

Analisis Pengaruh Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Terhadap Laju Pendinginan Ruangan Dan COP Mesin Pengkondisian Udara Tipe *Split Air Conditioning*

Analysis of The Effect of Variations in Expansion Valve Distance With Condenser Against Room Cooling Rate And COP On Split Type Air Conditioning

I Gede Wiratmaja¹, Gede Widayana¹, Edi Elisa¹

¹Program Studi Pend. Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

e-mail: wiratmaja@undiksha.ac.id, gede.widayana@undiksha.ac.id,
edi.elisa@undiksha.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang bertujuan untuk memperoleh data - data unjuk kerja mesin pengkondisian udara tipe AC *Split* berupa laju pendinginan ruangan dan COP (*Coefficient Of Performance*) pada setiap variasi jarak katup ekspansi dengan kondensor, untuk memberikan gambaran mengenai besarnya pengaruh variasi jarak katup ekspansi dengan kondensor terhadap performansi mesin pengkondisian udara. Hal ini dilakukan dalam usaha untuk menjaga kinerja dari mesin serta memperpanjang usia pemakaian (*lifetime*). Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Pendingin, Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dalam proses pengambilan datanya menggunakan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung dilapangan, dokumentasi penelitian dan teknik analisa data menggunakan teknik penelitian deskriptif kuantitatif untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran secara sistematis terhadap fenomena yang terjadi selama penelitian dan disajikan dalam bentuk grafik serta diberikan uraian analisis secara deskriptif kuantitatif. Dari hasil penelitian diperoleh beberapa hasil penting yaitu besarnya laju pendinginan ruangan meningkat seiring dengan semakin panjangnya jarak antara katup ekspansi dengan kondensor dimana laju pendinginan ruangan tertinggi diperoleh pada variasi jarak 2 meter antara katup ekspansi dengan kondensor yang mana diperoleh hasil sebesar 0,0875 Kj/s (meningkat 27,8% dibandingkan dengan kondisi standar). Sebaliknya terdapat *trend* penurunan COP (*Coefficient Of Performance*) dari mesin pengkondisian udara seiring dengan semakin panjangnya jarak kondensor dengan katup ekspansi, dimana COP (*Coefficient Of Performance*) terendah diperoleh pada variasi jarak 2 meter antara katup ekspansi dengan kondensor yang mana diperoleh hasil sebesar 33,15 (menurun 28,2% dibandingkan dengan kondisi standar).

Kata kunci : Laju pendinginan ruangan, COP (*Coefficient Of Performance*), katup ekspansi, variasi jarak katup ekspansi dengan kondensor

Abstract

This research is a type of experimental research that aims to obtain data - data on the performance of ac split air conditioning machine in the form of room cooling rate and COP (Coefficient Of Performance) on each variation of the expansion valve distance with the condenser, to give an idea of the magnitude

of the influence of variations in the distance of expansion valves with condensers on the performance of air conditioning machines. This is done in an effort to maintain the performance of the machine and extend the life of use (lifetime). This research was conducted in the Refrigeration Engineering laboratory, Mechanical Engineering Education Study Program of Ganesha Education University. The methods that will be used in this research are experimental methods that in the process of data collection using data collection techniques through direct observation in the field, research documentation and data analysis techniques using quantitative descriptive research techniques to describe or provide a systematic picture of the phenomena that occurred during the research and presented in the form of graphs and given a description of the analysis in a quantitative descriptive manner. From the results of the study obtained some important results, namely the magnitude of the cooling rate of the room increases along with the longer the distance between the expansion valve and the condenser where the highest room cooling rate is obtained at a variation of 2 meters between the expansion valve and the condenser which obtained a result of 0.0875 Kj / s (an increase of 27.8% compared to standard conditions). Conversely, there is a downward trend of COP (Coefficient Of Performance) from air conditioning machines along with the longer the condenser distance with the expansion valve, where the lowest COP (Coefficient Of Performance) is obtained at a distance of 2 meters between the expansion valve and the condenser which obtained a result of 33.15 (decreased by 27.8% compared to standard conditions).

