ANALISIS PENGARUH PANJANG PIPA PENGHUBUNG AC SPLIT 2 PK YANG MELEBIHI STANDART PRODUSEN TERHADAP UNJUK KERJA

Daud Simon Anakottapary[1] , Sudirman[2]
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran,P.O. *Box* 1064 Tuban, Badung-Bali
Phone: +62-361-701981,*Fax* +62-361-701128,HP.+62-81236912712, *e-mail* daudsanakottapary@pnb.ac.id

ABSTRAK: Penelitian ini dilatarbelakangi pemasangan pipa penghubung *indoor* dan *outdor AC Split* yang merupakan alat untuk membantu sirkulasi bahan pendingin /refrigeran, antara *indoor* dan *outdoor* oleh teknisi toko penjual AC split. Penyediaan pipa dari pabrik dan toko penjual hanya 5 meter akan tetapi kenyataan di lapangan pemasangan melebihi dari 5 meter. Selain pemasangan pipa dari *indoor* ke *outdoor* AC split yang lebih dari 5 meter oleh beberapa teknisi toko tidak diperlengkapi dengan alat vacum, tang amper dan charging manifold sehingga hasilnya hanya berdasarkan perkiraan pemakaian jumlah refrigeran, tekanan, arus listrik dan temperatur. Kondisi penambahan panjang pipa ini menyebabkan tekanan refrigeran dan arus akan berkurang sehingga kerja dari AC split tidak bekerja dengan baik. Untuk itu dilakukan penelitian dengan variasi panjang pipa antara *indoor* dan *outdoor* 5 – 10 meter tanpa penambahan refrigeran dan dengan penambahan refrigeran. Hasil penelitian ini adalah Coefisien Of Performance (COP) tipe (1) panjang 6 meter 5,2 dan panjang 10 meter 3,9 untuk tipe (2) panjang 6 meter 5,4 dan panjang 10 meter 4,13. Daya listrik yang diperlukan kompresor (watt) untuk tipe (1) panjang pipa 6 meter 1476,5 watt dan panjang 10 meter 1559,3 watt untuk tipe (2) panjang pipa 6 meter 1601,1 watt dan panjang 10 meter 1677,1 watt.
Kata kunci: panjang pipa, AC, COP.

Analysis Of Effect Long Pipe Connectors AC Split 2 PK Higher Standard Of Performance Manufacturer

ABSTRACT: The research was conducted based on the way how pipe connection indoor and outdoor AC split was installed by shop technician. The pipe provision prepared by the factory and shop was commonly 5 meters length, however the installation in the field usually needs pipes exceed 5 meters. In addition, they are not usually equipped with vacuum tools, amperage pliers, and charging manifold. Thus, the result is only based on estimation of the use of amount of refrigerant, pressure, electric current and temperature. The increasing of pipe length resulted in a decrease of refrigerant pressure and current that the split AC does not work properly. Thus, research using varied pipe length between indoor and out doorbetween 5-10 meters without adding refrigerant or by adding refrigerant was undertaken. The result showed that coefficient of performance (COP) of type 1 using 6 meters-long pipe was 5,2 and 3,9 for the use of 10 meter-long pipe. However, COP of the type 2 with 6 meters long pipe was 5,4 and 4,13 was for the use of 10 meter-long pipe. Electric power needed by compressor for type 1 with 6 meter-long pipe and 10 meter-long pipe was 1476,5 watt and 1559,3 watt respectively and for type with 6 meter-long pipe and 10 meter-long pipe was 160,1 and 1677,1 watt respectively.
Keywords: length of pipe, air conditioner, COP.

I. PENDAHULUAN

AC split merupakan sebuah alat yang mampu mengkondisikan udara, dengan kata lain AC berfungsi sebagai pengatur udara bagi kenyamanan tubuh penghuni dalam peningkatan produktivitas kerja.[6] Beberapa pertimbangan yang menyebabkan AC split lebih disukai oleh konsumen, antara lain: pilihan kapasitas lebih banyak, tingkat kebisingan yang relatif rendah, mudah melakukan perawatan serta perbaikan dan fleksibilitas pemasangan lebih baik.[2] Mengingat perkembangan hotel dan vila yang begitu pesat di Bali sehingga pemasangan AC split banyak digunakan baik pada ruangan atau kamar yang dikomersialkan seperti hotel atau vila.

