

PERBANDINGAN PENGGUNAAN REFRIGERAN R-410A DAN MUSICOOL-22 MELALUI PROSES RETROFIT PADA AC MERK DAIKIN 2 PK

Ahmad Najmul Anam¹⁾, Samsudi Raharjo²⁾, Rubijanto Juni Pribadi³⁾

ABSTRAK

Teknik pengkondisian udara digunakan untuk mengatur suhu, sirkulasi, kelembaban dan kebersihan udara didalam ruangan. Pengkondisian udara (Air Conditioner) mempertahankan kondisi udara didalam sehingga penghuni ruangan menjadi nyaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan efisiensi penggunaan refrigerant R-410A dan MC-22 pada AC split merk Daikin 2 PK dengan metode retrofit.

Hasil yang didapatkan selama pengujian menunjukkan penggunaan refrigeran MUSIcool 22 lebih hemat listrik 19,51 % dibandingkan dengan penggunaan refrigeran R-410 A dan Peforma suhu MUSIcool 22 lebih dingin 0,5⁰C dari peforma suhu refrigeran R-410A.

Kata Kunci: R-410A, MUSIcool-22, Retrofit, Suhu

COMPARATIVE USE OF REFRIGERANT R-410 A AND MUSICOOL-22 WITH RETROFIT PROCESS ON DAIKIN AC 2 PK

Ahmad Najmul Anam¹⁾, Samsudi Raharjo²⁾, Rubijanto Juni Pribadi³⁾

ABSTRACT

Air conditioning system is used to regulate the temperature, circulation, humidity and purify of the air inside the room. The Purpose Air conditioning is maintaining the condition of the air inside so that the occupants of the room to be comfortable. The purpose of this research was to compare the efficiency of the use of refrigerant R - 410A and MC - 22 on Daikin 2 PK series RNE50MV14 with retrofit methods.

The results obtained during the test indicates the use of refrigerants MUSIcool-22 more efficient 19.51 % compared with the use of refrigerant R - 410 A and Performance temperatures MUSIcool-22 colder 0,5⁰C of Performance temperature refrigerant R - 410A .

Keywords: R-410A, MUSIcool-22, Retrofit, Temperature

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan sistem pengkondisian udara telah berkembang secara pesat, dikarenakan manusia membutuhkan suatu kondisi udara yang nyaman dalam ruangan. Ini dibuktikan dengan adanya banyak industri, perkantoran, perumahan maupun kendaraan yang dilengkapi dengan air conditioner (AC) yang bertujuan untuk mengondisikan dan menyegarkan udara ruangan. Mesin pendingin merupakan mesin konversi energi yang digunakan untuk memindahkan panas dari temperatur rendah ke temperatur tinggi dengan cara menambahkan kerja dari luar. Mesin pendingin merupakan peralatan yang digunakan dalam proses pendinginan suatu fluida sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang diinginkan, dengan jalan menyerap panas dari suatu reservoir dingin dan diberikan ke suatu reservoir panas. Komponen utama dari sistem refrigerasi adalah kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator (**Pramana,2014**).

Refrigerasi adalah suatu usaha untuk mencapai atau memperoleh dan menjaga temperatur lebih rendah dari temperatur atmosfer lingkungan atau sama dengan memindahkan panas dari temperatur rendah ke temperatur tinggi dengan melakukan kerja terhadap sistem. Dalam sistem refrigerasi dikenal dua siklus, yaitu refrigerasi siklus kompresi uap dan refrigerasi absorpsi. Pada dasarnya prinsip kerja Air Conditioner (AC) sama dengan refrigerasi, namun Air Conditioner (AC) tidak berfungsi sebagai pendingin saja, tetapi harus dapat menghasilkan udara nyaman. Hal ini dilakukan dengan jalan pengontrolan terhadap kondisi fisika dan kimiawi udara yang meliputi suhu, kelembaban, gerakan udara, tekanan udara, debu, bakteri, bau, gas beracun dan ionisasi. Contohnya terdapat pada AC rumah atau gedung (**Negara dkk.,2010**).

Refrigeran adalah media pembawa kalor yang mudah berubah bentuk dari cair ke gas atau sebaliknya dengan menyerap dan melepas kalor yang digunakan dalam siklus mesin pendingin (**Pramana,2014**).

Dalam penelitian ini penulis mencoba menganalisa efisiensi penggunaan refrigeran jenis MC-22 sebagai refrigeran alternatif pengganti refrigeran R 410 A pada AC merk Daikin 2 PK.