Keywords: Room cooling rate, COP (Coefficient Of Performance), expansion valve, variation of expansion valve distance with condenser

1. PENDAHULUAN

Secara umum sistem tata udara (*Air Conditioner*) adalah proses *setting* temperatur, kelembaban, kebersihan dan distribusi udara guna tercapainya kondisi kenyamanan termal. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kesehatan tubuh dan kenyamanan manusia meliputi suhu udara, tingkat kelembaban udara, pergerakan udara, distribusi udara, polutan udara dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang diperlukan oleh orang/penghuni yang berada di dalam suatu ruangan. Adapun rentang suhu kenyamanan manusia berada dikisaran temperatur 22,8°C- 25,8°C. (Asroni et al., 2015)

Jenis AC (*Air Conditioner*) tipe AC *Split* merupakan jenis mesin pengkondisian udara yang paling populer dikalangan masyarakat dikarenakan perawatannya yang cukup mudah. Instalasinya yang simple dan praktis membuat AC *Split* ini sangat cocok digunakan pada skala rumah tangga. Seiring dengan bertambahnya usia pemakaian maka kinerja AC *Split* cenderung akan menurun dan akan lebih drastis lagi apabila tidak disertai dengan dilakukannya *maintenance* secara berkala. Parameter paling umum dan paling mudah untuk melihat penurunan unjuk kerja dari AC *Split* ini adalah waktu untuk mendinginkan ruangan yang menjadi lebih lama dari standar serta meningkatnya konsumsi energi listrik. Mengacu pada hal ini tentunya diperlukan usaha - usaha dalam menjaga performansi serta memperpanjang usia pakai (*lifetime*) dari mesin pengkondisian udara jenis AC *Split*.

Sebagaimana kita ketahui katup ekspansi merupakan salah satu komponen utama dalam mesin pengkondisian udara yang sedikitnya mempunyai dua fungsi utama yaitu menurunkan tekanan refrigeran cair sekaligus mengatur aliran refrigeran menuju ke evaporator. Secara umum katup ekspansi yang paling sering digunakan dalam produk - produk mesin refrigerasi adalah jenis pipa kapiler, *superheat controlled expansion valve*, *floating valve*, dan katup ekspansi tekanan konstan (Jumadi et al., 2016). Pada AC *Split*, *expansion device* yang biasa digunakan adalah pipa kapiler yang fungsi utamanya adalah untuk menurunkan tekanan dan mengontrol aliran refrigeran sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan. Adapun

keuntungan dari pipa kapiler yaitu sistemnya cukup sederhana dan dari sisi harga tidak terlalu mahal (Darmawan & Putra, 2017). Jarak katup ekspansi yang dalam hal ini pipa kapiler dengan kondensor pada *AC Split* dinilai memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap performansi *AC Split* dikarenakan pipa kapiler secara umum berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigeran pada sistem refrigerasi.

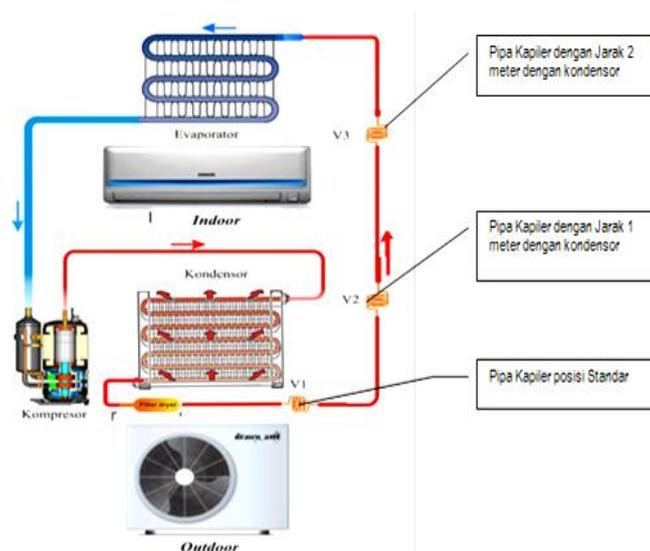
Pada kondisi standar pabrik pipa kapiler terletak di bagian *output* dari kondensor pada bagian unit *outdoor AC Split*, dan jarak pipa kapiler dengan evaporator yang cenderung cukup jauh (dilihat dari standar instalasi pipa penghubung antara *indoor* dan *outdoor* \pm 3 meter) dikhawatirkan akan menimbulkan *losses energy* di sepanjang pipa penghubung antara *indoor* dan *outdoor* sehingga mengakibatkan laju aliran refrigeran menuju ke evaporator akan menurun dan mengakibatkan proses penyerapan kalor di sisi evaporator menjadi kurang optimal. Hal ini pada akhirnya akan berdampak pada efek refrigerasi yang tidak maksimal dan berimplikasi pada laju pendinginan ruangan yang rendah serta menurunkan COP (*Coefficient Of Performance*) dari mesin pengkondisian udara itu sendiri. Selain itu kondisi ini tentunya akan menyebabkan *AC Split* akan beroperasi lebih lama dalam usaha mencapai *setting* temperatur udara yang telah ditentukan sehingga berdampak pada konsumsi energi listrik yang lebih besar serta usia pakai (*lifetime*) mesin menjadi lebih pendek. Diharapkan dengan pemberian perlakuan pada jarak katup ekspansi dengan kondensor dapat meminimalisir kelemahan – kelemahan tersebut dengan mampu meningkatkan efek *subcooling* disisi keluaran kondensor dengan cukup signifikan dan hal ini diharapkan dapat berpengaruh terhadap peningkatan laju pendinginan ruangan dan COP (*Coefficient Of Performance*) dari unit *AC Split*.

