

**Peningkatan Laju Pendinginan Ruangan Dengan Media Pendingin  
Kombinasi Udara Dan Air Disisi Kondensor Pada Mesin Pendingin  
Tipe *Split Air Conditioning***

***Improved Room Cooling Rate With Air And Water Combination  
Cooling Media On The Side of Condenser On Split Type Air  
Conditioning***

**I Gede Wiratmaja<sup>1</sup>, Kadek Rihendra Dantes<sup>2</sup>, Edy Agus Juny Artha<sup>3</sup>**

<sup>123</sup>Program Studi Pend. Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

e-mail: [wiratmaja@undiksha.ac.id](mailto:wiratmaja@undiksha.ac.id), [rihendra-dantes@undiksha.ac.id](mailto:rihendra-dantes@undiksha.ac.id),  
[edyagus01@yahoo.com](mailto:edyagus01@yahoo.com)

---

**Abstrak**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mendapatkan data-data performansi mesin pendingin antara *AC Split* dengan kondensor berpendingin udara dan dengan kondensor berpendingin kombinasi udara dan air sehingga dari perbandingan data ini dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh penggunaan media pendingin air terhadap peningkatan performansi mesin pendingin. Secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari variasi media pendingin disisi kondensor *AC Split* yang pada akhirnya mengarah kepada usaha untuk menjaga performansi mesin pendingin dan memperpanjang usia pemakaian (*lifetime*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental dimana proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan dokumentasi. Adapun teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik penelitian diskriptif kuantitatif dimana data hasil penelitian akan ditabulasikan serta ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik serta dilakukan analisis data untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan media pendingin air yang dikombinasikan dengan udara disisi kondensor terhadap performansi dari suatu mesin pendingin. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil berupa laju pendinginan ruangan tertinggi terjadi pada mesin pendingin dengan kondensor berpendingin kombinasi udara dan air, dimana terjadi peningkatan laju pendinginan ruangan sebesar 70 % jika dibandingkan dengan laju pendinginan ruangan menggunakan mesin pendingin dengan kondensor berpendingin udara saja.

**Kata kunci:** Pengkondisian udara, Laju Pendinginan Ruangan, Media Pendingin, Pelepasan Kalor, Kondensor.

**Abstract**

*This research is an experimental study that aims to obtain data on the performance of cooling machines between Split air conditioning and air-conditioned condensers and with air and water combination refrigerated condensers so that from the comparison of this data can provide an idea of the effect of water cooling media use on the performance of cooling machines. In particular, the purpose of this study was to determine the effect of variations in cooling media on the side of split air*

*conditioning condensers which ultimately led to efforts to maintain the performance of the cooling machine and extend the lifetime.*

*The method used in this study uses experimental methods in which the data collection process is carried out through observation and documentation. The data analysis techniques used in this study use a scripted research technique in which the data of the results of the study will be tabulated and displayed in the form of tables and graphs and continue to data analysis to find out how much influence the use of water cooling media combined with condenser-side air on the performance of a cooling machine. From the research that has been done obtained the results in the form of the highest cooling rate of the room occurred in the cooling machine with a cooling condenser combination of air and water, where there was an increase in the cooling rate of the room by 70 % when compared to the cooling rate of the room using an air conditioning machine with an air-conditioned condenser.*

*Keywords: Air Conditioning, Air Cooling Rate, Cooling Media, Heat Release, Condenser.*

## 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini pengkondisian udara merupakan hal yang mutlak dilakukan oleh manusia demi memperoleh kenyamanan termal dalam usaha meningkatkan produktivitas. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya penggunaan mesin pendingin jenis AC (*Air Conditioner*) baik dalam dunia industri, perumahan, perkantoran, maupun sekolah - sekolah.