1.2.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui kemampuan penggunaan MC-22 sebagai refrigeran pengganti R-410 A pada AC Daikin 2 PK.
2. Mengetahui seberapa besar konsumsi biaya listrik pada alat pengkondisian udara menggunakan refrigeran R 410 A dan MC-22.

1.3.Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa efisiensi AC split merk Daikin 2 PK dengan membandingkan penggunaan jenis refrigeran R 410 A dan MC-22.

1. Dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan tentang penggunaan refrigeran MC-22 dapat digunakan sebagai alternatif pengganti refrigeran R 410 A pada alat pengkondisian udara.
2. Dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan terkait efisiensi penggunaan MC-22 dibandingkan dengan R-410A.

1.4.Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan diatas, permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Kemampuan refrigeran MC-22 sebagai refrigeran pengganti R-410A pada AC Daikin 2 PK.
2. Perbandingan biaya penggunaan refrigeran R-410 A dan MC-22 pada AC Daikin 2 PK pada thermostat 22⁰C.

1.5. Batasan Masalah

Adapun hal-hal yang menjadi pokok pembatasan masalah yaitu:

1. Membandingkan biaya pada penggunaan refrigeran R-410A dan MC-22 pada AC Split Daikin 2 PK.
2. Penelitian dilakukan pada kondisi ruangan dengan kegiatan perkuliahan dan kondisi komputer hidup dengan thermostat AC diatur pada suhu 22^oC.
3. Alat-alat ukur buatan pabrik yang dipakai dalam penelitian ini diasumsikan sudah dikalibrasi oleh pabrik pembuatnya sehingga tidak akan dibahas dalam tugas akhir ini.
4. Spesimen uji yang digunakan adalah AC split merk Daikin 2 PK.

1.6. Metode Penulisan

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menggunakan metode-metode pengumpulan data antara lain:

1. Metode Observasi
Metode Observasi pengumpulan data berdasarkan pengamatan secara langsung hal-hal yang ada hubungannya dengan pokok pembahasan.
2. Metode Dokumentasi
Pengumpulan data dengan cara mempelajari data dari sumber yang berupa catatan atau dokumen.
3. Metode Pustaka
Studi kepustakaan dengan mengumpulkan data dari buku referensi atau literatur dari perusahaan ataupun sumber lain yang berhubungan dengan tugas akhir.
4. Konsultasi
Konsultasi dilakukan dengan tujuan mendapatkan pengetahuan dan masukan dari dosen pembimbing mengenai pengambilan data.

5. Pengujian

Melakukan pengujian untuk mendapatkan data tentang efisiensi AC Split 2 PK merk Daikin dengan refrigeran R-410 A dan MC-22.

1.7.Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam pembahasan, penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab masing-masing tersusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan, rumusan permasalahan, pembatasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Berisi tentang landasan teori sistem

BAB III EKSPERIMEN RETROFIT AC DENGAN REFRIGERAN R 410 A KE MC 22 DI LANTAI 2 KASIPAH

Berisi penjelasan studi pustaka, persiapan pengujian, peralatan yang digunakan untuk pengujian serta langkah-langkah pengujian.

BAB IV PEMBAHASAN HASIL

Berisi tentang proses pengujian yang dilakukan serta pengambilan data yang dihasilkan dan tentang pengolahan data hasil pengujian serta menganalisa hasil pengujian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil analisa pada bab - bab sebelumnya.

BAB II

DASAR TEORI

1.1 Alat Pengkondisian Udara

Teknik pengkondisian udara untuk mengatur suhu, sirkulasi, kelembaban dan kebersihan udara didalam ruangan. Pengkondisian udara (Air Conditioner) mempertahankan kondisi udara didalam sehingga penghuni ruangan menjadi nyaman. Berikut ini adalah contoh penggunaan pengkondisian udara:

- a. Pengkondisian udara untuk industri. Pada industri terdapat banyak benda yang dapat menimbulkan panas seperti mesin-mesin, peralatan komputer, dan jumlah karyawan yang banyak. Hal ini dapat menyebabkan kondisi lingkungan yang tidak segar, kotor dan lembab. Kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan peralatan cepat korosi atau berkarat. Untuk peralatan komputer yang beroperasi pada temperatur di atas normal dapat menimbulkan kerusakan. Pemasangan pengkondisi udara menjadi penting sehingga temperatur dan kelembaban dapat di atur.
- b. Pengkondisian udara untuk Laboratorium. Peralatan-peralatan pada laboratorium biasanya harus bersih dan higienis, tidak boleh terkontaminasi dengan penyakit dan kotoran. Kelembaban udara harus dijaga pada kondisi dimana orang yang bekerja merasa nyaman dan juga menjamin tidak terjadi kondisi dimana kelembaban cocok untuk perkembangan jamur atau penyebab penyakit lainnya. Kebutuhan pengkondisi udara juga disesuaikan dengan fungsinya. Misalkan untuk pengujian peralatan yang akan beropersi suhu rendah hingga - 20°C.
- c. Pengkondisian udara Ruang Komputer.
Komputer adalah perangkat yang dapat menjadi sumber panas karena komponen- komponennanya, sedangkan kalau komputer bekerja pada kondisi dimana udara panas akan terjadi kerusakan. Dengan alasan

tersebut, pemasangan pengkondisi udara harus tepat. Fungsi utama pada kondisi tersebut adalah mengontrol temperatur.

d. Instalasi penkondisian udara pada Instalasi power plant.

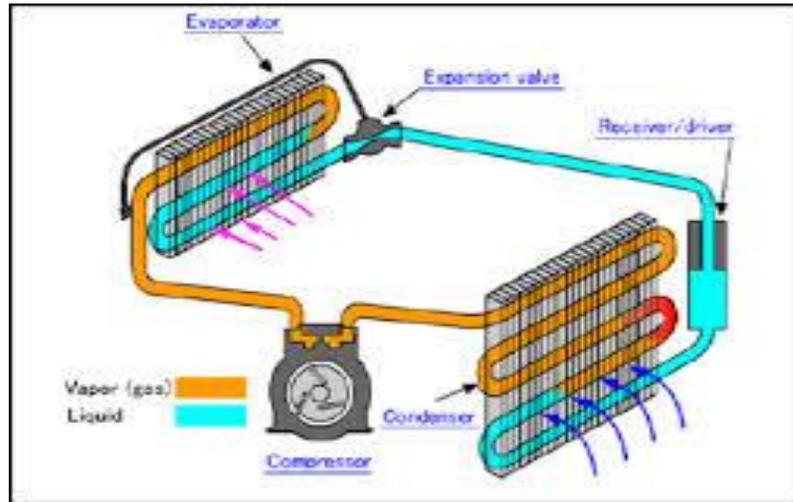
Fungsi utama dari pengkondisian udara pada kondisi ini adalah untuk memperoleh udara nyaman dan bersih. Lingkungan yang cenderung kotor karena polusi dan panas yang berlebih menjadi masalah utama pada power plant. Sebagai contoh pada instalasi pembangkit listrik tenaga uap dan gas, dari proses pembakaran dihasilkan gas pembakaran bertemperatur tinggi, sebagian akan hilang ke lingkungan yang akan menyebabkan kenaikan temperatur lingkungan. Karena hal tersebut, pengkondisi udara berfungsi untuk menstabilkan temperatur sehingga tetap nyaman, terutama pada ruangan tempat pengendali pembangkit.

e. Pengkondisian udara pada rumah tangga. Rumah tinggal berfungsi untuk tempat berkumpulnya anggota keluarga, tempat menyimpan benda - benda mulai dari bahan makanan sampai pakaian. Fungsi utama dari pengkondisi udara pada rumah tangga adalah menjaga temperatur dan kelembaban udara pada kondisi yang dianggap nyaman untuk beristirahat. Pada rumah tangga juga banyak dipakai mesin pendingin untuk mengawetkan bahan makanan dan untuk keperluan pembuatan balok es untuk minuman.

f. Pengkondisian udara untuk Automobil.

Pada mobil penumpang, pengkondisi udara dipakai untuk mengontrol suhu dan kelembaban sehingga udara tetap segar dan bersih. Sumber utama beban pendinginan adalah dari radiasi matahari langsung dan juga dari orang- orang yang mengendarai atau menumpang. Permasalahan pengkondisian udara biasanya pada penggerak kompresor AC, penggerak ini adalah dari putaran poros engkol, sehingga dapat mengurangi daya dari mesin, terutama pada beban tinggi (**Prasetio dan Setiawan, 2013**).

