutan garam).

#### METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. eksperimen dilakukan melalui proses pembuatan *prototype* mesin pendingin dan membuat sirip *radiant cooling* dengan variasi sirip 4, 6, 8 dan 10 sesuai dengan variabel yang digunakan. Dengan Analisa nilai temperature tekanan, panas konveksi, COP, dan EER.

## ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL RADIANT COOLING TERHADAP PERFORMA PENDINAN

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil dan Pembahasan Data Temperatur dalam ruang, Kompresor, Kondensor, Ekspansi, Evaporator menggunakan Variasi Jumlah sirip 4

Tabel 1. Data Temperatur dalam ruang, Kompresor, Kondensor, Ekspansi, Evaporator menggunakan Variasi Jumlah sirip 4

Waktu (Menit)	Tekanan				Temperatur			
	P1 (bar)	P2 (bar)	P3 (bar)	P4 (bar)	T1 (°C)	T2 (°C)	Temperatur Dry (°C)	Temperatur Wet (°C)
20	11,082	11,200	3.8	3.5	10.9	19.4	26.9	26.8
40	11,082	11,202	3.9	3.6	11.4	19.5	26.8	26.5
60	11,082	11,204	3.9	3.6	12.2	19	26.7	26.5
80	11,082	11,204	4	3.7	12.6	19.2	26.8	26.6
100	11,082	11,206	4.1	3.8	13.8	19.6	26.9	26.7
120	11,082	11,212	4.2	3.8	15.8	19.9	26.2	26.1

Dari data diatas didapatkan waktu pengambilan data dengan temperatur dalam ruang yang di ambil setiap 20 menit selama 2 jam setiap variasi jumlah sirip 4 di dapatkan temperatur kering  $26,9^0$  C dan basah suhu  $26,8^0$  C hingga data ke 6 sebesar kering  $26,2^0$  C dan basah  $26,1^0$  C mengalami penurunan suhu. Untuk nilai tekanan P1 disini sama dengan nilai 11,082 Bar dikarenakan gas refrigeran R134a pada tekanan dan temperatur tinggi kemudian meninggalkan kompresor bisa disebut pemampatan gas yang menyebabkan tekanan lalu masuk ke kondensor mesin pendingin dimana gas di dinginkan menjadi cair. Selanjutnya untuk nilai P2 Kondensor di atas mengalami peningkatan dengan nilai 11,200 Bar setiap pengambilan data yang di sebabkan tekanan proses kondensasi dan juga perubahan temperatur yang mempunyai pengaruh dikarenakan naiknya temperatur udara sekeliling akan menaikkan tekanan kondensor. Untuk P3 tekanan pada katub ekspansi pada pengambilan data mengalami peningkatan dengan nilai awal 3,8 Bar karena dari proses kondensasi pada saat penurunan suhu masih belum maksimal. Selanjutnya data pada tabel P4 tekanan evaporator setiap pengambilan data dengan waktu 2 jam proses evaporasi mengalami peningkatan dengan nilai awal 3,5 Bar dikarenakan perubahan molekul di dalam keadaan cair diubah menjadi gas.

#### B. Hasil dan Pembahasan Data Temperatur dalam ruang, Kompresor, Kondensor, Ekspansi, Evaporator menggunakan Variasi Jumlah sirip 6

Tabel 2. Data Temperatur dalam ruang, Kompresor, Kondensor, Ekspansi, Evaporator menggunakan Variasi Jumlah sirip 6

Waktu	Tekanan				Temperatur	
(Menit)	P1 (bar)	P2 (bar)	P3 (bar)	P4 (bar)	Temperatur Dry (°C)	Temperatur Wet (°C)
20	11,082	11,196	3.8	3.5	26.8	26.6
40	11,082	11,198	3.9	3.6	26.6	26.4
60	11,082	11,200	3.9	3.6	26.7	26.5
80	11,082	11,102	4	3.7	26.8	26.6
100	11,082	11,206	4.1	3.8	26.9	26.7
120	11,082	11,208	4.2	3.9	26.1	26