Adapun penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan dalam usaha untuk meningkatkan unju kerja dari sebuah sistem pengkondisian udara terkait dengan perlakuan pada pipa kapiler sudah banyak dilakukan. Antara lain penelitian yang dilakukan oleh (Rosyadi et al., 2019) yang menganalisis variasi panjang pipa kapiler dengan *separation condenser* terhadap prestasi mesin pendingin dan didapatkan hasil yaitu kondensor separasi dengan panjang pipa kapiler 2,1 meter dapat meningkatkan nilai COP sebesar 25,72%. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Nugroho, 2018) yang meneliti tentang pengaruh panjang pipa dan diameter pipa *subcooler*, terhadap unjuk kerja mesin pendingin, dengan penambahan *subcooling*, yang mana diperoleh hasil bahwa semakin panjang pipa *subcooler* mengakibatkan meningkatnya efek refrigerasi dan semakin pendek pipa *subcooler* akan meningkatkan daya kompresor. Berikutnya penelitian dari (Siang et al., 2017) yang meneliti tentang pengaruh perubahan panjang pipa kapiler terhadap unjuk kerja mesin pendingin dan diperoleh hasil bahwa bahwa panjang pipa kapiler mempengaruhi tekanan operasi kondensor. Variasi tekanan kondensor ini akan berpengaruh pada laju aliran massa refrigeran dimana semakin tinggi tekanan kondensor, maka semakin tinggi pula laju aliran massa refrigeran. Berikutnya adalah penelitian dari (Anwar et al., 2010) yang menganalisis efek temperatur pipa kapiler terhadap kinerja mesin pendingin, dimana diperoleh kesimpulan bahwa temperatur pipa kapiler melalui proses pendinginan, memberikan pengaruh terhadap kondisi refrigeran dalam siklus mesin pendingin, dalam hal ini adalah nilai entalpi. Dimana proses pendinginan tersebut akan menyebabkan titik entalpi pada siklus semakin kecil terutama pada bagian keluar dari pipa kapiler atau sebelum masuk ke evaporator, dan (Sunu et al., 2018) yang menganalisis perbandingan kinerja dari pipa kapiler dengan *Thermostatic Expansion Valve* dimana COP dari sistem refrigerasi kompresi uap yang menggunakan *Thermostatic Expansion Valve* mengalami peningkatan sebesar 21,4% dibandingkan dengan penggunaan pipa kapiler, serta (Rohit Joshi et al., 2016) yang meneliti hal yang sama dan menyimpulkan bahwa *Thermostatic Expansion Valve* memberikan efisiensi yang maksimum dan mampu meningkatkan efek refrigerasi sampai dengan 20% dibandingkan dengan penggunaan pipa kapiler.