Umumnya yang dianjurkan oleh pabrik, jarak bentangan pipa penghubung antara unit *indoor* ke unit *outdoor* adalah 5 meter. Hal ini disarankan untuk menjamin kapasitas dan performansi AC sesuai dengan yang terdapat pada *name plate*. Akan tetapi, pada kenyataannya berdasarkan pengamatan di lapangan dijumpai pemasangan AC split di hotel atau villa, panjang bentangan pipa penghubung antara *indoor* dan *outdoor* melebihi 5 meter. Dari pemeriksaan diketahui tekanan kerja di bawah normal akan menyebabkan pembekuan uap air di evaporator dan pipa *suction* sehingga menghambat proses pendinginan, kompresor lebih ringan tetapi pendinginan motor kompresor akan berkurang sehingga kompresor akan bekerja dalam

temperatur motor yang lebih tinggi. Hal ini bisa menyebabkan motor *overheating.* [4]

Untuk mengatasi kasus-kasus pemasangan AC split yang terjadi di lapangan kami dari Jurusan Teknik Mesin Prodi Teknik Pendingin dan Tata Udara merasa terpanggil untuk mengangkat masalah-masalah nyata tersebut dengan judul "Analisis Pengaruh Panjang Pipa Penghubung AC Split 2 Pk Yang Melebihi Standar Produsen Terhadap Unjuk Kerja". Penelitian ini akan mengkaji panjang bentangan pipa penghubung 5 meter sampai dengan 10 meter tanpa penambahan refrigeran seperti dari pabrik dan dengan penambahan refrigeran untuk setiap penambahan 1 meter dari 5 meter sampai dengan 10 meter. Serta mampu menjawab bagaimana pengaruh penambahan panjang bentangan pipa jika melebihi 5 meter. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang benar tentang permasalahan AC split pada masyarakat pengguna.

Adapun permasalahan yang dapat dipecahkan melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Bagaimana hubungan tekanan refrigeran dan arus listrik dengan panjang bentangan pipa penghubung *indoor* ke *outdoor* 5-10 meter tanpa penambahan refrigeran.
2) Bagaimana hubungan tekanan refrigeran dan arus listrik untuk panjang bentangan pipa penghubung *indoor* ke *outdoor* 5-10 meter dengan penambahan refrigerant.
3) Bagaimana analisis performansi pengaruh tanpa penambahan refrigeran dan dengan penambahan refrigera n untuk pipa penghubung *indoor* dan *outdoor* dari 5-10 meter.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan mesin AC split 2 PK. Adapun penelitian untuk pengambilan data dibagi atas dua bagian seperti berikut :

1) Pengujian dilakukan pada sistem AC split yang dikondisikan standar dan tanpa penambahan refrigeran untuk setiap penambahan panjang pipa.
2) Pengujian dilakukan pada sistem AC split dengan penambahan refrigeran sesuai dengan tekanan rendah dari sistem AC split.

Hasil dari penelitian diberikan pada tabel 1. hal yang paling penting dari parameter ini adalah tekanan, temperatur, arus listrik dan tegangan listrik, dimana pengambilan data dicatat tiap lima menit dan diambil rata-rata untuk dianalisis.

2.2 Tempat Pengambilan Data

Pengujian dilakukan di laboratorium Refrigerasi dan Tata Udara Jurusan Teknik MesinPoliteknik Negeri Bali, menggunakan AC split seperti pada gambar (1).

Tabel 1 Eksperimen Kondisi

Waktu	Tekanan (Pa)				Temperatur (C)				V	I
	Pi	P2	P3	P4	Ti	T2	T3	T4	(Volt)	(A)
Awal										
5 menit										
10 menit										
15 menit										
20 menit										
Rata-										
Tekanan (Bar)										

Adapun spesifikasi AC split untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Satu set AC 2 PK merk Haier.

