

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN MUSICOOL-22 SEBAGAI PENGGANTI R-22
TERHADAP ENERGY EFFICIENCY RATIO PENGKONDISIAN UDARA TIPE SPLIT**

***The Comparison of using Musicool-22 as a Substitute of R-22 to the Energy
Efficiency Ratio of Split Air Conditioner***

Nikcon Jeremia Malau*, Matheus M. Dwinanto, Defmit B. N Riwu

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto Penfui - Lasiana, Kota Kupang, 85001 NTT

*e-mail: Jeremiamalau123@gmail.com

ABSTRAK

Air conditioning (AC) adalah mesin refrigerasi yang memiliki fungsi mengkondisikan udara suatu ruangan melalui pengaturan temperatur, kelembaban, aliran dan kebersihannya sehingga diperoleh kondisi udara yang diinginkan. Sejak AC *split* diluncurkan, refrigeran R-22 sangat populer digunakan di Indonesia karena memiliki properti termal dan fisik yang baik sebagai refrigeran karena tidak mudah terbakar dan tidak beracun. Namun, efek pada lingkungan diantaranya dapat merusak lapisan ozon (ODP=0,055), pemanasan global (GWP=1,810) dan tidak hemat energi. Implementasi dari peraturan menteri tentang pelarangan penggunaan HCFC yaitu dengan mengganti refrigeran R-22 ke jenis yang lebih ramah lingkungan seperti R-290 (Musicool-22) dimana telah diidentifikasi bahwa Musicool-22 dapat dipakai sebagai alternatif pengganti R-22 untuk sistem AC tanpa mengganti komponen sistem. Penelitian ini menganalisis dan membandingkan kinerja AC *split* 2 PK terhadap efisiensi energi menggunakan refrigeran R-22 sebagai *baseline* dan selanjutnya melakukan proses pergantian (*retrofitting*) menggunakan refrigeran Musicool-22 dengan memvariasikan massa pengisian yaitu 457 dan 490 gram. Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa sistem yang menggunakan Musicool-22 memperoleh penghematan konsumsi daya listrik sebesar 10% dengan nilai EER pada variasi massa pengisian 457 gram sebesar 12,85 dan 490 gram sebesar 12,68.

Kata Kunci : *Energy efficiency ratio*, Musicool-22, pengkondisian udara.

ABSTRACT

Air conditioning (AC) is a refrigeration machine that has the function of conditioning the air of a room by setting the temperature, humidity, flow, and cleanliness so that the desired air condition is obtained. Since split AC was launched, refrigerant R-22 is very popular in Indonesia. After all, it has good thermal and physical properties as a refrigerant because it is non-flammable and non-toxic. However, the effects on the environment include damaging the ozone layer (ODP = 0.055), global warming (GWP = 1.810), and not saving energy. The implementation of the ministerial regulation regarding the prohibition of the use of HCFCs is by replacing the R-22 refrigerant with a more environmentally friendly type such as R-290 (Musicool-22) where it has been identified that Musicool-22 can be used as an alternative to R-22 for AC without replacing system components. This study analyzes and compares the performance of 2 PK split air conditioners on energy efficiency using refrigerant R-22 as a baseline and then doing the replacement process (*retrofitting*) using refrigerant Musicool-22 by varying the filling mass, namely 457 grams and 490 grams. From the results of the study, the system using Musicool-22 obtained a savings of 10% in electric power consumption with the EER value for variations in the charging mass of 457 grams of 12.85 and 490 grams of 12.68.

Keywords: *Energy Efficiency Ratio*, Musicool-22, air conditioning.

PENDAHULUAN

Proses refrigerasi dan pengkondisian udara hakekatnya merupakan pemindahan kalor yang terkandung dalam sebuah material atau ruangan. Kalor merupakan energi sehingga sesuai hukum kekekalan energi maka energi tersebut tidak dapat dihilangkan energi tetapi hanya dapat dipindahkan dari satu substansi ke substansi lainnya. Pemindahan kalor ruangan membutuhkan fluida kerja sistem yang disebut refrigeran. Dalam sistem pengkondisian udara dengan siklus kompresi uap, refrigeran akan bersirkulasi terus menerus melewati kompresor, kondensor, alat ekspansi, dan evaporator. Salah satu pengkondisian udara yang bekerja berdasarkan siklus tersebut adalah AC *split* dengan refrigeran yang sangat populer sampai dengan tahun 2012 yaitu R-22 yaitu dari golongan HCFC atau hidroklorofluorokarbon (Dwinanto, dkk. 2021).