Sistem pengkondisian udara (*air conditioner*) merupakan proses pengaturan suhu, kelembaban, dan pendistribusian udara dalam usaha mencapai kondisi nyaman yang tentunya dibutuhkan oleh setiap penghuni yang berada didalamnya (Asroni *et al*, 2015). Sehingga dari hal ini dapat dilihat bahwa pengkondisian udara (*air conditioning*) merupakan upaya pengontrolan secara simultan terhadap semua faktor - faktor yang sekiranya berpengaruh terhadap kondisi fisik dan kimiawi udara dalam struktur tertentu. Selain itu sistem pengkondisian udara dapat juga didefinisikan sebagai suatu proses pendinginan udara sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang ideal dimana sebagian besar dari faktor tersebut dapat berpengaruh terhadap kesehatan tubuh dan kenyamanan manusia.

Salah satu jenis AC (*Air Conditioner*) yang paling banyak digunakan oleh masyarakat di Indonesia adalah tipe AC Split dikarenakan dari segi harga relatif lebih murah, dan perawatannya yang cukup mudah. Selain itu mesin pendingin ini juga tidak banyak memakan tempat untuk instalasinya sehingga AC Split sangat cocok digunakan pada perumahan yang memiliki luas halaman yang sempit. AC Split mempunyai dua bagian utama dimana bagian *indoor* di tempelkan pada dinding didalam ruangan dan bagian *outdoor* diletakkan diluar ruangan. Dari unit yang beredar di pasaran, rata - rata AC Split memiliki kapasitas pendinginan mulai dari 0,5 PK sampai dengan 2 PK.

Tentunya setelah menjalani usia pemakaian (*lifetime*) yang cukup lama, maka perlahan - lahan performansi dari AC Split ini akan mengalami penurunan dan hal ini akan bertambah parah apabila tidak disertai dengan perawatan yang dilakukan secara rutin. Hal yang paling umum dan paling mudah dilihat dari penurunan performansi AC Split ini adalah proses pendinginan ruangan yang menjadi lebih lama dari biasanya serta konsumsi energi listrik yang lebih besar dilihat dari meningkatnya tagihan listrik setiap bulannya. Salah satu hal yang membuat performansi dari AC Split menurun sehingga berdampak pada usia pemakaian (*lifetime*) yang menjadi lebih pendek, dikarenakan adanya komponen utama sistem pendinginan utama yang dalam hal ini kompresor bekerja dalam waktu yang cukup lama agar mesin pendingin dapat mencapai temperatur ruangan yang diinginkan.

Salah satu penyebab hal ini terjadi dikarenakan proses pelepasan kalor kelingkungan yang kurang optimal disisi kondensor. Sebagaimana yang diketahui kondensor merupakan

salah satu komponen penting pada suatu mesin pendingin yang berfungsi sebagai alat penukar kalor (*heat exchanger*) dimana prinsip kerjanya adalah mengubah fase refrigeran dari wujud gas menjadi wujud cair. Kerja kondensator dalam melakukan pelepasan kalor ke lingkungan akan berlangsung dengan lebih optimal jika menggunakan media pendingin yang mempunyai nilai kalor jenis tinggi. Terlebih pada saat musim panas dimana temperatur lingkungan di siang hari menjadi lebih tinggi dari temperatur biasanya menyebabkan proses pelepasan kalor dengan media pendingin udara disisi kondensator menjadi kurang optimal sehingga berdampak pada tidak maksimalnya proses penyerapan kalor ruangan disisi evaporator.

Hal ini mengakibatkan temperatur ruangan yang telah di *setting* sebelumnya akan dicapai dalam waktu yang lebih lama yang pada akhirnya akan berpengaruh pada laju pendinginan ruangan yang rendah. Dalam membantu mengoptimalkan kerja kondensator maka diperlukan suatu media pendingin yang mempunyai kinerja yang baik dalam hal penyerapan dan pelepasan kalor yang dalam hal ini dilakukan pengkombinasian media pendingin udara dan air disisi kondensator sebagai usaha peningkatan efek *subcooling* yang diharapkan berdampak pada optimalisasi proses pelepasan kalor disisi kondensator.