Dengan spesifikasi :

- Cooling capasity 4800 Watt.
- Power input 1920 Watt
- Rated power input 2240 Watt.
- Rated current 11,8 A.
- Max work pressure in heat 2,65 Mpa.
- Max work pressure in cool 0,65 Mpa.
- Power supply PH, 220-230 Volt- 50 HZ.
- Refrigerant R22 1,08 Kg

b. Pipa inlet-outlet standar AC Split 2 PK, diameter in½ Inchi dan ¼ inchi,

2.3Alat-alat yang dipergunakan

Beberapa alat yang dipergunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

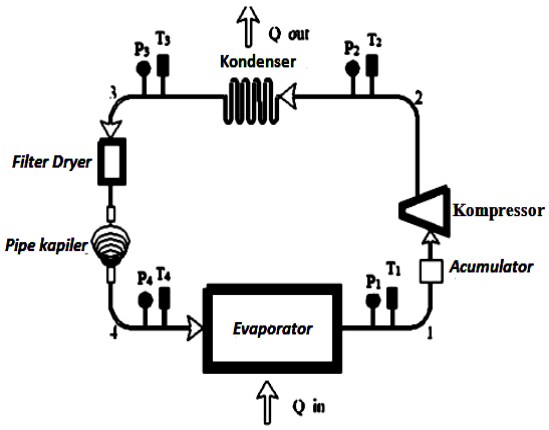
1. Satu unit AC split
2. Tang Ampere
3. Stop Watch
4. Thermocouple
5. Charging manifold
6. Pressure gauge L/H
7. Pipa inlet-outlet ukuran diameter dalam ½ Inchi dan ¼ inchi,

2.4 Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengambilan data dari pengujian ini adalah sebagai berikut :

a. Memasang pipa *inlet* dan *outlet* evaporator dengan panjang standar (pengujian standar) sedangkan pada pengujian berikutnya memakai pipa inlet dan outlet evaporator dengan panjang 6 meter, 7 meter, 8 meter, 9 meter, dan 10 meter.

b. Memasang semua alat ukur yang diperlukan seperti, *thermocouple* dan *pressure gauge* pada empat titik yang akan diukur pada system AC Split. Selain empat titik tersebut, juga akan diukur arus dan tegangan pada alat pengujian. Adapun penempatan alat ukur ke empat posisi seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2. Penempatan Alat Ukur pada AC

Keterangan gambar:

P adalah Tekanan.

T adalah Temperatur.

Titik 1 adalah saluran hisap kompresor atau saluran keluar evaporator.

Titik 2 adalah saluran tekan kompresor atau saluran masuk kondensor.

Titik 3 adalah saluran keluar kondensor atau saluran masuk pipa kapiler.

Titik 4 adalah saluran keluar pipa kapiler atau saluran masuk evaporator.

c.Melakukan proses pemakuman dan pengisian pada sistem AC Split.

d.Mengoperasikan sistem AC Split selama ± 10 menit.

e.Mulai mencatat hasil pengukuran. Pencatatan dilakukan setiap selang waktu 5 menit selama 40 menit.

III.Tinjauan Pustaka

3.1 Perumusan Unjuk Kerja Mesin

Unjuk kerja dari mesin akan dihitung dengan menggunakan perumusan dari Efek Refrigerasi (ER), Kerja Kompresi (WK), Daya Aktual Kompresor dan Koefisien Prestasi (COP) seperti pada rumusan berikut:

Efek refrigerasi dapat ditentukan dengan menghitung selisih dari entalpi refrigeran keluar dan masuk evaporator. Pada plot diagram tekanan – enthalpy.