Perkembangan kebijakan global di bidang lingkungan (Protokol Montreal dan Kyoto) mewajibkan penghapusan penggunaan Bahan Perusak Ozon (BPO) secara bertahap sampai batas waktu tertentu, maka Kementerian Perindustrian mengeluarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor: 41/M-IND/PER/5/2014 tentang Larangan Penggunaan HCFC di Bidang Perindustrian, yang diundangkan pada tanggal 4 Juni 2014 (Dwinanto, dkk., 2021; Radjah, dkk., 2019). Oleh karena itu, refrigeran yang lebih ramah lingkungan dari golongan hidrokarbon (HC) seperti Musicool-22 (MC-22) saat ini telah digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti R-22 baik itu untuk AC *split*, *water dispenser*, *AC packaged-duct*, AC sentral, dan pabrik es jenis kontainer. MC-22 merupakan produksi Pertamina dimana refrigeran tersebut sama dengan R-290 yang diproduksi oleh pabrik lain. Tabel 1 menyajikan efek terhadap lingkungan dari R-22, dan MC-22 (Maulana, 2017).

Tabel 1. Efek terhadap lingkungan dari R22 dan MC-22

Refrigeran	Tipe	Ozon <i>Depleting Potential</i> (ODP)	Global <i>Warming Potential</i> (GWP)	Indeks ALT
R22	HCFC	0,055	2600	15
MC-22	HC	0	< 3	< 1

Sumber : Maulana, 2017.

Kinerja AC *split* sangat dipengaruhi oleh refrigeran yang digunakan sebagai fluida kerja karena terdapat beda temperatur yang terbatas antara sistem dan lingkungannya, dimana ini merupakan sumber utama ireversibilitas sistem (Dwinanto, dkk. 2017). Hal ini yang mendorong dilakukan penelitian ini untuk membandingkan konsumsi daya listrik dan EER dari AC *split* yang menggunakan R-22 dan MC-22. Beberapa peneliti telah mengkaji tentang penggunaan refrigeran hidrokarbon tersebut di pengkondisian udara dan refrigerasi diantaranya Sabatiana (2016) menganalisis sistem pengkondisian udara dengan *pre-cooling* melaporkan bahwa sistem refrigerasi dengan performansi yang paling baik mengkonsumsi energi paling sedikit adalah MC-22 dengan

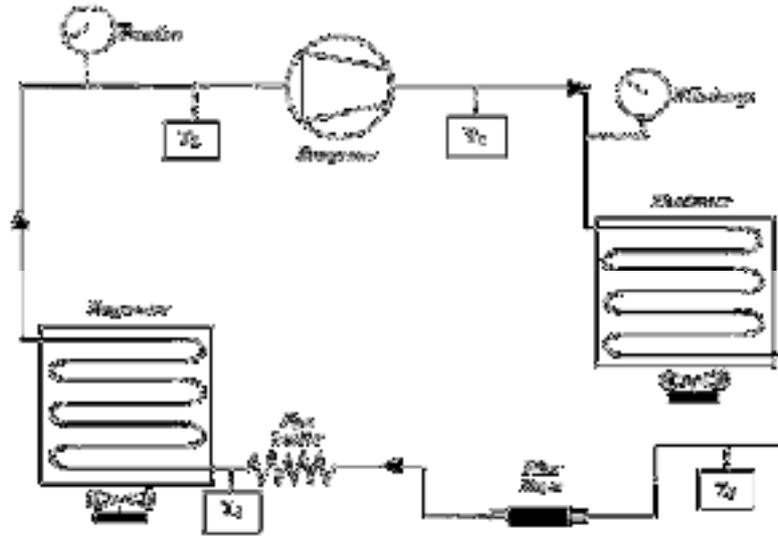
menggunakan atau tanpa *pre-cooling*. Meskipun sistem pengkondisian udara yang menggunakan R-22 memiliki kinerja sistem yang paling tinggi (COP = 4,788) akan tetapi sistem tersebut dapat dikatakan tidak hemat energi dan tidak ramah lingkungan berdasarkan dari studi eksperimen dan analisa yang telah dilakukan.