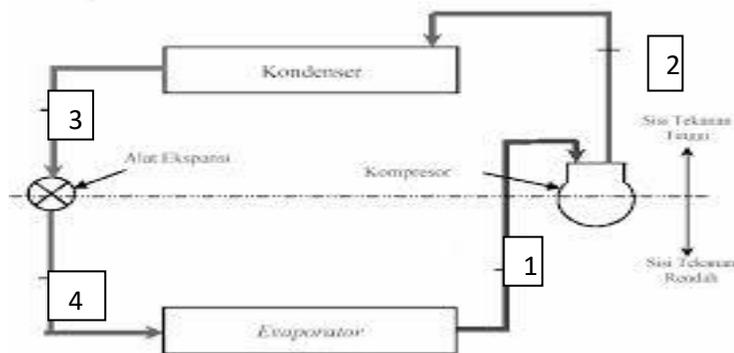
Adapun susunan atau rangkaian komponen AC Split terlihat seperti gambar 2.1 (<http://banguncitraknisi.blogspot.co.id>)



Gambar 2.1 Instalasi AC Split

2.2 Prinsip Kerja

Prinsip kerja sistem pengkondisian udara pada ac split ditunjukkan seperti Gambar 2.2



Gambar 2.2 Siklus Kompresi Uap (Stoecker, 1992 : 187)

Proses yang terjadi pada siklus kompresi uap pada gambar adalah sebagai berikut:

<http://lib.unimus.ac.id>

a. Proses kompresi (1 -2)

Proses ini dilakukan oleh kompresor dan berlangsung secara isentropik. Kondisi awal refrigeran pada saat masuk ke dalam kompresor adalah uap jenuh bertekanan rendah, setelah mengalami kompresi refrigeran akan menjadi uap bertekanan tinggi. Karena proses ini berlangsung secara isentropik, maka temperatur ke luar kompresor pun meningkat.

b. Proses kondensasi (2 -3)

Proses ini berlangsung didalam kondensor. Refrigeran yang bertekanan tinggi dan bertemperatur tinggi yang berasal dari kompresor akan membuang kalor sehingga fasanya berubah menjadi cair. Hal ini berarti bahwa di dalam kondensor terjadi pertukaran kalor antara refrigeran dengan lingkungannya (udara), sehingga panas berpindah dari refrigeran ke udara pendingin yang menyebabkan uap refrigeran mengembun menjadi cair.

c. Proses ekspansi (3-4)

Proses ekspansi ini berlangsung secara isoentalpi. Hal ini berarti tidak terjadi perubahan entalpi tetapi terjadi drop tekanan dan penurunan temperatur, proses penurunan tekanan terjadi pada katup ekspansi yang berbentuk pipa kapiler yang berfungsi untuk mengatur laju aliran refrigeran dan menurunkan tekanan.

d. Proses evaporasi (4 -1)

Proses ini berlangsung secara isobar isothermal (tekanan konstan, temperatur konstan) di dalam evaporator. Panas dari dalam ruangan akan diserap oleh cairan refrigeran yang bertekanan rendah sehingga refrigeran berubah fasa menjadi uap bertekanan rendah. Kondisi refrigeran saat masuk evaporator sebenarnya adalah campuran cair dan uap.

2.3 Komponen Utama Sitem Pendingin

2.3.1 Kompresor

Kompresor atau pompa isap mempunyai fungsi yang vital. Dengan adanya kompresor, refrigeran bisa mengalir ke seluruh sistem pendingin. Sistem kerjanya adalah dengan mengubah tekanan, sehingga terjadi perbedaan tekanan yang memungkinkan refrigeran mengalir (berpindah) dari sisi bertekanan rendah ke sisi bertekanan tinggi. Ketika bekerja, refrigeran yang dihisap dari evaporator dengan suhu dan tekanan rendah dimampatkan sehingga suhu dan tekanannya naik. Gas yang dimampatkan ini ditekan keluar dari kompresor lalu dialirkan ke kondensor. Jenis kompresor yang banyak digunakan adalah kompresor torak, kompresor rotary, kompresor sudu, dan kompresor sentrifugal.

a. Kompresor torak (Reciprocating compressor)

Pada saat langkah hisap piston, gas refrigeran yang bertekanan rendah ditarik masuk melalui katup hisap yang terletak pada piston atau di kepala kompresor. Pada saat langkah buang, piston menekan refrigeran dan mendorongnya keluar melalui katup buang, yang biasanya terletak pada kepala silinder.