Dari uraian penelitian pendahuluan tersebut, maka dipandang perlu untuk dilakukan penelitian lanjutan yaitu dengan memvariasikan jarak pipa kapiler dengan kondensor guna mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap laju pendinginan ruangan dan COP (*Coefficient Of Performance*) pada mesin pengkondisian udara. Dalam penelitian ini jarak pipa kapiler dengan kondensor akan divariasikan sebesar 1 meter dan 2 meter dari kondisi standar dan dilakukan pengambilan data yang diperlukan disertai dengan analisis lanjutan untuk mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap laju pendinginan ruangan dan COP (*Coefficient Of Performance*) mesin pengkondisian udara tipe *AC Split*. Dari *output*/luaran dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan atau referensi dalam usaha menjaga performansi dari mesin pengkondisian udara yang bermuara pada usia pakai (*lifetime*) produk yang lebih panjang serta hemat energi.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pendingin Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha. Adapun obyek utama dalam penelitian ini adalah mesin pengkondisian udara tipe *AC Split* dengan kapasitas $\frac{1}{2}$ PK atau 5000 BTU yang dikombinasikan dengan *prototype* ruangan pengujian dengan volume ruangan $3,375 \text{ m}^3$. Adapun beberapa instrumen pendukung penelitian yang digunakan dalam proses pengambilan data penelitian antara lain *stopwatch* untuk menghitung waktu pendinginan ruangan, *thermometer digital* yang digunakan untuk mengukur temperatur ruangan dan *thermostat digital* yang digunakan sebagai kontrol dari sistem pendinginan ruangan serta *Las Oksigen (Asetilen)* yang digunakan pada proses pengelasan menggunakan sumber panas nyala api melalui pembakaran gas oksigendan gas asetilen untuk mencairkan logam pengisi sebagai sarana penyambung pipa. Adapun untuk pengolahan dan teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik penelitian deskriptif kuantitatif eksperimental untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran secara holistik dan sistematis terhadap segala fenomena yang terjadi selama berlangsungnya proses pengujian sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruh dari variasi jarak pipa kapiler dengan kondensor terhadap performansi dari mesin pengkondisian udara tipe *AC Split*.



Gambar 1

Skematik Rancangan Penelitian

Dengan diketahuinya parameter - parameter penting seperti massa udara, waktu pendinginan ruangan, volume ruangan pengujian dan kalor spesifik udara pada tekanan

konstan, maka besarnya laju pendinginan ruangan (qr') dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$qr' = m_{udara} \cdot C_p \cdot \frac{dT}{dt} \tag{1}$$

$$qr' = \rho_{udara} \cdot V \cdot C_p \cdot \frac{T_{awal} - T_{akhir}}{\Delta t}$$

Sementara itu untuk perumusan dari *Coefficient of Performance* (COP) mesin pengkondisian udara dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$COP = \frac{q_r}{w_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \tag{2}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data - data penelitian untuk mengetahui pengaruh dari variasi jarak katup ekspansi dengan kondensor terhadap laju pendinginan ruangan dan *Coefficient Of Performance* (COP) pada mesin pengkondisian udara *type Split Air* telah dilakukan yaitu dengan mencatat selang waktu yang digunakan untuk mendinginkan ruangan dan pencatatan temperatur refrigeran pada setiap titik. Selanjutnya dilakukan proses perhitungan untuk mendapatkan besarnya laju pendinginan ruangan dan *Coefficient Of Performance* (COP) pada setiap variasi jarak katup ekspansi dengan kondensor pada Mesin pengkondisian udara *type Split Air*. Dalam usaha mengurangi tingkat kesalahan dalam pengambilan data penelitian maka perlu dilakukan pengulangan pengambilan data demi memperoleh data penelitian yang lebih akurat. Hasil berupa perbandingan laju pendinginan ruangan dan temperatur refrigeran disetiap titik dapat dijabarkan pada tabel 1 sampai tabel 8.

Tabel 1. *Data Perhitungan Laju Pendinginan Ruangan pada Pada Mesin Pengkondisian Udara type Split Air dengan Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 0 Meter (Kondisi Standar)*

Pengulangan Pengujian	Parameter Pengujian					Laju Pendinginan Ruangan (Kj/s)
	Massa Jenis Udara (kg/ m ³)	Volume Ruangan (m ³)	Temperatur Awal Ruangan (°C)	Temperatur Akhir Ruangan (°C)	Selang Waktu (s)	
1	1.2	3.375	30	23	416	0.0685
2	1.2	3.375	30	23	415	0.0687
3	1.2	3.375	30	23	417	0.0683
4	1.2	3.375	30	23	416	0.0685
5	1.2	3.375	30	23	417	0.0683
6	1.2	3.375	30	23	418	0.0682
7	1.2	3.375	30	23	415	0.0687
8	1.2	3.375	30	23	414	0.0688
9	1.2	3.375	30	23	419	0.0680
10	1.2	3.375	30	23	414	0.0688
Rata- rata					416.1	0.0685