Penelitian tentang laju aliran massa refrigeran juga telah dilakukan dimana R290 lebih rendah 50% dibandingkan dengan R-22 dengan koefisien kinerja R290 sangat cocok dengan refrigeran R-22. R290 dapat menjadi pengganti yang lebih baik dari R-22 dalam aplikasi nyata karena lebih ramah lingkungan hemat energi (Choudhari, *dkk.* 2017). Studi pengaruh variasi massa pengisian R-290 sebagai pengganti R-22 terhadap kinerja freezer juga telah dilakukan. Hasil studi ini menunjukkan bahwa kinerja freezer akan optimal untuk massa pengisian sebanyak 95%. Pada pengisian sebesar ini, nilai COP freezer adalah 2,8 sedangkan untuk pengisian 100% dan 105% nilai COP freezer adalah 2,5 dan 2,2. Kapasitas pendinginan terbesar juga dicapai oleh massa pengisian 95%. Massa pengisian 105% justru akan menurunkan kapasitas pendinginan dan COP freezer (Pramudantoro dan Sumeru, 2017).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan AC *split* merk Panasonic kapasitas 18100 Btu/h (2 PK) yang awalnya menggunakan R-22 dengan pengisian 980 gram. Besar arus listrik yang mengalir selama pengujian diukur menggunakan amperemeter dan tegangan diukur menggunakan multimeter. Pengujian pertama menggunakan R-22 sebagai refrigeran standar sebanyak 980 gram (massa acuan) selama 60 menit dengan interval waktu pengambilan data 5 menit. Kemudian pengujian dilanjutkan dengan menggunakan MC-22. Sebelum proses *retrofitting* refrigeran dilakukan terlebih dahulu dilakukan pemvakuman sistem untuk menghilangkan uap air dan zat lain yang ada pada komponen-komponen, pipa, dan sambungan.

MC-22 diisi dengan variasi massa pengisian 46,6% dan 50% disesuaikan dengan volume pengisian yang sama dengan R-22. Oleh karena massa jenis R-22 lebih besar dari MC-22 sehingga untuk volume yang sama, maka massa pengisian MC-22 sama dengan 46,6% berat pengisian refrigeran R-22, nilai tersebut didapat dari hasil massa jenis MC-22 dibagi massa jenis R-22 dikali 100%. Pada saat kondisi uap, massa jenis R22 : 44,232 kg/m³ dan MC-22 : 20,618 kg/m³. Massa pengisian R-22 adalah 980 gram maka massa pengisian MC-22 teoritis adalah 980 x 46,6% = 457 gram. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan 2 variasi massa pengisian, yaitu 46,6% dan 50% atau setara dengan 457 gram dan 490 gram. Parameter kinerja sistem yang akan dianalisis dengan memvariasikan massa pengisian MC-22 adalah konsumsi energi listrik dan *energy efficiency ratio* (EER). Nilai EER merupakan perbandingan antara kemampuan kapasitas pendinginan dari mesin pada beban pendinginan yang ada dalam satuan Btu/h dengan konsumsi listrik yang diperlukan oleh kompresor dalam satuan watt (Setiyo, *dkk.* 2018).



Gambar 1. Skematik titik pengukuran untuk pengambilan data

Semakin tinggi EER sistem refrigerasi dan pengkondisian udara maka semakin baik kinerja sistem tersebut. Untuk mengetahui kinerja dan besarnya konsumsi listrik dapat dilakukan dengan menguji sistem tersebut untuk mencapai temperatur yang diinginkan pada kondisi yang diinginkan dalam ruangan yang sama. Hal ini ditandai dengan semakin besar beban pendinginan yang ada maka semakin lama udara ruangan terkondisikan, dengan demikian semakin besar konsumsi energi listrik yang dibutuhkan. Persamaan untuk menentukan masukan daya sistem dan EER adalah dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) berikut :

$$\text{Masukan Daya Sistem } (W_{in}) = V \times I \cos \phi \tag{1}$$

$$\text{Energy Efficiency Ratio (EER)} = \frac{q_L}{W_{in}} \tag{2}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