Dilihat dari perspektif penggunaan energi, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan ilmiah yang berarti kepada ketahanan energi nasional, dimana hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi riil kepada masyarakat mengenai pentingnya upaya penghematan energi ditengah ancaman pasokan energi yang semakin menipis dan mampu memberikan sumbangan ilmiah yang berarti pada ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang refrigerasi. Pengembangan teknologi untuk menjaga performansi dan *lifetime* dari suatu mesin pendingin diharapkan dapat menjaga performansi AC split khususnya yang sudah berumur cukup lama dalam rangka memperpanjang usia pakai (*lifetime*).

Penelitian- penelitian yang telah dilakukan dalam rangka meningkatkan performansi dari sistem pengkondisian udara dengan pemanfaatan media pendingin air sudah dilakukan, antara lain penelitian mengenai pengaruh media pendingin air dan debit aliran air pada kondensator terhadap kemampuan kerja mesin *Air Conditioning*, dan diperoleh hasil berupa terjadi peningkatan *Coefficient of Performance* (COP) yang cukup signifikan dari mesin *Air conditioning* yang menggunakan media pendingin air seiring dengan peningkatan debit aliran (Ridhuan & Angga, 2015). Selanjutnya adalah penelitian tentang pemanfaatan air kondensat evaporator yang digunakan untuk mendinginkan kondensator yang dilakukan dengan menggunakan metode penyemprotan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan penghematan energi dan peningkatan koefisien prestasi mesin (Zhu *et al*, 2015).

Berikutnya penelitian tentang proses pelepasan kalor disisi kondensator juga telah dilakukan dimana dari hasil penelitian diperoleh hasil bahwa semakin cepat putaran kipas kondensator akan semakin meningkatkan laju aliran udara dalam proses pendinginan kondensator sehingga *Coefficient of Performance* (COP) mesin pendingin akan semakin meningkat (Saksono, 2012). Begitu juga penelitian tentang pengaruh dari media pendingin kondensator terhadap *Coefficient of Performance* (COP) mesin pendingin jenis kulkas, dimana penggunaan aliran paksa menggunakan *fan* sebagai media pendingin kondensator mampu meningkatkan *Coefficient of Performance* (COP) dari mesin pendingin sebesar 27 % dibandingkan dengan mesin pendingin dengan media pendingin udara alamiah (Setyawan *et al*, 2016).

Selanjutnya yaitu penelitian tentang analisis eksperimental berupa kajian perbandingan COP pada *Air Conditioner* tipe *AC Window* melalui proses pendinginan di kondensator menggunakan pendinginan evaporatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

terjadi penurunan tekanan di evaporator sebesar 12% dan terjadi peningkatan COP mesin pendingin evaporatif diaplikasikan disisi kondensor (Algawe *et al*, 2013). Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Singh *et al*, 2016) yang meneliti tentang penggunaan kondensor dengan media pendingin air dimana diperoleh hasil berupa terjadi peningkatan efek refrigerasi sebesar 14,4% dan COP sebesar 10,2% jika dibandingkan dengan penggunaan kondensor dengan media pendingin udara. Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Sukri *et al*, 2020) yang menyimpulkan bahwa terjadi peningkatan COP pada *Automotive Air Conditioning* seiring dengan peningkatan laju aliran media pendingin air pada sisi kondensor.

Adapun dari *State of The Art* yang telah diuraikan sebelumnya, maka dipandang perlu untuk melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh penambahan media pendingin air yang dikombinasikan dengan media pendingin udara disisi kondensor terhadap peningkatan performansi dari mesin pendingin tipe AC *Split* yang dalam penelitian ini terfokus pada parameter laju pendinginan ruangan.

Analisis yang dilakukan berupa deskripsi kuantitatif yang menggambarkan pengaruh dari penggunaan media pendingin air disisi kondensor terhadap laju pendinginan ruangan sehingga dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh penggunaan media pendingin air yang dikombinasikan dengan udara aliran paksa (*forced air*) menggunakan *fan* disisi kondensor terhadap peningkatan laju pendinginan ruangan.

