

## **ANALISIS UNJUK KERJA AIR CONDITIONING (AC) SPLIT 2 PAARDE KRACHT (PK) MENGGUNAKAN REFRIGERANT 22 DENGAN MUSICOOL 22 TERHADAP KONSUMSI LISTRIK**

**Subir<sup>1</sup>, Lucianus Handri Gunanto<sup>2</sup>, Bustani<sup>3</sup>, Rizky Aprylianto Susilo<sup>4</sup>, Agustono<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda

subirarsy@gmail.com

### **ABSTRACT**

*The total use of electrical energy in a building or structure, one of them is the use of an air conditioning (AC) system. There are still many uses of air conditioning (AC) systems based on halocarbon refrigerants (R-22) in a building or structure. Refrigerant 22 is a type of halocarbon refrigerant that is widely used in Split ACs. The author conducted research on an LG 2 PK AC by replacing the refrigerant which was still based on Refrigerant 22 with the hydrocarbon refrigerant Musicool 22, then the data results were analyzed to determine the performance of the AC. From the results of the refrigerant retrofitting carried out on March 1, 2022, it was 1,715 Watts. After replacing the refrigerant type from refrigerant 22 to Musicool 22 refrigerant, the electric current dropped to 1,305 Watts in April 2022, 1,352 Watts in May 2022 and 1,346 Watts in June. so that the electrical power efficiency was obtained by 369 Watts and the percentage of electrical power savings was 21.51% compared to March 2022. An alternative to replace halocarbon-based refrigerants in the Split air conditioning (AC) system is hydrocarbon refrigerants, this is a solution in terms of using more environmentally friendly refrigerants and a small global warming effect. Hydrocarbon refrigerants can be used as a direct substitute for refrigeration machines without replacing the Compressor (drop in substitute) and are more energy efficient. From this article, it is hoped that it can encourage the use of hydrocarbon refrigerants in Indonesia and participate in the success of the national energy saving program.*

**Keywords :** Energi Listrik, Pengkondisi Udara, Hidrokarbon

### **Riwayat Artikel :**

Tanggal diterima : 19-11-2024

Tanggal revisi : 23-11-2024

Tanggal terbit : 05-12-2024

### **DOI :**

<https://doi.org/10.31949/jensitec.v11i01.11869>

### **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan sistem pengkondisi udara telah berkembang secara pesat, di karenakan manusia membutuhkan suatu kondisi udarayang nyaman dalam ruangan. Hal ini di buktikan dengan adanya banyak industri, perkantoran, perumahan maupun kendaraan yang dilengkapi dengan *Air Conditioning (AC)* yang bertujuan untuk mengkondisikan dan menyegarkan udara dalam ruangan.

Sejak dikembangkan tahun 1930, *refrigerant Chloro Fluoro Carbon (CFC)* telah memberikan kontribusi penting dalam perkembangan sistem refrigerasi, karena sifat-

sifat bahan dan thermalnya yang cocok sebagai *refrigerant* (bahan pendingin), seperti kestabilan senyawa kimianya, *non flammable, non toxic*, dan relatif tidak terlalu mahal. Penurunan komposisi ozon pada *Stratosfer* akan menyebabkan radiasi *ultraviolet* mencapai bumi dan meningkatkan kemungkinan terkena kanker kulit, peningkatan terkena katarak mata, pelemahan sistem imunitas seseorang, pengurangan tingkat produktivitas hasil panen pertanian dan perlambatan pertumbuhan *phytoplankton* [1].

Melalui beberapa konvensi internasional tentang perlindungan lapisan ozon yaitu Konvensi Wina tanggal 22 Maret

This is an open access article under the CC BY-4.0 license.



1985 di Austria yang dilanjutkan dengan Protokol Montreal tentang zat-zat perusak lapisan ozon tanggal 16 September 1987 di Kanada dan berbagai amandemennya (Amandemen London 1990, Amandemen Kopenhagen 1992), penggunaan *Ozone Depleting Substance (ODS)* mulai ditinggalkan. Berbagai industri refrigerasi dan institusi penelitian berbasis industri telah meneliti pengganti *refrigerant* kelompok *halorkarbon (CFC)* dan *Hydro Chloro Fluoro Carbon (HCFC)* yang merupakan Bahan Perusak Ozon (BPO) [2].

Menindaklanjuti konvensi tersebut diatas, baik *Chloro Fluoro Carbon (CFC)* maupun *Hydro Fluoro Carbon (HCFC)* yang telah dikembangkan oleh berbagai industri kimia sebagai pengganti pada berbagai penerapannya. Beberapa kekurangan *Refrigerant 22* antara lain *Global Warming Potensial (GWP)* masih tinggi, bukan *drop in substitute* (pengganti langsung), serta sifatnya *hygroscopy* sehingga membutuhkan oli *ester sintetic* agar tidak merusak *Compressor* [3].