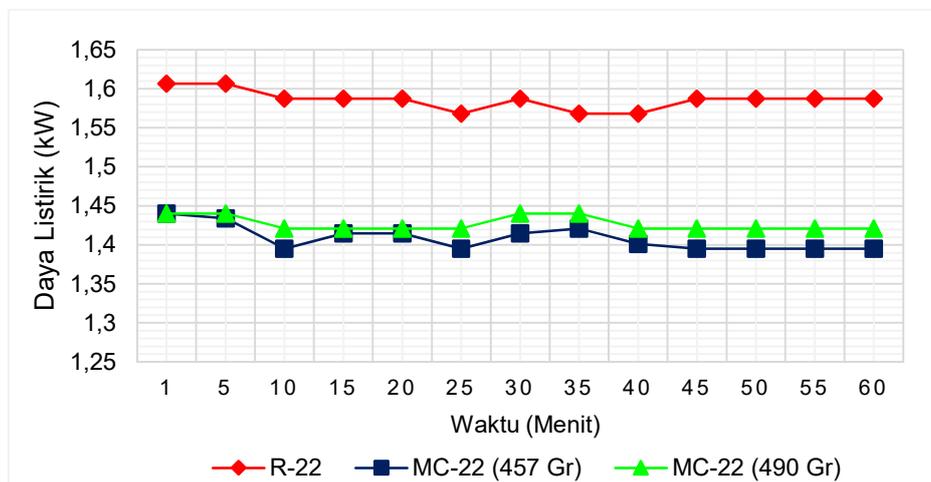
Hasil analisis perbandingan R-22 dan MC-22 terhadap efisiensi energi AC *split* dapat dilihat pada Tabel 2. sedangkan Gambar 2 menunjukkan masukan daya selama dengan interval waktu pengujian. Pada gambar terlihat bahwa konsumsi daya listrik sistem yang menggunakan refrigeran R-22 lebih tinggi daripada sistem yang menggunakan MC-22. Masukan daya input tertinggi untuk sistem yang menggunakan R-22 berada pada menit 1 sampai ke 5 (awal pengoperasian) yaitu 1,606 kW dan terendah yaitu 1,568 kW setelah keadaan stedi tercapai dan memiliki nilai rata-rata 1,585 kW. Untuk sistem yang menggunakan MC-22 variasi massa pengisian 490 gram terlihat lebih tinggi yaitu rata-rata 1,426 kW dibandingkan MC-22 dengan variasi massa pengisian 457 gram yang memiliki nilai rata-rata 1,408 kW.

Berdasarkan hasil yang terlihat pada Gambar 2, refrigeran yang memakai daya listrik paling efisien adalah refrigeran MC-22 dengan variasi massa pengisian 457 gram. Perbedaan masukan daya antara R-22 dan MC-22 disebabkan oleh rasio tekanan yang dimiliki MC-22 lebih kecil dari

pada rasio tekanan R-22. Hal ini mengakibatkan lebih kecil daya kompresor yang diperlukan sehingga menghemat energi dimana persentasi penurunan masukan daya AC *split* adalah sebesar 11,17% antara refrigeran R-22 dan MC-22 dengan massa 457 Gram.

Tabel 2. Hasil perhitungan refrigeran R-22 dan MC-22 dengan variasi massa pengisian 457 gram dan 490 gram

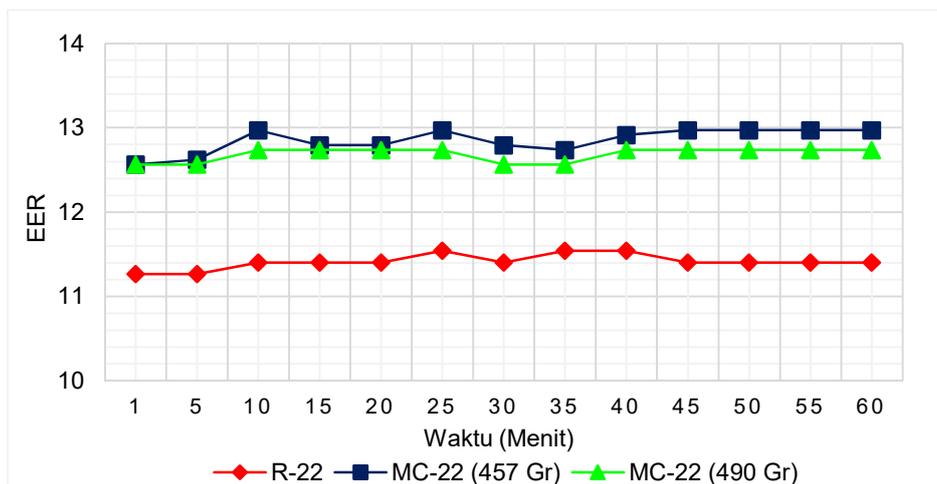
No	Waktu (Menit)	R-22		MC-22 457 Gr		MC-22 490 Gr	
		W_{in}	EER	W_{in}	EER	W_{in}	EER
		kW		kW		kW	
1	1	1,606	11,26	1,441	12,56	1,44	12,56
2	5	1,606	11,26	1,434	12,62	1,44	12,56
3	10	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
4	15	1,587	11,40	1,414	12,79	1,42	12,73
5	20	1,587	11,40	1,414	12,79	1,42	12,73
6	25	1,568	11,54	1,395	12,97	1,42	12,73
7	30	1,587	11,40	1,414	12,79	1,44	12,56
8	35	1,568	11,54	1,421	12,73	1,44	12,56
9	40	1,568	11,54	1,401	12,91	1,42	12,73
10	45	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
11	50	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
12	55	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
13	60	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
Rata-rata		1,585	11,41	1,408	12,85	1,426	12,68