## 2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pendingin di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha dengan menggunakan metode eksperimental untuk menguji suatu hipotesis penelitian, apakah hipotesis tersebut dapat diterima atau ditolak. Diterima atau ditolaknya hipotesis tergantung pada hasil observasi terhadap hubungan variabel pada suatu obyek eksperimen. Pengolahan serta analisis data penelitian akan dilakukan secara diskriptif kuantitatif untuk mengetahui seberapa besar pengaruh media pendingin air disisi kondensor terhadap performansi dari mesin pendingin tipe AC *Split*.

Obyek utama dalam penelitian ini adalah mesin pendingin tipe AC *Split* dengan kapasitas  $\frac{1}{2}$  PK yang dikombinasikan dengan pembuatan ruangan pengujian berbentuk kubus dengan dimensi panjang rusuk 1,5 m. Dalam obyek penelitian ini variasi media pendingin sebagai media pelepasan kalor dilakukan disisi kondensor dimana media pendingin kondensor pertama adalah media pendingin udara yang dalam hal ini menggunakan *fan* sebagai alat bantu untuk pelepasan kalor dan yang kedua adalah kondensor dengan menggunakan media pendingin kombinasi udara dan air yang dibantu oleh air kondensat evaporator yang berfungsi sebagai *additional feed water*.

Dalam proses pengambilan data penelitian tentunya diperlukan beberapa instrumen pendukung penelitian seperti *stopwatch* untuk mengukur waktu pendinginan ruangan, thermometer digital yang digunakan untuk mengukur temperatur ruangan dan thermostat digital yang digunakan sebagai kontrol dari sistem pendinginan ruangan.

Adapun untuk teknik pengumpulan data penelitian ini adalah dengan menggunakan beberapa teknik pengambilan data antara lain dengan proses pengamatan langsung dan pencatatan data hasil penelitian secara eksperimental menggunakan semua indera (penglihatan, perasa, pendengaran dan penciuman) serta proses pengambilan data dilakukan melalui dokumentasi baik secara tertulis maupun elektronik. Dokumentasi ini diperlukan untuk mendukung kelengkapan data utama penelitian.

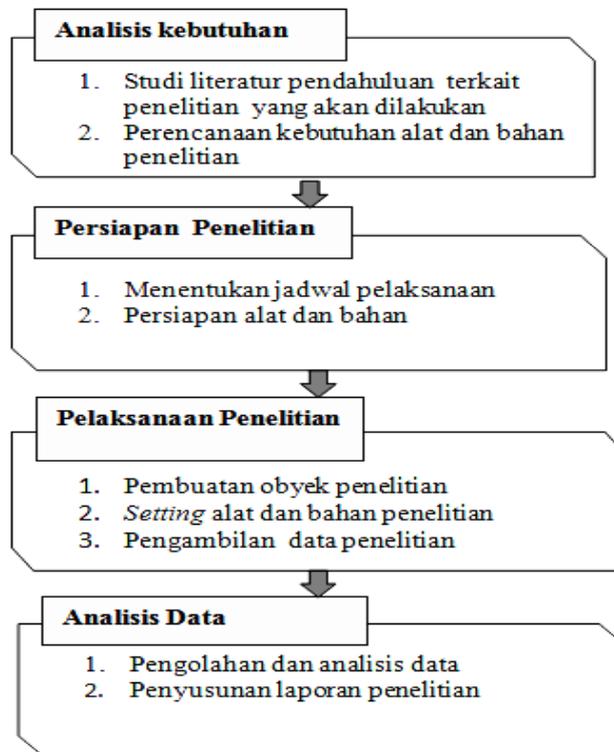


Gambar 1. Obyek Penelitian Laju Pendinginan Ruang



Gambar 2. Media Pendingin Kombinasi Udara dan Air disisi Kondensor

Adapun tahapan - tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara umum terdiri dari empat tahapan penelitian meliputi tahap analisis kebutuhan penelitian dilanjutkan dengan persiapan dan pelaksanaan penelitian dan diakhiri dengan analisa data penelitian. Uraian dari setiap tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Uraian Tahapan Penelitian