b. Kompresor rotary

Rotor adalah bagian yang berputar didalam stator, rotor terdiri dari dua baling-baling. Langkah hisap terjadi saat katup mulai terbuka dan berakhirsetelah katup tertutup. Pada waktu katup sudah tertutup dimulai langkah tekan sampai katup pengeluaran membuka, sedangkan pada katup secara bersamaan sudah terjadi langkah hisap, demikian seterusnya.

c. Kompresor sudu

Kompresor jenis ini kebanyakan digunakan untuk lemari es, freezer, dan pengkondisian udara rumah tangga, juga digunakan sebagai kompresor pembantu pada bagian tekanan rendah sistem kompresi bertingkat besar.

2.3.2. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk membuang kalor yang diserap dari evaporator dan panas yang diperoleh dari kompresor, serta mengubah wujud gas menjadi cair, kondensor memiliki pipa-pipa yang dapat dibersihkan. Kondensor dibedakan menjadi 3 jenis, yakni *Air-cooled Condensor*, *Watercooled Condensor* dan *Evaporative-cooled Condensor*.

a. *Air-cooled Condensor*

Dalam *Air-cooled condensor*, kalor dipindahkan dari refrigeran ke udara dengan menggunakan sirkulasi alamiah atau paksa. Kondensor dibuat dari pipa baja, tembaga dengan diberi sirip untuk memperbaiki transfer kalor pada sisi udara. Refrigeran mengalir didalam pipa dan udara mengalir diluarnya. *Air-cooled condensor* hanya digunakan untuk kapasitas kecil seperti refrigerator dan *small water cooler*.

b. *Water cooled Condensor*

Water cooled condensor dibedakan menjadi 3 jenis yakni *shell and tube*, *shell and coil*, *double tube*.

- *Shell and Tube*

Salah satu jenis alat penukar kalor yang menurut konstruksinya dicirikan oleh adanya sekumpulan pipa (tabung) yang dipasangkan didalam shell (pipa galvanis) yang berbentuk silinder dimana 2 jenis fluida saling bertukar kalor yang mengalir secara terpisah (air dan freon).

- *Shell and Coil*

- c. Terdiri dari sebuah cangkang yang dilas elektrik dan berisi koil air, kadang-kadang juga dengan pipa bersirip.

- *Double Tube*

Refrigeran mengembun diluar pipa dan air mengalir dibagian dalam pipa pada arah yang berlawanan. Double tube digunakan dalam hubungan dengan cooling tower dan spray pond.

d. *Evaporative Condensor*

Refrigeran pertama kali melepaskan kalornya ke air kemudian air melepaskan kalornya ke udara dalam bentuk uap air. Udara meninggalkan uap air dengan kelembaban yang tinggi seperti dalam *cooling tower*. Oleh karena itu kondensor evaporative menggabungkan fungsi dari sebuah kondensor dan *cooling tower*. *Evaporative condensor* banyak digunakan dipabrik amoniak. Kondensor yang digunakan disini adalah jenis *water cooled* kondensor tipe *shell and tube*, karena lebih mudah dalam menganalisa temperatur jika dibandingkan dengan Air cooled condensor yang sering terjadi fluktuasi pada temperaturnya. Water cooled condensor ini ditempatkan di antara kompresor dan alat pengatur bahan pendingin (pipa kapiler). Posisinya ditempatkan berhubungan langsung dengan udara luar agar gas di dalam kondensor juga didinginkan oleh suhu ruangan. Gas yang berasal dari kompresor memiliki suhu dan tekanan tinggi, ketika mengalir di dalam pipa kondensor, gas mengalami penurunan suhu hingga mencapai suhu kondensasi kemudian mengembun. Wujud gas berubah menjadi cair dengan suhu rendah sedangkan tekanannya tetap tinggi.

2.2.3. Katup Ekspansi

Komponen utama yang lain untuk mesin refrigerasi adalah katup ekspansi. Katup ekspansi ini dipergunakan untuk menurunkan tekanan dan untuk mengekspansikan secara adiabatik cairan yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sampai mencapai tingkat tekanan dan temperatur rendah, atau mengekspansikan refrigeran cair dari tekanan kondensasi ke tekanan evaporasi, refrigeran cair diinjeksikan keluar melalui orifice, refrigeran segera berubah menjadi kabut yang tekanan dan temperaturnya rendah. Selain itu, katup ekspansi juga sebagai alat kontrol refrigerasi yang berfungsi :

1. Mengatur jumlah refrigeran yang mengalir dari pipa cair menuju evaporator sesuai dengan laju penguapan pada evaporator.
2. Mempertahankan perbedaan tekanan antara kondensor dan evaporator agar penguapan pada evaporator berlangsung pada tekanan kerjanya.