Gambar 2. Masukan daya AC *split* yang menggunakan R-22 dan MC-22 (457 dan 490 gram)

Gambar 3 menunjukkan nilai EER selama interval waktu pengujian antara sistem yang menggunakan R-22 dan MC-22 (457 dan 490 Gram). EER yang dimaksud adalah nilai perbandingan antara kemampuan kapasitas pendinginan AC *split* terhadap beban pendinginan yang ada (Btu/h) dengan konsumsi energi listrik yang diperlukan kompresor (kW). Semakin tinggi EER maka semakin

tinggi kinerja AC *split* tersebut. Pada gambar terlihat bahwa AC *split* yang menggunakan MC-22 dengan massa pengisian 457 gram memiliki nilai EER yang tertinggi yaitu rata-rata 12,85 sedangkan penggunaan massa 490 gram memiliki nilai rata-rata EER 12,68. Perbedaan nilai EER antara penggunaan R-22 dan MC-22 juga cukup signifikan dengan rata-rata nilai EER R-22 yaitu 11,41. Nilai EER dipengaruhi oleh masukan daya listrik sehingga efisiensi energi yang dihasilkan oleh AC *split* yang menggunakan MC-22 lebih baik dibandingkan dengan penggunaan R-22.



Gambar 3. EER AC *split* yang menggunakan R-22 dan MC-22 (457 dan 490 gram)

KESIMPULAN

Perbandingan penggunaan MC-22 sebagai pengganti R-22 terhadap *energy efficiency ratio* (EER) AC *split* telah dilakukan. Variasi massa pengisian pada penelitian ini adalah 46,6% dan 50% (457 gram dan 490 gram) dengan acuan perbandingan massa jenis MC-22 terhadap R-22. Berdasarkan hasil pengujian maka disimpulkan bahwa AC *split* yang menggunakan MC-22 memiliki nilai EER rata-rata 12,85 untuk massa 457 gram, dan 12,68 untuk massa pengisian 490 gram. Nilai EER ini lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan R-22 yang memiliki nilai rata-rata EER adalah 11,41. Salah satu keuntungan penggunaan MC-22 adalah rasio tekanan kompresor yang lebih kecil sehingga dapat menghemat konsumsi daya listrik, dan umur pakai kompresor juga akan menjadi lebih lama.

REFERENSI

- Choudhari, C.S. and Sapali, S.N. 2017. Performance investigation of natural refrigerant R-290 as a substitute to R-22 in refrigeration systems. *Energy Procedia*, 109, pp. 346 – 352.
- Dwinanto, M. M., Suhanan, Prajitno. 2017. Exergy Analysis of a Dual-Evaporator Refrigeration Systems. *AIP Conference Proceedings*, 1788: 030011:1–8.
- Dwinanto, M. M., Bunganaen, W., dan Syaifullah, I. H. 2021. Studi Kinerja Teoritis Dan Konsumsi Energi Pengkondisian Udara Menggunakan R22 Dan R290. *LONTAR (Jurnal Teknik Mesin Undana)*, 8(1): 91 – 98.

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Maulana, A., 2017, Refrigeran Hidrokarbon Musicool, <https://docplayer.info/57629725-Refrigeran-hidrokarbon-musicool-mc.html>; diakses 27 Oktober 2021.
- Pramudantoro, T. P., dan Sumeru. 2017. Pengaruh Variasi Massa Pengisian R290 Sebagai Refrigeran Pengganti R22 Pada Kinerja Freezer. *Prosiding Seminar Nasional XII, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta*: 505 – 510.
- Radjah, Y. I., Dwinanto, M. M., dan Nurhayati. 2019. Analisis Teoritis Perbandingan Kinerja Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran R22 dan R32, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik FST Undana (Sainstek-IV)*: 265 – 272.
- Sabatiana, A. C. 2016. *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Perubahan Refrigeran22 dengan Musicool-22 pada Sistem Pengkondisian Udara dengan Pre-cooling*. Tugas Akhir Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.