Dari data diatas didapatkan waktu pengambilan data dengan temperatur dalam ruang yang di ambil setiap 20 menit selama 2 jam setiap variasi jumlah sirip 6 di dapatkan temperatur kering 26,80 C dan basah suhu 26,60 C hingga data ke 6 sebesar kering 26,10 C dan basah 260 C mengalami penurunan suhu. Untuk nilai tekanan P1 disini sama dengan nilai 11,082 Bar dikarenakan gas refrigeran R134a pada tekanan dan temperatur tinggi kemudian meninggalkan kompresor bisa disebut pemampatan gas yang menyebabkan tekanan lalu masuk ke kondensor mesin pendingin dimana gas di dinginkan menjadi cair. Selanjutnya untuk nilai P2 Kondensor di atas mengalami peningkatan dengan nilai awal 11,196 Bar setiap pengambilan data yang di sebabkan tekanan proses kondensasi dan juga perubahan temperatur yang mempunyai pengaruh dikarenakan naiknya temperatur udara sekeliling akan menaikkan tekanan kondensor. Untuk P3 tekanan pada katub ekspansi pada pengambilan data mengalami peningkatan dengan nilai awal 3,8 Bar karena dari proses kondensasi pada saat penurunan suhu masih belum maksimal. Selanjutnya data pada tabel P4 tekanan evaporator setiap pengambilan data dengan waktu 2 jam proses evaporasi mengalami peningkatan dengan nilai awal 3,5 Bar dikarenakan perubahan molekul di dalam keadaan cair diubah menjadi gas.

### C. Hasil Data dan Pembahasan Temperatur dalam ruang, Kompresor, Kondensor, Ekspansi, Evaporator menggunakan Variasi Jumlah sirip 8

Tabel 3. Data Temperatur dalam ruang, Kompresor, Kondensor, Ekspansi, Evaporator menggunakan Variasi Jumlah sirip 8

Waktu	Tekanan				Temperatur	
(Menit)	P1 (bar)	P2 (bar)	P3 (bar)	P4 (bar)	Temperatur Dry (°C)	Temperatur Wet (°C)
20	11,082	11,102	4	3.7	26.4	26.3
40	11,082	11,204	4.1	3.8	26.9	26.4
60	11,082	11,208	4.2	3.9	26.8	26.3
80	11,082	11,212	4.4	4	26.2	26.4
100	11,082	11,214	4.4	4.1	26.6	26.4
120	11,082	11,216	4.5	4.2	27.2	26.7

## ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL RADIANT COOLING TERHADAP PERFORMA PENDINAN

Dari data diatas didapatkan waktu pengambilan data dengan temperatur dalam ruang yang di ambil setiap 20 menit selama 2 jam setiap variasi jumlah sirip 8 di dapatkan temperatur kering 26,40 C dan basah suhu 26,30 C hingga data ke 6 sebesar kering 27,20 C dan basah 26,70 C mengalami peningkatan suhu. Untuk nilai tekanan P1 disini sama dengan nilai 11,082 Bar dikarenakan gas refrigeran R134a pada tekanan dan temperatur tinggi kemudian meninggalkan kompresor bisa disebut pemampatan gas yang menyebabkan tekanan lalu masuk ke kondensor mesin pendingin dimana gas di dinginkan menjadi cair. Selanjutnya untuk nilai P2 Kondensor di atas mengalami peningkatan dengan nilai awal 11,102 Bar setiap pengambilan data yang di sebabkan tekanan proses kondensasi dan juga perubahan temperatur yang mempunyai pengaruh dikarenakan naiknya temperatur udara sekeliling akan menaikkan tekanan kondensor. Untuk P3 tekanan pada katup ekspansi pada pengambilan data

mengalami peningkatan dengan nilai awal 4 Bar karena dari proses kondensasi pada saat penurunan suhu masih belum maksimal. Selanjutnya data pada tabel P4 tekanan evaporator setiap pengambilan data dengan waktu 2 jam proses evaporasi mengalami peningkatan dengan nilai awal 3,7 Bar dikarenakan perubahan molekul di dalam keadaan cair diubah menjadi gas.