Alternatif pengganti lain salah satunya adalah *refrigerant* hidrokarbon. *Refrigerant* hidrokarbon pada dasarnya dapat diproduksi dari *propane* dan *butane*. *Refrigerant* ini dapat digunakan sebagai pengganti langsung tanpa penggantian komponen (*drop in substitute*), *Ozone Depletion Potential (ODP)* nol dan *Global Warming Potential (GWP)* yang sangat rendah dan dapat diabaikan (*negligible*), lebih hemat energi (*energy save*), relatif tidak terlalu mahal, bahan baku tersedia di Indonesia dan secara teknik dapat diproduksi di Indonesia [1]. Meskipun *refrigerant* hidrokarbon memiliki berbagai kelebihan, namun *refrigerant* ini belum begitu dikenal luas di Indonesia, sehingga belum banyak diaplikasikan pada perangkat pengkondisi udara.

Alternatif lain yang ditawarkan adalah *refrigerant* hidrokarbon. Sebenarnya hidrokarbon sebagai *refrigerant* sudah dikenal masyarakat sejak 1920 di awal teknologi refrigerasi bersama fluida kerja natural lainnya seperti *ammonia*, dan karbon dioksida. Hidrokarbon yang sering dipakai sebagai *refrigerant* adalah *propene (R-290)*, *isobutane (R-600a)*, *n-butane (R-600)*, atau *Musicool (MC)*. Mesin pendingin R-22 masih dapat digunakan dengan metode *retrofitting refrigerant* dari R-22 ke R-290 karena oli

*Compressor* yang digunakan pada R-22 dapat digunakan untuk R-290. Salah satu *refrigerant* hidrokarbon yang digunakan dalam analisis ini adalah *Musicool (MC)*, yang diproduksi oleh PT. Pertamina Unit pengolahan III Plaju (Palembang-Sumatera Selatan).

Dari permasalahan tersebut di atas maka penulis mengangkat tema Analisis Unjuk kerja *Air Conditioning (AC) Split 2 Paarde Kracht (PK)* menggunakan *Refrigerant 22* dengan *Musicool 22* terhadap konsumsi listrik, maka di tetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengukuran di lakukan pada mesin pendingin yang sama.
2. Menganalisa unjuk kerja AC sebelum dan sesudah penggantian *refrigerant (retrofitting)*.
3. Menganalisa konsumsi listrik sebelum dan sesudah penggantian *refrigerant (retrofitting)*.

## 2. METODE PENELITIAN

**Tabel 3** Kebutuhan Pendingin Ruangan

Ruangan (m <sup>2</sup> )	Kapasitas AC (PK)	Kapasitas pendinginan (Btu/Jam)	Daya listrik (Watt)	Arus listrik (A)
10	½	5.000-5.500	400-570	1,8-2,6
14	¾	7.000-7.500	600-800	2,7-3,6
18	1	8.500-9.000	750-950	3,4-4,3
24	1½	12.000	1.100-1.300	5,0-5,9
36	2	18.000	1.800-1.950	8,2-8,9
48	2½	24.000	2.350-2.800	13,2

### 3.1 Pengambilan Data

Pengambilan data pada penulisan skripsi ini dilakukandengan cara melakukan pengukuran sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran pada tekanan *suction (3 way valve)*dengan menggunakan *manifold gauge*
2. Melakukan pengukuran tegangan listrik AC dengan menggunakan Multimeter
3. Melakukan pengukuran arus listrik AC dengan menggunakan Tang *Ampere*
4. Melakukan pengukuran Temperatur *indoor* dan *outdoor AC* dengan Termometer
5. Melakukan pengukuran faktor daya (*cos φ*) dengan menggunakan *Clamp ON Tester* yang di lengkapi fitur faktor daya

Pada AC Merk LG ini Teknik pengambilan data yang di lakukan adalah dengan metode *Observasi (Pengamatan)* di

mana data di himpun tiap awal bulan, mulai dari pengumpulan sampel data pada 1 Maret 2022 yang mana pada unit AC masih menggunakan *Refrigerant 22*. Setelah unit AC di *retrofitting* dengan *refrigerant* hidrokarbon (*Musicool 22*) maka di lakukan pengumpulan data hasil *retrofitting refrigerant* dengan pengisian data hasil *retrofitting refrigerant*. Pengumpulan data di lakukan mulai pada awal bulan April, Mei dan Juni 2022. Untuk pengoperasian AC setiap harinya dari hari senin - jumat di mulai pada pukul 08.00 Wita s/d 16.00 Wita (8 Jam penggunaan).

Populasi jenis AC *Residential* di lingkungan instansi BPVP Samarinda adalah 157 unit. Untuk jenis AC yang berbasis *Refrigerant 22* di lingkungan BPVP Samarinda berjumlah 49 unit, terdiri dari AC *Split Wall Mounted* berjumlah 45 unit dan *Standing Floor* sebanyak 4 unit.