Tabel 2. *Data Perhitungan Laju Pendinginan Ruangan pada Pada Mesin Pengkondisian Udara type Split Air dengan Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 1 Meter*

Parameter Pengujian						
---------------------	--	--	--	--	--	--

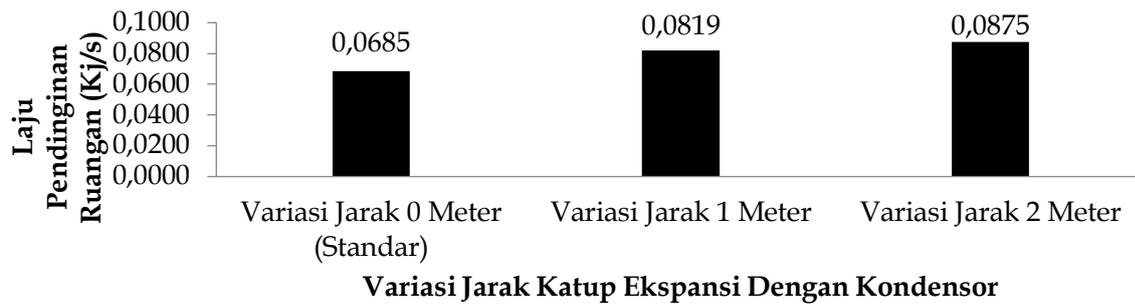
Pengula ngan Penguji an	Massa Jenis Udara (kg/ m ³)	Volume Ruangan (m ³)	Temperatur Awal Ruangan (°C)	Temperatur Akhir Ruangan (°C)	Selang Waktu (s)	Laju Pendinginan Ruangan (Kj/s)
1	1.2	3.375	30	23	350	0.0814
2	1.2	3.375	30	23	348	0.0819
3	1.2	3.375	30	23	349	0.0816
4	1.2	3.375	30	23	347	0.0821
5	1.2	3.375	30	23	351	0.0812
6	1.2	3.375	30	23	344	0.0828
7	1.2	3.375	30	23	343	0.0831
8	1.2	3.375	30	23	353	0.0807
9	1.2	3.375	30	23	349	0.0816
10	1.2	3.375	30	23	345	0.0826
Rata- rata					347.9	0.0819

Tabel 3. Data Perhitungan Laju Pendinginan Ruangan pada Pada Mesin Pengkondisian Udara type Split Air dengan Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 2 Meter

Pengula ngan Penguji an	Parameter Pengujian					Laju Pendinginan Ruangan (Kj/s)
	Massa Jenis Udara (kg/ m ³)	Volume Ruangan (m ³)	Temperatur Awal Ruangan (°C)	Temperatur Akhir Ruangan (°C)	Selang Waktu (s)	
1	1.2	3.375	30	23	326	0.0874
2	1.2	3.375	30	23	325	0.0877
3	1.2	3.375	30	23	327	0.0871
4	1.2	3.375	30	23	324	0.0879
5	1.2	3.375	30	23	325	0.0877
6	1.2	3.375	30	23	326	0.0874
7	1.2	3.375	30	23	327	0.0871
8	1.2	3.375	30	23	325	0.0877
9	1.2	3.375	30	23	327	0.0871
10	1.2	3.375	30	23	325	0.0877
Rata- rata					325.7	0.0875

Tabel 4. Komparasi Laju Pendinginan Ruangan pada Pada Mesin Pengkondisian Udara type Split Air pada Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 0 Meter, 1 Meter dan 2 Meter

Parameter	Variasi Jarak 0 Meter (Standar)	Variasi Jarak 1 Meter	Variasi Jarak 2 Meter	Satuan
Laju Pendinginan Ruangan	0.0685	0.0819	0.0875	Kj/s
Peningkatan Laju Pendinginan Ruangan		19.6	27.8	%



Gambar 2. Komparasi Laju Pendinginan Ruangan pada Pada Mesin Pengkondisian Udara type Split Air pada Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 0 Meter, 1 Meter dan 2 Meter