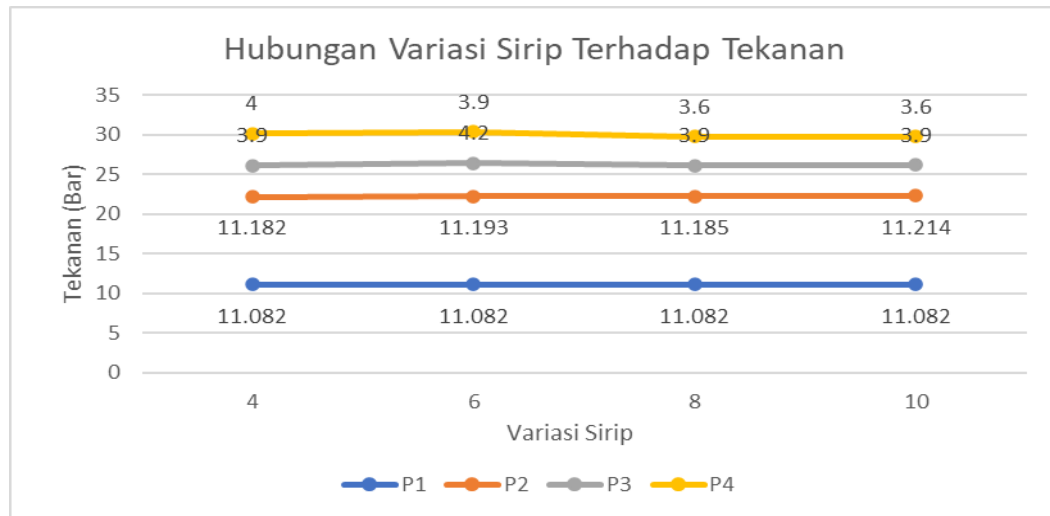
### *D. Hasil dan Pembahasan Data Temperatur dalam ruang, Kompresor, Kondensor, Ekspansi, Evaporator menggunakan Variasi Jumlah sirip 10*

Tabel 4. Data Temperatur dalam ruang, Kompresor, Kondensor, Ekspansi, Evaporator menggunakan Variasi Jumlah sirip 10

Waktu (Menit)	Tekanan				Temperatur	
	P1 (bar)	P2 (bar)	P3 (bar)	P4 (bar)	Temperatur Dry (°C)	Temperatur Wet (°C)
20	11,082	11,192	3.8	3.2	25.3	23.6
40	11,082	11,196	3.8	3.7	25.1	23.7
60	11,082	11,198	3.9	3.6	25.5	23.2
80	11,082	11,200	4	3.6	25.2	23.6
100	11,082	11,201	4	3.6	25.2	23.7
120	11,082	11,102	4	3.8	25.7	23.4

Dari data diatas didapatkan waktu pengambilan data dengan temperatur dalam ruang yang di ambil setiap 20 menit selama 2 jam setiap variasi jumlah sirip 6 di dapatkan temperatur kering 25,30 C dan basah suhu 23,40 C hingga data ke 6 sebesar kering 26,10 C dan basah 260 C mengalami peningkatan suhu. Untuk nilai tekanan P1 disini sama dengan nilai 11,082 Bar dikarenakan gas refrigeran R134a pada tekanan dan temperatur tinggi kemudian meninggalkan kompresor bisa disebut pemampatan gas yang menyebabkan tekanan lalu masuk ke kondensor mesin pendingin dimana gas di dinginkan menjadi cair. Selanjutnya untuk nilai P2 Kondensor di atas mengalami peningkatan dengan nilai awal 11,192 Bar setiap pengambilan data yang di sebabkan tekanan proses kondensasi dan juga perubahan temperatur yang mempunyai pengaruh dikarenakan naiknya temperatur udara sekeliling akan menaikkan tekanan kondensor. Untuk P3 tekanan pada katup ekspansi pada pengambilan data mengalami peningkatan dengan nilai awal 3,8 Bar karena dari proses kondensasi pada saat penurunan suhu masih belum maksimal. Selanjutnya data pada tabel P4

tekanan evaporator setiap pengambilan data dengan waktu 2 jam proses evaporasi mengalami peningkatan dengan nilai awal 3,8 Bar dikarenakan perubahan molekul di dalam keadaan cair diubah menjadi gas.



Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi Sirip Terhadap Tekanan

Dari data grafik di atas tekanan P1 Kompresor yang diambil setiap 20 menit selama 2 jam sesuai pengujian yang dilakukan dengan variasi jumlah sirip 4, sirip 6, sirip 8, sirip 10 didapatkan tekanan yang sama dengan nilai 11,082 bar dikarenakan gas refrigeran R134a pada tekanan kompresor, lalu pada P2 nilai dari kondensator yang diambil data setiap 20 menit selama 2 jam dalam pengujian yang dilakukan dengan variasi jumlah sirip 4, sirip 6, sirip 8, sirip 10 didapatkan tekanan kondensator pada sirip 10 lebih tinggi dengan nilai 11,214 Bar karena proses kondensasi udara lebih cepat melintasi kondensator ini berpengaruh pada naiknya temperatur udara sekeliling yang membuat kenaikan tekanan kondensator. Untuk nilai P3 pada grafik di atas nilai katup ekspansi yang diambil setiap 20 menit dalam waktu 2 jam sesuai pengujian yang dilakukan didapatkan nilai dari setiap variasi jumlah sirip 4, sirip 6, sirip 8, sirip 10. Jumlah sirip 6 mendapatkan nilai lebih tinggi dengan nilai 4,2 Bar dikarenakan proses kondensasi pada saat penurunan suhu masih belum maksimal bila dilihat dari nilai jumlah sirip 4, 8, 10 dimana proses ekspansi memerlukan waktu untuk menurunkan tekanan dari proses kondensasi. Nilai P4 dalam tekanan evaporator pada pengambilan data yang sama setiap 20 menit selama 2 jam pada pengujian yang dilakukan dengan variasi jumlah sirip yang digunakan sirip 4, sirip 6, sirip 8, dan sirip 10, pada jumlah sirip 4 mendapatkan nilai 4,0 Bar dimana proses evaporasi yaitu perubahan molekul di dalam keadaan cair diubah menjadi gas.

a. Pembahasan Data Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi yang terjadi pada siklus pendingin ini terjadi antara kalor pada evaporator dengan air. Perpindahan panas terjadi secara konveksi karena pertukaran panas terjadi pada dinding evaporator dan kalor yang diserap melalui media air. Berikut adalah data perpindahan panas konveksi

Tabel 5. Perpindahan panas konveksi terhadap variasi jumlah sirip

Variasi Sirip	Waktu	Perpindahan Panas Konveksi (w)
Sirip 4	20	23,077
	40	
	60	
	80	
	100	

ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL RADIANT COOLING TERHADAP PERFORMA PENDINAN

	120	
Sirip 6	20	22.91
	40	
	60	
	80	
	100	
	120	
Sirip 8	20	21.447
	40	
	60	
	80	
	100	
	120	
Sirip 10	20	21.164
	40	
	60	
	80	
	100	
	120	

Dari data yang di dapatkan hasil koefisien termalnya yang berbeda-beda pada variasi sirip 4, Sirip 6, sirip 8, sirip 10 dan data di ambil tiap 20 menit dalam waktu 2 jam. Hal ini dikarenakan terjadinya perubahan suhu setiap 20 menit pada pengujian. 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, hal ini dikarenakan terdapat perubahan suhu yang berbeda-beda dalam 20 menit pengujian. Hasil nilai laju perpindahan panas ini menunjukkan pada sirip 4 paling tinggi dibandingkan variasi sirip 6, 8, dan 10. Dari penelitian sebelumnya oleh (**Rochman Fahchrudin,2021**), terjadinya perpindahan panas konveksi terjadi pada dinding kalor yang dipengaruhi oleh tinggi dan jarak pada evaporator.

Dari penelitian yang dilakukan berbanding lurus disebabkan oleh perbedaan suhu dinding evaporator yang tinggi membuat proses pendinginan melalui media air menjadi lebih cepat.

*b. Pembahasan data perhitungan COP*

*Coefficient of performance (COP)* adalah rasio pemanasan atau pendinginan yang disediakan untuk kebutuhan kerja. Berikut adalah hasil perhitungan COP dari variasi jumlah sirip 4, sirip 6, sirip 8, sirip 10.

Tabel 6. Hasil Perhitungan COP

Variasi Sirip	COP
Sirip 4	6.02
Sirip 6	6.08
Sirip 8	6.54
Sirip 10	6.64

Dari data perhitungan COP di didapat 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. Dari Penelitian sebelumnya

oleh (**Susatyo Indra, 2020**), untuk menghasilkan nilai COP melihat dari besarnya dampak refrigrasi dan kapasitas refrigrasi agar proses pendinginan semakin bagus.