### 3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dengan melakukan pengolahan data sebagai berikut :

- Melakukan Observasi dan pengukuran pada kondisi AC sebelum dan sesudah di lakukan *retrofitting refrigerant* dengan mencatat parameter seperti tekanan *refrigerant*, tegangan listrik, arus listrik, Temperatur unit *indoor* dan unit *Outdoor*, Faktor daya ( $\cos \phi$ ), Kapasitor *compressor* dan Kipas/*Fan*
- Melakukan penggantian *refrigerant (retrofitting refrigerant)* dari *refrigerant 22* ke *refrigerant hidrokarbon (Musicool 22)*
- Membandingkan performansi sistem AC sebelum dan sesudah penggantian *refrigerant (retrofitting refrigerant)* berdasarkan data pada *nameplate AC*
- Melakukan penghitungan konsumsi daya listrik AC sebelum dan sesudah di lakukan *retrofitting refrigerant*

No	Nama Bahan	Jumlah	Keterangan
1.	Tagihan listrik	AC 1 Can	
2.	Refrigerant Musicool 22	1 Can	
3.	Kain Majun	Analisis unjuk kerja Air Conditioning (AC) Split 2 Paarde Kracht (PK)	

Penelitian Analisis unjuk kerja Air Conditioning (AC) Split 2 Paarde Kracht (PK) menggunakan *Refrigerant 22* dengan *Musicool 22* terhadap konsumsi listrik perlu mempersiapkan peralatan dan bahan-bahan yang di gunakan. Berikut keperluan peralatan dan bahan guna

menunjang penelitian ini dapat di lihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 di bawah ini :

**Tabel 4** Daftar Peralatan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Satuan	Jumlah
1.	Obeng +	Masko H6.35x100	Pcs	1
2.	Tespen	635 100-500 VAC	Pcs	1
3.	Adjustable Wrench	Sellery 10" 89-710	Pcs	1
4.	Pompa Vacuum	Robinair ¼ HP	Pcs	1
5.	Mesin Recovery	Kaisar KA-500	Set	1
6.	Tabung Recovery	Mastercool 62010	Pcs	1
7.	Manifold Gauge	Han Den R 22	Set	1
8.	Avometer/ Multimeter	Sanwa YX-361 TR	Pcs	1
9.	Tang Ampere	GW Instek GDM 461	Pcs	1
10.	Digital Thermometer	Mastercool 52224-D	Pcs	1
11.	Charging Scale	Value VES-50 B	Set	1
12.	Electronic Leak Detector	Center 382	Pcs	1
13.	Clamp ON P.F. Hi Tester	Hioki 3266	Pcs	1
14.	Micron gauge	AV 760 Wireless	Pcs	1
15.	Filter Driyer	Emersen EK-083	Pcs	1

**Tabel 5** Daftar Bahan :

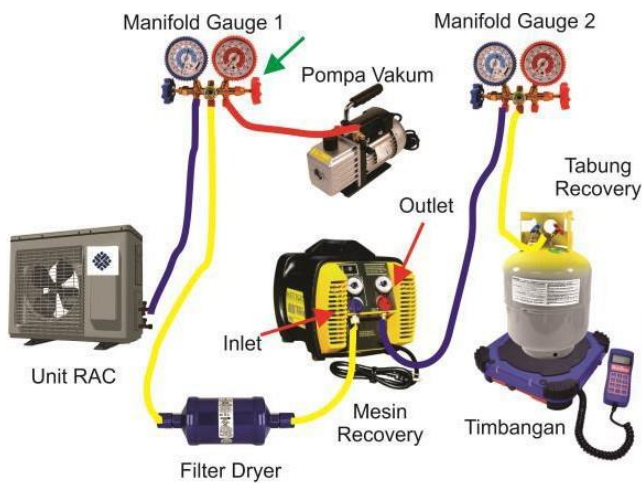
### 3.5 Data Spesifikasi Indoor dan Outdoor AC

Data spesifikasi nilai *indoor AC* di peroleh dari *nameplate* yang terdapat pada sisi unit dalam (*Indoor*) sedangkan data spesifikasi

Pembuat	d	
---------	---	--

nilai *Outdoor AC* di peroleh dari *nameplate* yang terdapat pada sisi unit luar (*Outdoor*). Dari hasil parameter yang tampil pada spesifikasi *nameplate AC* adalah Merk, Nama Model, Kapasitas Pendinginan, Daya Listrik, Arus Listrik, Jenis *Refrigerant*, Berat (*massa refrigerant*), Tegangan Listrik, Jenis Fasa listrik, Frekuensi dan Negara Pembuat AC. Berikut di bawah ini data spesifikasi unit dalam dan unit luar AC :

**Tabel 6** Data Spesifikasi Air Conditioning (Unit Indoor dan Outdoor) AC LG



No	Parameter	Nameplate Indoor	Nameplate Outdoor
1.	Merk	LG	LG
2.	Buyer Model	SN 18LFG	S18LG-2
3.	LG Model	-	HS-C1865SA8
4.	Kapasitas	18.000 Btu/h	18.000 Btu/h
5.	Daya	1.780 W	1.800 W
6.	Arus Listrik	8.0 A	8.5 A
7.	Refrigerant	R-22	R-22
8.	Massa Refrigerant	0.74 Kg	0.77 Kg
9.	Tegangan Kerja	220-240 V ~	220-240 Volt
10.	Fasa	1Ø	1Ø
11.	Frekuensi	50 Hz	50 Hz
12.	Negara	Thailan	Thailand