Dari data - data yang diperoleh pada saat proses pengujian yang meliputi selang waktu pengujian, volume ruangan dan kalor spesifik udara, maka besar laju pendinginan ruangan ( $qr$ ) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$qr = m_{udara} \cdot C_p \cdot \frac{dT}{dt} \quad (1)$$

$$qr = \rho_{udara} \cdot V \cdot C_p \cdot \frac{T_{awal} - T_{akhir}}{\Delta t}$$

Dimana :

$qr$  = Laju pendinginan ruangan (kJ/s)

$M_{udara}$  = Massa udara yang didinginkan (Kg)

$C_p$  = Kalor spesifik udara ruangan yang didinginkan (Kj/Kg.K)

$V$  = Volume ruangan pendinginan ( $m^3$ )

$T_{awal}$  = temperatur awal ruangan ( $^{\circ}C$ )

$T_{akhir}$  = temperatur akhir ruangan ( $^{\circ}C$ )

$\Delta t$  = selang waktu pengujian ( $t_{akhir} - t_{awal}$ ) dalam (s)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengambilan data - data parameter untuk mencari laju pendinginan ruangan pada unit mesin pendingin jenis AC *Split* dengan menggunakan kondensor berpendingin udara dan AC *Split* dengan kondensor berpendingin kombinasi udara dan air telah dilakukan dengan observasi langsung dilapangan dan dilanjutkan dengan proses perhitungan untuk mendapatkan laju pendinginan ruangan pada setiap variasi media pendingin disisi kondensor.

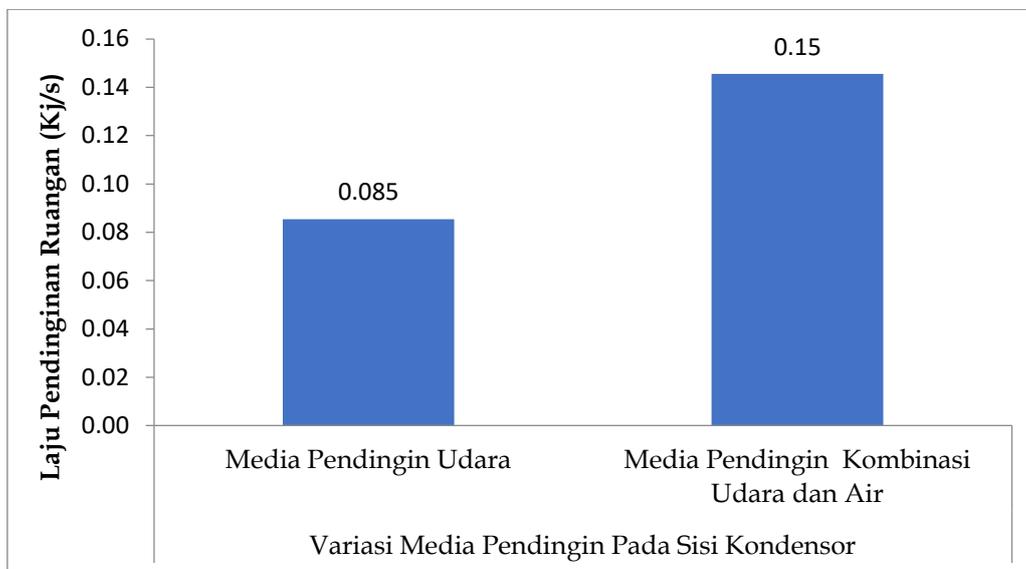
Dalam rangka mengurangi kesalahan dalam pengambilan data penelitian maka perlu dilakukan pengulangan pengambilan data demi memperoleh hasil yang lebih akurat. Dalam penelitian ini pengulangan pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali dimana hasil berupa perbandingan laju pendinginan ruangan yang dapat dijabarkan pada tabel 1 dan tabel 2, serta untuk grafik perbandingan variasi media pendingin pada sisi kondensor dengan laju pendinginan ruangan dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 1. *Data Pengujian Laju Pendinginan Ruangan Pada AC Split Dengan Kondensor Berpendingin Udara*