Berdasarkan hal tersebut penelitian yang dilakukan ini bisa disimpulkan berbanding lurus dikarenakan dampak refrigrasi dan kapasitas refrigasi pada sirip 10 lebih besar ini mengakibatkan nilai COP sirip 10 lebih besar dari sirip 4, 6, 8. Hal ini membuat sirip 10 lebih efisien dikarenakan nilai COP berbanding terbalik dengan biaya operasional. Apabila COP lebih tinggi maka biaya operasional yang dikeluarkan makin rendah

### *c. Pembahasan Data Rasio Efisiensi Energi*

Rasio Efisiensi Energi digunakan untuk mengevaluasi efisiensi pompa kalor pada siklus pendingin. Berikut table hasil perhitungan Rasio Efisiensi Energi:

Tabel 7. Hasil Perhitungan EER

Variasi Sirip	EER
Sirip 4	20.52
Sirip 6	20.73
Sirip 8	22,30
Sirip 10	22.64

Dari tabel diatas didapatkan nilai yang bervariasi pada masing-masing jumlah sirip yang digunakan. nilai tersebut didapatkan dari COP dikalikan Cooling Capacity maka mendapatkan nilai masing-masing jumlah sirip, bisa disimpulkan jumlah sirip 10 dengan nilai tertinggi dibandingkan dengan jumlah sirip 4, sirip 6, sirip 8 dengan nilai 22,64. Semakin tinggi nilai EER dari sebuah mesin pendingin maka semakin efisiensi pula mesin pendingin tersebut. Menurut teori penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (**Susatyo, Indra, 2020**), efisiensi mesin pendingin tergantung pada nilai Efisiensi Energi Rasio.

Bisa disimpulkan pada penelitian yang dilakukan ini sama dikarenakan nilai COP berpengaruh pada efisiensi mesin pendingin membuat nilai efisiensi energi rasio tinggi.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### *Kesimpulan*

1. 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.
2. Laju pendinginan yang terjadi pada pendingin didapatkan dari hasil perpindahan panas konveksi. Pada penelitian ini jumlah sirip 10 paling rendah dengan nilai 21,164 sedangkan paling tinggi pada jumlah sirip 4 dengan nilai 23,077.
3. Pendinginan Pada variasi jumlah sirip 10 lebih efisien dikarenakan nilai COP berbanding terbalik dengan biaya operasional.

### **Saran**



## ANALISA PENGARUH JUMLAH SIRIP PADA COIL RADIANT COOLING TERHADAP PERFORMA PENDINAN

---

Peningkatan kualitas pendinginan dan pengadaan pemanas temperatur ruangan yang dikehendaki untuk pengambilan data melihat kondisi cuaca.

### REFERENSI

- [1] Aldhitya, P. P. (2020). *ANALISIS VARIASI JARAK FIN TERHADAP PERFORMA MESIN PENDINGIN DOUBLEEVAPORATOR RANGKAIAN SERI MENGGUNAKAN REFRIGERAN LPG*.
- [2] J.P. Holman. (2010). *PERPINDAHAN KALOR*.
- [3] Maruf, S. D., & Mesin, J. T. (2020). *PENGARUH JARAK SIRIP TERHADAP PRESURE DROP PADA DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER MENGGUNAKAN FIN BERBENTUK DELTA WING*.
- [4] Radzai, M. H. M., Lim, C. W., Yaw, C. T., Koh, S. P., Ahmad, N. A., Shakeri, M., & Pasupuleti, J. (2022). A Brief Review on Radiant Cooling Panel with Different Chilled Water Pipe Configurations. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 89(2), 1–14. <https://doi.org/10.37934/arfmts.89.2.114>
- [5] Rochman Fachrudin, A., Andika Frida Astuti, F., & Hanif Firdaus, A. (2021). ANALISIS VARIASI TINGGI DAN JARAK ANTAR SIRIP TERHADAP KINERJA HEAT PIPE. In *Jurnal Teknik Energi* (Vol. 17, Issue 3). <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/eksergi>
- [6] Ulil, A. (2020). *UPAYA PENINGKATAN PERFORMANCE ACWH DENGAN PENAMBAHAN SIRIP PADA APK SHELL HELICAL COIL*.