### 3.6 Recovery Refrigerant

Proses *recovery refrigerant* merupakan proses dimana *refrigerant* dikeluarkan dari sistem pendingin dan disimpan pada tempat tertentu (*tabung recovery*), sehingga *refrigerant* tersebut tidak terlepas langsung ke *atmosfer*. Hal ini sebagai juga upaya untuk tidak membuang secara langsung bahan pendingin atau *refrigerant* ke udarabebas.



**Gambar 10** Peralatan dan Bahan

### 3.7 Langkah-Langkah Recovery Refrigerant :

1. Menghubungkan selang (*hose*) seperti gambar 4.2
2. Buka kran *Manifold Gauge 1* warna biru (*Low Pressure*)
3. Buka *Valve inlet* pada Mesin *Recovery*
4. Buka *Valve outlet* pada Mesin *Recovery*
5. Buka *Manifold Gauge 2* warna biru (*Low Pressure*)
6. Buka kran pada tabung *Recovery* dengan memutar ke arah kiri
7. Menghubungkan kabel mesin *Recovery* ke *power supply*
8. Hidupkan mesin *Recovery* dengan menekan tombol *ON*
9. Mengamati pergerakan jarum *Manifold Gauge* sampai turun dibawah 0 *Psi*
10. Matikan mesin *Recovery* dengan menekan tombol *OFF*

**Gambar 11** Hubungan Slang (*Hose*) pada Proses *Recovery* Unit AC

### 3.8 Penghampaan dengan Mesin Pompa Vacuum :

1. Hubungkan kabel mesin Pompa *Vacuum* ke *power supply*
2. Buka kran *Manifold Gauge 1* warna merah (*High Pressure*)
3. Hidupkan mesin pompa *Vacuum*

4. Pengamatan jarum *Manifold Gauge* 1 sampai turun keangka -30 In Hg
5. Tutup kran *Manifold gauge* 1 warna merah (*High Pressure*)
6. Matikan mesin pompa *Vacuum* dan lepas kabel *power supply*

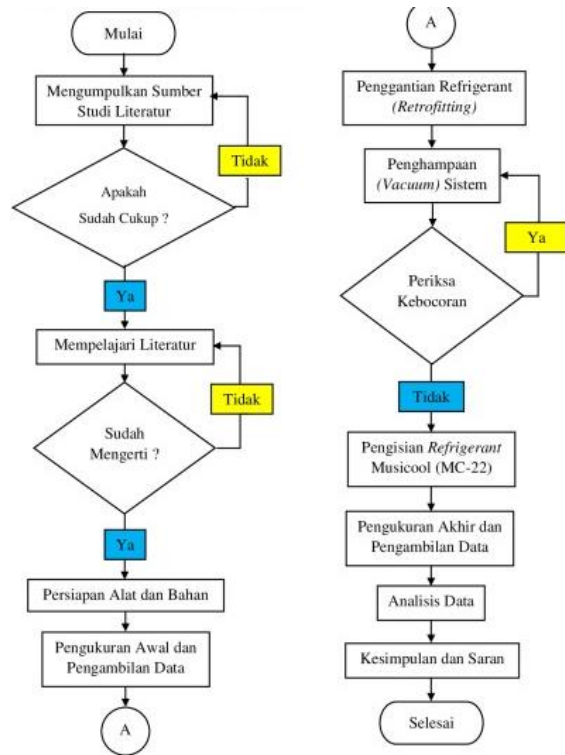
**3.9 Pemeriksaan Kebocoran :**

1. Menyiapkan dan *ON*-kan *Electronic Leak Detector*
2. Memberi tekanan pada sistem
3. Memeriksa tiap-tiap sambungan khususnya pada sambungan *flaring nut*
4. Bilamana tidak ada kebocoran maka di lanjutkan pengisian *refrigerant* hidrokarbon *Musicool 22*

**3.10 Pengisian Refrigerant Hidrokarbon (*Musicool 22*) :**

1. Menyiapkan *Refrigerant* hidrokarbon (*Musicool 22*)
2. Saat pengisian *refrigerant*, unit *AC* dalam keadaan *ON*
3. Menyiapkan Timbangan/*Charging Scale*
4. Kalibrasi Timbangan/*Charging Scale* *refrigerant* dalam kondisi 0 gram dengan menekan *tare*
5. Memasang *Manifold Gauge* di sistem dan tabung *refrigerant* *Musicool 22*
6. Tabung *refrigerant* dalam kondisi tegak
7. Buka katub tabung *refrigerant* dengan memutar kran ke arah kiri
8. Melakukan *flushing* (membuang udara di selang/*hose*) sekitar 1-3 detik
9. Pasang *Clamp Meter*/Tang Ampere untuk mengetahui nilai batas arus listrik
10. elakukan buka tutup katup *Manifold Gauge* secara perlahan- lahan
11. Pengamatan jarum penunjuk di *Manifold Gauge* sampai tekanan menunjuk sesuai dengan jenis jenis *refrigerant* yang di gunakan, pada jenis *refrigerant* hidrokarbon *Musicool 22*, tekanan normal *refrigerant* 60-80 *Psi*
12. Tutup katup *Manifold Gauge* dan katup tabung *refrigerant* *Musicool 22* dengan memutar kran ke arah kanan
13. Pencatatan pada lembar hasil data dan merapikan kembali peralatan