Dari grafik pada gambar 2 dapat dilihat laju pendinginan ruangan pada variasi jarak 1 meter antara katup ekspansi dengan kondensor diperoleh hasil sebesar 0,0819 Kj/s dimana terjadi peningkatan sebesar 19,6 % jika dibandingkan dengan kondisi standar. Selanjutnya laju pendinginan ruangan pada variasi jarak 2 meter katup ekspansi dengan kondensor diperoleh hasil sebesar 0,0875 Kj/s dimana terjadi peningkatan sebesar 27,8 % jika dibandingkan dengan kondisi standar. Dari hasil pengujian ini dapat dilihat adanya *trend* peningkatan laju pendinginan ruangan seiring dengan semakin panjangnya jarak kondensor dengan pipa kapiler. Hal ini juga merupakan indikasi kuat bahwa penambahan jarak antara kondensor dan pipa kapiler mampu meningkatkan efek *subcooling* disisi keluaran kondensor dengan cukup signifikan. Hal ini selaras dengan hasil penelitian dari (Wiratmaja et al., 2020) dimana perlakuan yang diberikan pada kondensor dan katup ekspansi mampu meningkatkan efek *subcooling* dari mesin pendingin sehingga mampu meningkatkan unjuk kerja dari mesin pendingin khususnya pada mesin pengkondisian udara tipe AC Split.

Tabel 5. Data Enthalpy Mesin Pengkondisian Udara type Split Air pada Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 0 Meter (Kondisi Standar)

Pengulangan Pengujian	Entalpi 1 (h ₁) (Kj/Kg)	Entalpi 2 (h ₂) (Kj/Kg)	Entalpi 3 (h ₃ =h ₄) (Kj/Kg)	Efek Refrigerasi (h ₁ -h ₄) (Kj/Kg)	Kerja Kompresor (h ₂ -h ₁) (Kj/Kg)
1	411,74	415,99	221,39	190,35	4,25
2	411,85	415,92	221,14	190,71	4,07
3	411,71	415,90	220,77	190,94	4,19
4	412,01	415,98	221,26	190,75	3,96
5	411,90	416,07	221,88	190,03	4,16
6	411,77	416,01	222,12	189,65	4,24
7	412,01	416,02	220,65	191,36	4,01
8	411,68	415,92	221,39	190,30	4,23
9	411,74	415,96	220,53	191,21	4,22
10	412,12	416,10	222,12	190,00	3,97
Rata- rata	411,85	415,98	221,32	190,53	4,13

Tabel 6. Data Enthalpy Mesin Pengkondisian Udara type Split Air pada Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 1 Meter

Pengulangan Pengujian	Entalpi 1 (h ₁) (Kj/Kg)	Entalpi 2 (h ₂) (Kj/Kg)	Entalpi 3 (h ₃ =h ₄) (Kj/Kg)	Efek Refrigerasi (h ₁ -h ₄) (Kj/Kg)	Kerja Kompresor (h ₂ -h ₁) (Kj/Kg)
1	411,55	416,35	220,28	191,26	4,80
2	411,41	416,36	220,53	190,88	4,95
3	411,49	416,33	219,79	191,70	4,84
4	411,57	416,48	220,77	190,80	4,90
5	411,71	416,32	220,77	190,94	4,61
6	411,60	416,51	219,30	192,30	4,91
7	411,52	416,37	220,90	190,62	4,86
8	411,74	416,45	221,26	190,48	4,72
9	411,68	416,49	221,51	190,18	4,81
10	411,63	416,32	219,67	191,96	4,69
Rata-rata	411,59	416,40	220,48	191,11	4,81

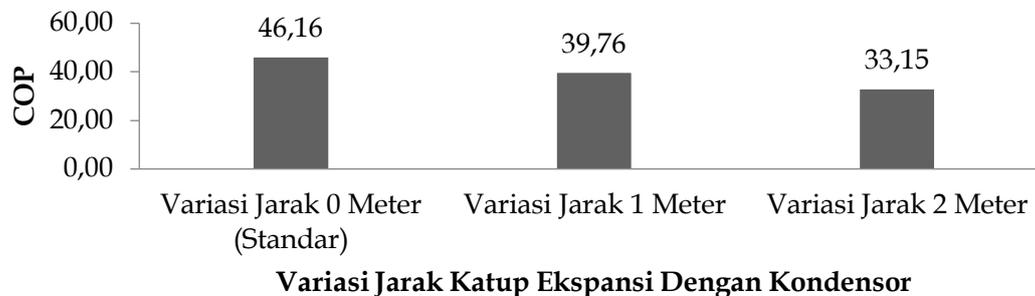
Tabel 7. Data Enthalpy Mesin Pengkondisian Udara type Split Air pada Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 2 Meter