Efek Refrigerasi (ER) = $h_1 – h_4$ kj/kg [3]

Dimana :

h_1, dan h_4: Masing-masing entalpi uap refrigerant yang keluar dan masuk evaporator (KJ/Kg)

Pada proses kompresi, entalpi refrigeran akan mengalami kenaikan akibat energi yang ditambahkan oleh kompresor kepada refrigeran. Besarnya kenaikan energi refrigeran akan sebanding dengan kerja kompresor

Kerja Kompresi (WK) = $h_2 – h_1$ [1]

Dimana :

h_1, dan h_2 : Masing-masing entalpi uap refrigerant pada sisi isap dan kompresor (KJ/Kg)

Daya aktual yang di butuhkan kompresor untuk mensirkulasikan refrigerant di unit AC split engan rumus:

Daya Aktual Kompresor

$P = V. I. \cos\varphi$ [5]

Dimana :

P = Daya motor penggerak (W),

$\cos\varphi$ =Faktor daya dengan $\cos\varphi$ = 0,8

I = Arus yang mengalir di kompresor, (A).

V = Tegangan listrik, (V) = 215,5 Volt

Perbandingan antara, besarnya kalor dari lingkungan yang dapat diambil oleh evaporator dengan kerja kompresor yang harus diberikan disebut sebagai koefisien kinerja (*coefficient of performance*, COP)

Koefisien Prestasi (COP) = ER/Wk [7]

Tabel 2 Data rata-rata hasil pengujian jumlah refrigeran standar

Data-data Standar	Tekanan (Psi)				Temperatur (C)				V (Volt)	I (A)
	Pi	P2	P3	P4	Ti	T2	T3	T4		
Rata-rata pipa 5 meter	70	293	292	90	9	78,1	52,3	11,9	215,5	8,7
Tekanan (Bar)	5,8	21,2	21,1	7,2						
Rata-rata pipa 6 meter	69,6	284	280	90	8,8	74,9	37,9	12,4	219,3	8,9
Tekanan (Bar)	5,7	20,5	20,3	7,2						
Rata-rata pipa 7 meter	70	276	274	93,2	12	79,1	42,2	14,3	214,14	8,1
Tekanan (Bar)	5,8	20	19,8	7,4						
Rata-rata pipa 8 meter	65	267	266	84,4	13,3	75,4	52,7	10,3	213,2	8,2
Tekanan (Bar)	5,4	19,4	19,3	6,8						
Rata-rata pipa 9 meter	70,8	288	382	94,4	9,7	83,9	42,5	14,3	214,2	8,4
Tekanan (Bar)	5,8	20,8	20,3	7,5						
Rata-rata pipa 10 meter	62,2	65,4	264,4	82,4	10,8	80,2	53,6	9,14	216,3	8, 4
Tekanan (Bar)	5,2	19,2	19,2	6,6						

Tabel 3 Data rata-rata hasil pengujian dengan penambahan jumlah refrigeran.

Data-data Penambahan Refrigeran	Tekanan (Psi)				Temperatur (C)				V (Volt)	I (A)
	Pi	P2	P3	P4	Ti	T2	T3	T4		
Rata-rata pipa 5 meter	70	293	292	90	9	78,1	52,3	11,9	215,5	8,7
Tekanan (Bar)	5,8	21,2	21,1	7,2						
Rata-rata pipa 6 meter	70	292	288	94,4	10,2	76	38,8	15,1	211,6	8,9
Tekanan (Bar)	5,8	21,1	20,8	7,5						
Rata-rata pipa 7 meter	75	305	304	97,6	10,3	70,8	46,6	14,1	213,6	8,86
Tekanan (Bar)	6,1	22	21,9	7,7						
Rata-rata pipa 8 meter	71,4	293	291	94,5	10	75,4	49,2	13,8	215,9	8,9
Tekanan (Bar)	5,9	21,2	21	7,48						
Rata-rata pipa 9 meter	71,4	294	292	94,4	13,3	82	55,1	10,4	219,4	8,9
Tekanan (Bar)	5,9	21,2	21	7,4						
Rata-rata pipa 10 meter	75,6	286	247	96,6	10,9	81	52	14,9	216,34	9,12
Tekanan (Bar)	6,2	20,6	20,5	7,6						

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menentukan Enthalpi

Dari data hasil pengujian tekanan dan suhu masuk dan keluar pada kondenser dan evaporator, dimasukkan ke dalam diagram p-h untuk masing-masing pengujian. Data untuk tekanan (P) terlebih dahulu di konversikan ke dalam $P_{absolut}$ yaitu:

$P_{abs} = P_{gauge} + 1$ atmosfir

Dari diagram P-h untuk refrigeran R22 kita menentukan entalpi pada masing-masing titik. Dari

diagram P-h untuk R22 untuk masing-masing titik entalpi sebagai berikut:

h1 = 410 kJ/kg
h2 = 445 kJ/kg
h3= h4 = 265 kJ/kg

4.2 Contoh Perhitungan Data Panjang Pipa Standar 5 Meter.

Setelah entalpi diketahui maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari besarnya performansi dengan persamaan berikut:

1. Efek refrigerasi (ER)

ER = h1-h4

4. Daya listrik yang diperlukan oleh kompresor (Pi)

Pi = V x I x cos φ

dimana;
V = 215,5 Volt
I = 8,7 Ampere
cos φ = 0,8
maka :

P = 215,5 Volt . 8,7 Ampere . 0,8
= 1499,88 Watt

Adapun hasil perhitungan dengan cara yang sama dapat dilihat pada tabel 4 dan 5 berikut ini :

Tabel 4. Tanpa Penambahan Refrigeran

Panjang Pipa Indoor- outdoor	Entalphi (Kj/Kg)				Perfomansi			P
	hi	h2	h3	h4	ER (Kj/Kg)	WK (Kj/kg)	COP	(Watt)
Standar 5 Meter	410	445	265	265	145	25	5,8	1499,8
6 meter refrigerant standar	409	440	245	245	164	31	5,2	1476,5
7 meter refrigerant standar	415	445	253	253	162	30	5,4	1495,1
8 meter refrigerant standar	415	445	267	267	148	30	4,93	1475,1
9 meter refrigerant standar	411	449	258	258	153	38	4,02	1529,6
10 meter refrigerant standar	413	450	266	266	145	37	3,9	1559,3

ER = (410 – 265) kJ/kg
ER = 145 kJ/kg

2. Kerja kompresi (Wk)

Wk = h2 – h1
Wk = (445 – 410) kJ/kg
Wk = 25 kJ/kg

3. Koefisien Prestasi (COP)

COP =Wk/ER
COP = 25kJ kg/145 kJ kg
COP = 5,8

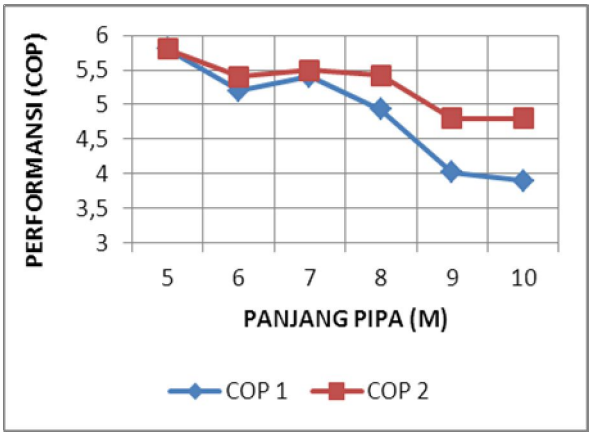
Panjang Pipa Indoor- outdoor	Entalphi (Kj/Kg)				Perfomansi			P
	hi	h2	h3	h4	ER (Kj/Kg)	WK (Kj/kg)	COP	(Watt)
Standar 5 Meter	410	445	265	265	145	25	5,8	1499,8
6 meter penambahan refrigeran	410	460	248	248	162	30	5,4	1601,1
7 meter penambahan refrigeran	410	437	260	260	150	27	5,5	1609,2
8 meter penambahan refrigeran	412	440	260	260	152	28	5,42	1640,6
9 meter penambahan refrigeran	417	447	272	272	145	30	4,8	1667,2
10 meter penambahan refrigeran	412	448	263	263	149	36	4,13	1677,1