**3.11 Diagram Alur Kegiatan Penelitian**



**Gambar 12** Diagram Alir Kegiatan Penelitian

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Unjuk Kerja AC melalui Pengukuran**

Sebelum di lakukan *refretfitting* *refrigerant* maka perlu di lakukan pengukuran awal terhadap kinerja unit *Air Conditioning* (*AC*), hal ini di lakukan untuk mengetahui performansi kerja *AC*, berikut di bawah ini hasil pengujian awal kinerja *AC* di mana hasil pengujian awal di *input* pada tabulasi data hasil pengujian *AC* sebelum di lakukan *refretfitting* *refrigerant* :

**4.2 Pengukuran Awal Kinerja AC**

1. Operasi unit *AC* menggunakan *remote controller*, dengan tekantombol *ON*
2. *Setting remote AC* pada *mode* : *Cool* di temperatur 16°C
3. Menunggu unit *AC* sampai *running* (5-10 Menit)
4. Bila *AC* sudah normal buka penutup terminal outdoor dengan obeng +
5. Memasang tang ampere pada salah satu kabel fasa atau kabel netral di kabel outdoor *AC* untuk pengukuran arus listrik
6. Buka *nut* penutup saluran *suction* pada 3 way valve dengan kunci inggris
7. Memasang *Manifold gauge* di saluran

- suction line* pada selang warna biru
8. Pengamatan jarum *Manifold gauge* dan mencatat di lembar data
  9. Mengukur tegangan listrik dengan *Multimeter* dan mencatat di lembar data
  10. Mengukur dan mencatat Temperatur pada sisi *inlet-outlet Condensor* dan sisi *inlet-outlet Evaporator* serta temperatur lingkungan dengan Termometer
  11. Mencatat nilai-nilai pengukuran pada komponen kelistrikan AC lainnya

Berikut di bawah ini adalah tabulasi hasil data pengukuran AC (*Air Conditioning*) Split di mana unit AC masih menggunakan jenis *refrigerant* 22. Pengambilan hasil data AC dilakukan pada 1 Maret 2022 pada pukul 09.00 Wita, 13.00 Wita dan 16.00 Wita.

**Tabel 7** Hasil Data Pengukuran Awal AC LG sebelum di *Retrofitting* (1 Maret 2022)

No	Parameter	Pengambilan Data			Satuan
		09.00 Wita	13.00 Wita	16.00 Wita	
1.	Jenis Refrigeran	R-22	R-22	R-22	
2.	Berat Refrigeran	0.770	0.770	0.770	Kg
3.	Tekanan Suction	64	63	64	Psi
4.	Tegangan	231	232	230	Volt
5.	Kuat Arus	8.5	8.5	8.5	Amper
6.	Arus Total	8.6	8.5	8.6	Amper
7.	Arus Outdoor	8.5	8.6	8.5	Amper
8.	Faktor Daya ( <i>Cos φ</i> )	0.86	0.87	0.87	
9.	Temperatur Evaporator (In)	27.5	28.3	27.2	°C

10	Temperatur Evaporator (Out)	17.4	16.8	18.2	°C
11	Temperatur Condenser (In)	39.4	38.7	39.9	°C
12	Temperatur Condenser (Out)	41.1	43.6	42.4	°C
13	Temperatur Lingkungan	29.3	31.5	30.7	°C