Pengulangan Pengujian	Entalpi 1 (h ₁) (Kj/Kg)	Entalpi 2 (h ₂) (Kj/Kg)	Entalpi 3 (h ₃ =h ₄) (Kj/Kg)	Efek Refrigerasi (h ₁ -h ₄) (Kj/Kg)	Kerja Kompresor (h ₂ -h ₁) (Kj/Kg)
1	410,95	416,70	218,69	192,25	5,75
2	410,89	416,80	218,08	192,81	5,92
3	410,86	416,70	218,69	192,17	5,84
4	411,12	416,69	219,42	191,70	5,57
5	410,92	416,79	220,03	190,88	5,88
6	410,89	416,76	218,20	192,68	5,87
7	411,03	416,75	219,42	191,61	5,71
8	410,86	416,70	218,20	192,65	5,84
9	410,83	416,79	218,33	192,50	5,96
10	411,12	416,77	218,57	192,55	5,65
Rata-rata	410,95	416,74	218,77	192,18	5,80

Tabel 8. Komparasi COP (Coefficient Of Performance) Mesin Pengkondisian Udara type Split Air pada Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 0 Meter, 1 Meter dan 2 Meter

Pengulangan Pengujian Ke-	Coefficient of Performance (COP)		
	Variasi Jarak 0 Meter (Standar)	Variasi Jarak 1 Meter	Variasi Jarak 2 Meter
1	44,76	39,84	33,41
2	46,89	38,55	32,59
3	45,57	39,59	32,90
4	48,14	38,91	34,41
5	45,65	41,43	32,47

6	44,73	39,18	32,83
7	47,75	39,26	33,53
8	44,96	40,39	32,98
9	45,28	39,53	32,27
10	47,83	40,92	34,10
Rata-rata	46,16	39,76	33,15



Gambar 3. Komparasi COP (Coefficient Of Performance) Mesin Pengkondisian Udara type Split Air pada Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Sebesar 0 Meter, 1 Meter dan 2 Meter

Pada gambar 3 dapat dilihat perbandingan pengaruh variasi jarak katup ekspansi dengan kondensor terhadap COP (Coefficient Of Performance) pada Mesin Pengkondisian Udara type Split Air. COP (Coefficient Of Performance) mesin pendingin ini dihitung dari temperatur awal ruangan yaitu sebesar 30°C ke temperatur nyaman manusia yaitu sebesar 23°C. Dalam grafik terlihat bahwa COP (Coefficient Of Performance) mesin pendingin tertinggi terjadi pada kondisi standar yaitu sebesar 46,16. Kemudian COP (Coefficient Of Performance) pada variasi jarak 1 meter antara katup ekspansi dengan kondensor diperoleh hasil sebesar 39,76 dimana terjadi penurunan sebesar 13,9 % jika dibandingkan dengan kondisi standar. Selanjutnya COP (Coefficient Of Performance) pada variasi jarak 2 meter katup ekspansi dengan kondensor sebesar 33,15 yang mana terjadi penurunan sebesar 28,2 % jika dibandingkan dengan kondisi standar.