Pengulangan Pengujian	Parameter Pengujian					Laju Pendinginan Ruangan (Kj/s)
	Massa Jenis Udara (kg/ m <sup>3</sup> )	Volume Ruangan (m <sup>3</sup> )	Temperatur Awal Ruangan ( $^{\circ}C$ )	Temperatur Akhir Ruangan ( $^{\circ}C$ )	Selang Waktu (s)	
1	1.2	3.375	30	23	333.6	0.0854
2	1.2	3.375	30	23	334.2	0.0853
3	1.2	3.375	30	23	332.5	0.0857
4	1.2	3.375	30	23	335.2	0.0850
5	1.2	3.375	30	23	331.7	0.0859

Tabel 2. Data Pengujian Laju Pendinginan Ruangan Pada AC Split Dengan Kondensor Berpendingin Kombinasi Udara dan Air

Pengulan gan Penguja n	Parameter Pengujian					Laju Pendingin an Ruangan (Kj/s)
	Massa Jenis Udara (kg/ m <sup>3</sup> )	Volume Ruanga n (m <sup>3</sup> )	Temper atur Awal Ruanga n (°C)	Temper atur Akhir Ruanga n (°C)	Selang Waktu (s)	
1	1.2	3.375	30	23	195.92	0.1454
2	1.2	3.375	30	23	195.74	0.1456
3	1.2	3.375	30	23	196.42	0.1451
4	1.2	3.375	30	23	196.4	0.1451
5	1.2	3.375	30	23	194.6	0.1464



Gambar 3. Grafik Perbandingan Variasi Media Pendingin Pada Sisi Kondensor Dengan Laju Pendinginan Ruangan

Pada Gambar 3 dapat dilihat grafik perbandingan variasi media pendingin kondensor dengan rata - rata laju pendinginan ruangan/kabin. Laju pendinginan ruangan ini dihitung dari temperatur awal ruangan yaitu sebesar 30°C ke temperatur nyaman manusia yang di *setting* sebesar 23°C. Dari grafik dapat terlihat bahwa laju pendinginan ruangan tertinggi terjadi pada mesin pendingin dengan kondensor berpendingin kombinasi udara dan air, yaitu sebesar 0,15 Kj/s sedangkan laju pendinginan ruangan pada mesin pendingin dengan kondensor berpendingin udara sebesar 0,085 Kj/s sehingga dapat dilihat terjadi peningkatan laju pendinginan ruangan sebesar 70 % jika pendinginan ruangan dilakukan dengan menggunakan AC *Split* dengan kondensor berpendingin kombinasi udara dan air.

Dari hasil ini dapat dilihat bahwa penambahan media pendingin air yang dikombinasikan dengan udara sebagai media *heat transfer* di sisi kondensor akan sangat meningkatkan efek *subcooling* disisi akhir kondensor. Hal ini dikarenakan semakin besar

kalor jenis suatu zat, semakin banyak kalor yang diserap atau dilepaskan jika massa dan perubahan suhunya tetap. Sebagaimana diketahui kalor jenis dari air sebesar  $4200 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$  jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan kalor jenis air yang hanya sebesar  $1000 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$ .

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian dari (Abdi Pranata *et al*, 2019) yang menyimpulkan bahwa air merupakan media penyerap panas yang lebih baik jika dibandingkan dengan udara, hal ini dapat dilihat dari konduktifitas termal air bernilai  $0,56 \text{ J/m.s.}^\circ\text{C}$  jauh lebih tinggi dibandingkan dengan udara yang hanya sebesar  $0,023 \text{ J/m.s.}^\circ\text{C}$ . Selain itu penggunaan *water cooled condenser* mampu memberikan penghematan energi yang cukup signifikan (Bharambe *et al*, 2017).