Pada tabel 4.1 menunjukkan parameter pada AC LG seri SN18 LFG (*indoor unit*) dan S18LG-2 (*Outdoor unit*) sebelum dilakukan *retrofitting refrigerant*, dengan berat *refrigerant* yang ada di dalam unit AC sebesar 0.770 Kg. Tekanan *suction* menunjukkan tekanan di *manifold gauge* pada pukul 09.00 Wita sebesar 64 Psi, pukul 13.00 Wita sebesar 63 Psi dan pukul 16.00 Wita sebesar 64 Psi. Tegangan kerja pada AC pada pukul 09.00 Wita menunjukkan 231 Volt, pukul 13.00 Wita menunjukkan 232 Volt dan pukul 16.00 Wita menunjukkan 230 Volt. Untuk arus total yang terukur pada tang ampere pada pukul 09.00 Wita 8.6 Ampere, pukul 13.00 Wita turun menjadi 8.5 Ampere dan pada sore harinya pada pukul 16.00 Wita menunjukkan angka 8.6 Ampere. Untuk nilai faktor daya (*Cos φ*) yang terukur pada pukul 09.00 Wita adalah 0.86, pukul 13.00 sebesar 0.87 dan pukul 16.00 Wita menunjukkan nilai yang sama yaitu 0.87. Pada temperatur sisi *inlet evaporator* pada pukul 09.00 Wita menunjukkan besaran 27.5°C, pukul 13.00 Wita sebesar 28.3°C dan pukul 16.00 Wita sebesar 27.2°C. sedangkan pada temperatur sisi *outlet evaporator* pada pukul 09.00 Wita menunjukkan besaran 17.4°C, pukul 13.00 Wita turun menjadi 16.8°C dan pukul 16.00 Wita sebesar 18.2°C. Pada temperatur sisi *inlet condenser* pada pukul 09.00 Wita sebesar 39.4°C. pukul 13.00 Wita sebesar 38.7°C dan pukul 16.00 Wita sebesar 39.9°C. Untuk temperatur sisi *outlet condenser* pada pukul 09.00 Wita sebesar 41.1°C. Pukul 13.00 Wita sebesar 43.6°C dan pukul 16.00 Wita sebesar 42.4°C. Untuk temperatur lingkungan sekitar pada pukul 09.00 Wita menunjukkan 29.3°C.

Pukul 13.00 Wita sebesar 31.5°C dan pukul 16.00 Wita sebesar 30.7°C.

**4.3 Hasil Data Pengukuran AC LG setelah Retrofitting Refrigerant**

Berikut di bawah ini adalah tabulasi data hasil pengukuran AC, di mana unit AC sudah menggunakan jenis refrigerant hidrokarbon Musicool 22. Pengambilan hasil data pengukuran AC dilakukan pada bulan ke-1 atau 1 April 2022 pada pukul 09.00 Wita, 13.00 Wita dan 16.00 Wita.

**Tabel 8** Hasil Data Pengukuran AC LG Setelah di Retrofitting Bulan Ke-1 (1 April 2022)

No	Parameter	Pengambilan Data			Satuan	Ket.
		09.00 Wita	13.00 Wita	16.00 Wita		
1.	Jenis Refrigerant	MC-22	MC-22	MC-22		
2.	Berat Refrigerant	0.266	0.266	0.266	Kg	
3.	Tekanan Suction	63	63	62	Psi	
4.	Tegangan	231	230	232	Volt	
5.	Kuat Arus	8.5	8.5	8.5	Amp	Name plate
6.	Arus Total	6.7	6.8	6.7	Amp	
7.	Arus Outdoor	6.7	6.6	6.7	Amp	
8.	Faktor Daya (Cos φ)	0.87	0.86	0.87		
9.	TempeEvaporator (In)	27.4	28.6	29.1	°C	

No	Parameter	Pengambilan Data			Satuan	Ket.
		09.00 Wita	13.00 Wita	16.00 Wita		
1.	Jenis Refrigerant	MC-22	MC-22	MC-22		
2.	Berat Refrigerant	0.266	0.266	0.266	Kg	
3.	Tekanan Suction	62	63	62	Psi	
4.	Tegangan	231	232	233	Volt	
5.	Kuat Arus	8.5	8.5	8.5	Amp	Name plate
6.	Arus Total	6.7	6.7	6.7	Amp	
7.	Arus Outdoor	6.7	6.7	6.6	Amp	
8.	Faktor Daya (Cos φ)	0.87	0.87	0.86		
9.	TempeEvaporator (In)	28.5	29.6	27.1	°C	
10.	Temperatur Evaporator(Out)	17.4	18.9	19.4	°C	
11.	Temperatur Condenser(In)	39.4	40.5	39.1	°C	
12.	Temperatur Condenser (Out)	46.6	48.4	47.5	°C	
13.	Temperatur Lingkungan	30.7	31.4	29.8	°C	

**Tabel 10** Hasil Data Pengukuran AC LG Setelah di Retrofitting Bulan Ke-3 (1 Juni 2022)

No	Parameter	Pengambilan Data			Satuan	Ket.
		09.00 Wita	13.00 Wita	16.00 Wita		
1.	Jenis Refrigerant	MC-22	MC-22	MC-22		
2.	Berat Refrigerant	0.266	0.266	0.266	Kg	
3.	Tekanan Suction	64	63	63	Psi	
4.	Tegangan	232	231	233	Volt	
5.	Kuat Arus	8.5	8.5	8.5	Amp	Name plate
6.	Arus Total	6.8	6.7	6.8	Amp	
7.	Arus Outdoor	6.6	6.7	6.7	Amp	
8.	Faktor Daya (Cos φ)	0.87	0.87	0.87		