Tabel 5 Data Hasil Perhitungan Dengan PenambahanJumlah Refrigeran

4.3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh penambahan panjang pipa tanpa penambahan refrigeran, dan dengan penambahan refrigeran sesuai hasil perhitungngan seperti gambar grafik berikut:

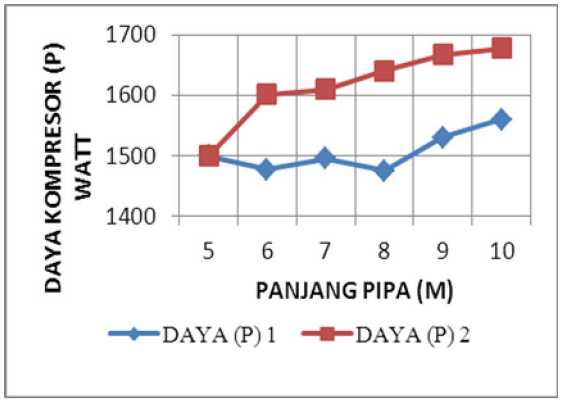
1. Koefisien unjuk kerja dari sistem (COP)



Gambar 5 Grafik Performansi (COP)

Dari gambar 5. grafik unjuk kerja dari sistem (COP) *coeffisien of performance*, unit AC split yang dikondisikan dengan penambahan refrigerant untuk setiap penambahan panjang pipa 1 meter (COP 2) lebih besar dari unit AC split yang dikondisikan tanpa penambahan refrigeran sehingga (COP 2) mempunyai kemampuan lebih baik dari (COP 1) untuk mendinginkan suatu ruangan dengan kondisi dan beban pendingin yang sama.

2. Daya listrik yang dibutuhkan kompresor dalam sistem (Watt)



Gambar 6 Grafik Daya Kompresor (P)

Kerja kompresor memerlukan daya yang besar untuk mengkompresikan uap bertekanan rendah menjadi tinggi. Dari gambar 6 grafik daya (P2) butuh energi listrik lebih besar untuk menaikkan tekanan refrigerant dibandingkan dengan Daya (P1)

IV. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Dari hasil pengolahan dan analisis data untuk unit kondisi standar tipe (1), dan unit dengan kondisi penambahan refrigeran tipe (2) Simpulannya sebagai berikut:

- *Coefisien Of Performance* (COP) tipe (1) panjang 6 meter 5,2 dan panjang 10 meter 3,9 untuk tipe (2) panjang 6 meter 5,4 dan panjang 10 meter 4,13.
- Daya Listrik yang diperlukan kompresor (P_{watt}) untuk tipe (1) panjang pipa 6 meter 1476,5 watt dan panjang 10 meter 1559,3 watt untuk tipe (2) panjang pipa 6 meter 1601,1 watt dan panjang 10 meter 1677,1watt.

4.2 Saran

Untuk mendapatkan performansi AC split yang maksimal dalam proses perakitan/pemasangan sampai operasional teknisi selalu menggunakan *charging manifold* untuk mengetahui tekanan kerja dan tang ampere untuk mengukur arus.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arora. C.P., 2001. Refrigeration and air conditioning. second edition. Tata Mc Graw-Hill Inc., Singapore

[2] ASHRAE HANDBOOK 1993. *Fundamentals* American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers. SI Edition.

[3] Astu, P., Djati, N., 2006. Mesin Konversi Enegi. Andi. Yogyakarta

[4] HVAC&R Tutorial (Bahasa Indonesia) https://www.facebook.com/HVAC. Tutorial/ppost/10151873902990172

[5] Jorfri Boike Sinaga. 2006. “Buku Kerja Audit Energi untuk Hoteldan Motel dan Pemanfaatan Energi yang Dikeluarkan dari kondenser untuk Pemanas Air”. ITB Central Library./Member/Suhendar @unix.lib.itb.ac.id/ITB.

[6] Wiranto, A., Heizo. S, 2002 Penyegaran Udara, PT Pradnya Paramita. J akarta

[7] Yuli Setyo Indartono. 2006. “Perkembangan Terkini Teknologi refrigerasi (2) Pengkondisian Udara (AC)”,www.berita iptek.com.