Dari analisis hasil penelitian ini membuktikan bahwa pemanfaatan air sebagai media pendingin mampu mengoptimalkan proses pelepasan kalor refrigeran di sisi kondensor sehingga memberikan dampak pada peningkatan laju pendinginan ruangan yang cukup signifikan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pada hasil dan analisa data penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan media pendingin kombinasi udara dan air terhadap peningkatan laju pendinginan ruangan dimana laju pendinginan ruangan yang menggunakan mesin pendingin tipe *AC Split* dengan kondensor berpendingin kombinasi udara dan air lebih tinggi jika dibandingkan dengan laju pendinginan ruangan menggunakan mesin pendingin tipe *AC Split* dengan kondensor berpendingin udara saja. Dalam penelitian ini proses optimalisasi *heat transfer* masih terfokus pada sisi kondensor saja, sehingga disarankan untuk dapat dilakukan penelitian lanjutan kedepannya untuk melakukan proses pengoptimalan proses perpindahan panas secara simultan disisi kondensor dan evaporator dalam rangka meningkatkan unjuk kerja dari mesin pendingin tipe *AC Split*.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Abdi Pranata, I. G., Dantes, K. R., & Pasek Nugraha, I. N. (2019). Studi Komparasi Perbandingan Air Dan Udara Sebagai Media Pendingin Kondensor Terhadap Pencapaian Suhu Optimal Siklus Primer Pada Prototipe Water Chiller. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v7i1.18754>
- Algawe, K. ., Matey, M. ., & Gudadhe, N. . (2013). Experimental Analysis of Window Air Conditioner using Evaporative Cooling. *International Journal Of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2(3), 1-10.
- Asroni, M., Widodo, B., & Bakti, D. (2015). Kaji Eksperimental Karakteristik Termodinamika Dari Pemanasan Refrigerant 12 Terhadap Pengaruh. *Jurnal Flywheel*, 6(September), 41-46.
- Bharambe, S., Mulay, S., & Jadhav, S. (2017). Design and Analysis of Water Cooled Condenser. *International Journal of Mechanical Engineering*, 4(6), 1-5. <https://doi.org/10.14445/23488360/ijme-v4i6p101>
- Ridhuan, K., & Angga, I. G. (2015). Pengaruh Media Pendingin Air Pada Kondensor Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin. *Turbo*, 3(116), 1-6.

- Saksono, P. (2012). *Analisis Pengaruh Gangguan Heat Transfer Kondensor Terhadap Performansi Air Conditioning*. 4(1), 39-43.
- Setyawan, D. L., Widodo, E., & Hasby, R. (2016). Analisis Variasi Media Pendingin Kondensor Terhadap Rasio Pelepasan Kalor Dan Coefisien Of Performance ( COP ) Pada Mesin Pendingin. *Jurnal Rotor*, 2(2), 18-22.
- Singh, M., Rai, B., & Vasudev, V. (2016). A Study on Performance Comparison of Air Cooled and Water Cooled Condenser in Vapour Absorption and Compression Refrigeration Systems. *Internatonal Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 3(4), 462-468.
- Sukri, M. F., Lokman, R., Muhajir, A., Wasbari, F., Damanhuri, A. A. M., & Sumeru, K. (2020). The effect of condensate water on the performance of automotive air conditioning system under difference evaporator air inlet temperature. *International Journal of Nanoelectronics and Materials*, 13(Special Issue ISSTE2019), 85-94.
- Zhu, X., Wu, J., Lin, B., Tan, Y., Huang, C., Li, H., Cao, L., & Liu, Z. (2015). Air-conditioning condenser integrated with a spray system utilizing condensate water. *ASTRU Innovative Power Engineering Conference*.