**Tabel 9** Hasil Data Pengukuran AC LG Setelah di Retrofitting Bulan Ke-2 (1 Mei 2022)

**4.13 Potensi Penghematan Tagihan Listrik/Bulan**

9.	TempeEvaporator (In)	28.8	29.3	30.9	°C	
10.	Temperatur Evaporator (Out)	18.8	19.3	18.9	°C	
11.	Temperatur Condenser(In)	39.6	40.7	38.4	°C	
12.	Temperatur Condenser (Out)	46.9	48.7	46.2	°C	
13.	Temperatur Lingkungan	31.4	33.8	32.2	°C	

Potensi penghematan biaya pada tagihan listrik/bulan dihitung mulai dari estimasi tagihan listrik/hari di kali dengan pemakaian AC selama 1 bulan (22 hari pengoperasian) maka di dapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Hemat/Bulan} &= \text{Estimasi Listrik AC/hari} \times 22 \text{ hari} \\ &\quad \text{pengoperasian} \\ &= \text{Rp } 2.615 \times 22 \text{ hari} \\ &\quad \text{pemakaian} \\ &= \text{Rp } 57.530/\text{Bulan} \end{aligned}$$

**4.14 Potensi Penghematan Tagihan Listrik/Tahun**

Potensi penghematan biaya pada tagihan listrik/tahun di hitung mulai dari estimasi tagihan listrik/bulan di kali dengan pemakaian AC selama 1 tahun (12 bulan) maka di dapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Hemat/Tahun} &= \text{Estimasi Listrik AC/bulan} \times 12 \text{ Bulan} \\ &= \text{Rp } 57.530 \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp } 690.360/\text{Tahun} \end{aligned}$$

**4.10 Hasil Penghitungan Penggunaan Listrik/hari**

Hasil penghitungan penggunaan Listrik/hari di peroleh dari konsumsi daya listrik/Jam di kali Operasional AC/ hari (8 Jam pengoperasian AC), berikut di bawah ini hasil penghitungan penggunaan listrik/hari :

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan Listrik/hari} &= \text{Daya Listrik/Jam} \times \text{Operasional AC/hari} \\ &= 0.36331 \text{ KW/Jam} \times 8 \\ &\quad \text{Jam/hari} \\ &= 2.90648 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

**4.11 Potensi Penghematan Tagihan Listrik**

Potensi penghematan biaya pada tagihan listrik di hitung mulai dari penggunaan AC/hari, pemakaian dengan total rata-rata 22 hari pengoperasian AC dalam 1 bulan. Untuk potensi penghematan/tahun di kalikan dengan penggunaan AC selama 1 Tahun(12 Bulan).

**4.12 Potensi Penghematan Tagihan Listrik/Hari**

Potensi penghematan biaya pada tagihan listrik/hari di hitung dari penggunaan listrik/hari di kali Tarif Dasar Listrik (TDL), sehubungan dengan penenaan tarif dasar listrik pada instansi Balai Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BPVP Samarinda) masuk pada kategori S2 dimana penenaan tarif kategori S2 merupakan pelanggan sosial, daya 450 VA hingga 200 kVA dengan tarif Rp900/KW/h maka dapat di hitung potensi penghematan biaya tagihan listrik/hari pada AC adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Potensi Hemat/Hari} &= \text{Penggunaan Listrik/hari} \times \text{TDL (Tarif S2)} \\ &= 2.90648 \text{ KW/hari} \times \text{Rp } 900 \\ &= \text{Rp } 2.615/\text{hari} \end{aligned}$$

**4.KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang penulis telah lakukan, maka dapat di tarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perbandingan kinerja Air Conditioning (AC) Split 2 Paarde Kracht (PK) menggunakan Refrigerant 22 dan Musicool 22 sebelum di lakukan retrofitting (penggantian refrigerant) dari refrigerant 22 ke Musicool 22, pada 1 Maret 2022 sebesar 8.5 Ampere. Setelah di lakukan penggantian jenis refrigerant maka arus listrik turun menjadi 6.6 Ampere di bulan April 2022, bulan Mei 2022 sebesar 6.7 Ampere dan Bulan Juni 6.7 Ampere.
2. Dari hasil perbandingan daya listrik sebelum di lakukan retrofitting (penggantian refrigerant) dari refrigerant 22 ke Musicool 22, pada 1 Maret 2022 sebesar 1.715 Watt. Sedangkan setelah di lakukan penggantian jenis refrigerant dari refrigerant 22 ke Musicool 22, maka arus listrik turun menjadi 1.305 Watt di bulan April 2022, bulan Mei 2022 sebesar 1.352 Watt dan Bulan Juni 1.346 Watt. Pengambilan sampel data pengujian di lakukan pada pukul 13.00 Wita.



3. Terdapat penghematan arus listrik pada *Air Conditioning (AC) Split 2 Paarde Kracht (PK)* dengan kapasitas 18.000 *Btu/h*. Sebelum dan sesudah di lakukan *retrofitting* (penggantian *refrigerant*) dari *refrigerant 22* ke *Musicool 22* dengan nilai rata-rata 20 % - 21.17 % (Bulan April-Juni 2022).
4. Terdapat potensi peluang penghematan biaya tagihan listrik yang di peroleh pada (penggantian *refrigerant*) dari *refrigerant 22* ke *Musicool 22* dengan estimasi sebesar Rp. 57.530;/bulan.
5. Penggantian *refrigerant HCFC (Hydro Chloro Floure Carbon) R-22* ke *refrigerant hidrokarbon (Musicool 22)* dapat langsung di gantikan (*drop in substitute*), tanpa perubahan komponen mesin dan penggantian oli/pelumas.