Dari kondisi ini dapat dilihat adanya *trend* penurunan COP (Coefficient Of Performance) dari mesin pendingin seiring dengan semakin panjangnya jarak kondensor dengan katup ekspansi. Dari pemaparan hasil penelitian yang tergambar pada gambar 3 dapat pula dilihat bahwa penambahan jarak kondensor dengan katup ekspansi mengakibatkan efek refrigerasi/pendinginan menjadi semakin besar, hal ini merupakan indikasi bahwa penambahan jarak antara kondensor dan katup ekspansi mampu meningkatkan efek *subcooling* disisi keluaran kondensor dengan cukup signifikan. Namun kerja kompresor menjadi semakin berat seiring dengan semakin panjangnya jarak kondensor dengan katup ekspansi. Hal ini dikarenakan jarak katup ekspansi yang semakin dekat dengan evaporator menyebabkan semakin panjangnya penggunaan pipa pada sisi kondensor sehingga kerja kompresor yang dibutuhkan menjadi lebih besar dalam upaya mensirkulasikan refrigeran dalam sistem pendinginan. Hal inilah yang menjadi penyebab utama dari menurunnya COP (Coefficient Of Performance) dari mesin pengkondisian udara type Split Air walaupun efek refrigerasinya meningkat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian tentang pengaruh variasi jarak katup ekspansi dengan kondensor pada mesin pengkondisian udara tipe AC *Split* terhadap COP (*Coefficient Of Performance*), dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh variasi jarak katup ekspansi dengan kondensor terhadap laju pendinginan ruangan dan COP (*Coefficient Of Performance*) pada mesin pengkondisian udara tipe AC *Split*, dimana semakin panjang jarak kondensor dengan katup ekspansi mengakibatkan semakin meningkatnya laju pendinginan ruangan dan sebaliknya akan menurunkan COP (*Coefficient Of Performance*) dari mesin pengkondisian udara. Adapun saran yang dapat diberikan adalah untuk melakukan pengujian parameter unjuk kerja mesin pendingin yang lainnya seperti daya kompresor yang dibandingkan dengan COP (*Coefficient Of Performance*) untuk melihat bagaimana hubungan laju pendinginan ruangan dan COP (*Coefficient Of Performance*) dengan konsumsi daya listrik.

DAFTAR RUJUKAN

- Anwar, K., Arif, E., & Piarah, W. H. (2010). Efek Temperatur Pipa Kapiler Terhadap Kinerja Mesin Pendingin. *Jurnal Mekanikal*, 1, 30-39.
- Asoni, M., Widodo, B., & Bakti, D. (2015). Kaji Eksperimental Karakteristik Termodinamika Dari Pemanasan Refrigerant 12 Terhadap Pengaruh Pendinginan. *Jurnal Flywheel*, 6(1), 41-46.
- Darmawan, A. S., & Putra, A. B. K. (2017). Studi Eksperimen Pengaruh Dimensi Pipa Kapiler Pada Sistem Air Conditioning Dengan Pre-Cooling. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 918-922. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.20263>
- Jumadi, Aziz, A., & Mainil, R. I. (2016). Pendingin Siklus Kompresi Uap Hibrida Menggunakan Refrigeran R 22. *Jom FTEKNIK*, 3(2), 3-6.
- Nugroho, A. S. (2018). Analisa Pengaruh Panjang Pipa Dan Diameter Pipa Subcooler, Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin, Dengan Penambahan Subcooling. *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin UNTAG Surabaya*, 1(1).
- Rohit Joshi, Patil, V., Patil, A., & Koli, T. (2016). Experimental Analysis of Thermostatic Expansion Valve, Constant Expansion Device & Capillary Tube on Vapour Compression Refrigeration System. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS)*, 2(6), 356-360.
- Rosyadi, A. A., Prizkiabi, W., & Triono, A. (2019). Analysis the Length of Capillary Pipe with Separation Condenser on the Performance of Refrigerator using Double Evaporator. *Proteksion*, 4(1), 22-27.
- Siang, J. tanggalujuk, Oskar, I., Sawati, H., & Yanto, F. (2017). Studi Eksperimen Pengaruh Perubahan Panjang Pipa Kapiler terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin dengan R290. *Seminar Nasional Riset Dan Teknologi Terapan*, August, 230-238.
- Sunu, P. W., Made Rasta, I., Anakottapary, D. S., Made Suarta, I., & Cipta Santosa, I. D. M. (2018). Capillary Tube and Thermostatic Expansion Valve Comparative Analysis in Water Chiller Air Conditioning. *Journal of Physics: Conference Series*, 953(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012063>

Wiratmaja, I. G., Dantes, K. R., & Artha, E. A. J. (2020). Peningkatan Laju Pendinginan Ruangan Dengan Media Pendingin Kombinasi Udara Dan Air Disisi Kondensor Pada Mesin Pendingin Tipe Split Air Conditioning. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(1), 1-8. <https://doi.org/10.23887/jptm.v9i1.33220>