Penulis mengharapkan agar Kepada pengelola bangunan/gedung agar bisa menerapkan *retrofitting* (penggantian *refrigerant*) ke semua mesin pendingin yang masih berbasis *CFC (Chloro Floure Carbon) Refrigerant 22* ke *refrigerant hidrokarbon Musicool 22* sehingga dapat memberikan efisiensi daya listrik dan potensi penghematan daya listrik serta *benefit saving* pada pengeluaran tarif listrik. Secara aktif mendorong penggunaan *refrigerant hidrokarbon* di indonesia dan turut serta dalam menyukseskan program penghematan energi nasional.

## 5. REFERENSI

- [1] Pasek, A.D, Tandian, N.P.(2000), *Short Course on the Applications of Hydrocarbon Refrigerants, International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2000*, Bandung, Indonesia.
- [2] Suwono, Aryadi, (2000), *Hydrocarbon Refrigerants in Indonesia-An Overview, Proceedings International Conference on FTEC 2000*, Bandung Setyawan, H. (1996), *Flow Patterns of Coal-Water Mixture in an Agitated Tank, Master Thesis, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.*
- [3] Watanabe, K. Widiatmo, J.V. (1997), *Alternative Refrigerants and Their Thermophysical Properties Research,*

- Proceedings Seminar on ODS Phase-Out: Solutions for the Refrigeration Sector*, Kuta, Bali
- [4] Aisbett, E. K. Pham, Q. T. 1998, *Natural Replacements for Ozone- Depleting Refrigerants in Eastern and Southern Asia, International Journal of Refrigeration*, Vol. 21, No. 1, pp. 18-28
- [5] Althouse, A. D. et. all. 2004, *Modern Refrigeration and Air Conditioning, Goodheart Wilcok, Illinois.*
- [6] Fadliansyah, M.E (2019 Juli 04) Majalah Gatra Pembangkit Listrik Energi Fosil sebabkan Pemanasan Global.
- [7] *Xinindo Polarin*, Tabel Sifat Fisik Refrigerant R22 Freon. Available: <https://polarin.co.id>. [Accessed Feb. 14, 2022]
- [8] Dossat, R. J. 1981, *Principle of Refrigeration and Air conditioning (2nd Edition)*, John Willey and Sons, New York.
- [9] Firdaus, Aneka. 2010, Analisa Pengaruh Penggunaan Refrigeran Hidrokarbon Musicool-22 Pengganti Freon-22 Terhadap Kinerja Alat *Air Conditionig*, Seminar Tahunan Teknik Mesin, ISBN, Sriwijaya University, Palembang-Indonesia
- [10] Nasruddin, and Hamdi, E. 2003, *Natural Refrigerant in Indonesia: Chalange and Opportunity, presented in ISSM Delft, The Netherland*
- [11] *Musicool, Refrigerant Hidrokarbon : Apa dan Mengapa*, Available: <https://musicoolpromo.com/article/8>
- [12] Handoko,J, Merawat & Memperbaiki AC, Kawan Pustaka, Jakarta, 2007
- [13] Hermawan,H. Melakukan Recovery Refrigeran, Modul PBK Kemnaker, Jakarta 2022
- [14] Engsean.com (2016,03 Juni) Prinsip kerja AC Split. Di akses pada 22 Mei 2022 <https://engsean.com/prinsip-kerja-ac-split/>
- [15] Hardono,S. Menggunakan Alat Ukur Refrigerasi dan Tata Udara, Modul PBK Kemnaker, Jakarta 2020
- [16] Hardono,S. Memeriksa Kebocoran Refrigeran, Modul PBK Kemnaker, Jakarta 2020
- [17] *Musicool Article* (2020, 24 Agustus) Studi analisa sifat fisika dan termodinamika refrigeran hidrokarbon terkait hemat energi listrik pada mesin

- pendingin. Diakses pada tanggal 24 Mei 2022  
<https://www.musicoolpromo.com/article/16>
- [18] *Schematic illustration and components layout of the refrigeration system.*  
Diakses pada 22 Mei 2022  
<https://sciendo.com/article/10.2478/rtuect-2021-0002>
- [19] Maulana, Agus.(2012, Januari) Jurnal Penelitian Empirik Penggunaan *Refrigerant* Hidrokarbon Brezezon R-290 pada unit mesin *AC Split Inverter* yang menggunakan *Refrigerant* R-410A, Vol. X No.1
- [20] Meier, Alexander Von. (2006). *Electric power system : a conceptual introduction. United States of America : A Wiley-Interscience publication*