2.2.4 Pipa Kapiler

Pipa kapiler adalah salah satu alat ekspansi. Alat ekspansi ini mempunyai dua kegunaan yaitu untuk menurunkan tekanan refrigeran cair dan untuk mengatur aliran refrigeran ke evaporator. Cairan refrigeran memasuki pipa kapiler tersebut dan mengalir sehingga tekanannya berkurang akibat dari gesekan dan percepatan refrigeran. Pipa kapiler hampir melayani semua sistem refrigerasi yang berukuran kecil, dan penggunaannya meluas hingga pada kapasitas refrigerasi 10 kw. Pipa kapiler mempunyai ukuran panjang 1 hingga 6 meter, dengan diameter dalam 0,5 sampai 2 mm (**Stoecker, 1996**).

Diameter dan panjang pipa kapiler ditetapkan berdasarkan kapasitas pendinginan, kondisi operasi dan jumlah refrigeran dari mesin refrigerasi yang bersangkutan. Konstruksi pipa kapiler sangat sederhana, sehingga jarang terjadi gangguan. Pada waktu kompresor berhenti bekerja, pipa

kapiler menghubungkan bagian tekanan tinggi dengan bagian tekanan rendah, sehingga menyamakan tekanannya dan memudahkan start berikutnya.

2.2.5 Evaporator

Evaporator adalah komponen pada sistem pendingin yang berfungsi sebagai penukar kalor, serta bertugas menguapkan refrigeran dalam sistem, sebelum dihisap oleh kompresor. Panas udara sekeliling diserap evaporator yang menyebabkan suhu udara sekeliling evaporator turun. Suhu udara yang rendah ini dipindahkan ketempat lain dengan jalan dihembus oleh kipas, yang menyebabkan terjadinya aliran udara. Ada beberapa macam evaporator, sesuai dengan tujuan penggunaannya dan bentuknya dapat berbeda-beda. Hal tersebut disebabkan karena media yang hendak didinginkan dapat berupa gas, cairan atau padat. Maka evaporator dapat dibagi menjadi beberapa golongan, sesuai dengan refrigeran yang ada di dalamnya, yaitu: jenis ekspansi kering, jenis setengah basah, jenis basah, dan sistem pompa cairan.

1) Jenis ekspansi kering.

Dalam jenis ekspansi kering, cairan refrigeran yang diekspansikan melalui katup ekspansi pada waktu masuk ke dalam evaporator sudah dalam keadaan campuran cair dan uap, sehingga keluar dari evaporator dalam keadaan uap air.

2) Evaporator jenis setengah basah.

Evaporator jenis setengah basah adalah evaporator dengan kondisi refrigeran diantara evaporator jenis ekspansi kering dan evaporator jenis basah. Dalam evaporator jenis ini, selalu terdapat refrigeran cair dalam pipa penguapnya.

3) Evaporator jenis basah.

Dalam evaporator jenis basah, sebagian besar dari evaporator terisi oleh cairan refrigeran.

Perpindahan Kalor di dalam Evaporator

Perpindahan panas yang terjadi pada evaporator adalah konveksi paksa yang terjadi di dalam dan di luar tabung serta konduksi pada tabungnya. Perpindahan panas total yang terjadi merupakan kombinasi dari ketiganya. Harga koefisien perpindahan panas menyeluruh dapat ditentukan dengan terlebih dahulu menghitung koefisien perpindahan kalor pada sisi refrigeran dan sisi udara yang telah dijelaskan sebelumnya. Selanjutnya koefisien perpindahan panas total dihitung berdasarkan luas permukaan dalam pipa dan berdasarkan luas permukaan luar pipa.

2.4 Refrigeran.

Pada umumnya refrigeran ialah suatu zat yang berupa cairan yang mengalir di refrigerator dan bersirkulasi melalui komponen fungsionalis untuk menghasilkan efek mendinginkan dengan cara menyerap panas melalui ekspansi dan evaporasi (penguapan). Kelompok refrigeran yang banyak digunakan dan mempunyai aspek lingkungan yang penting adalah refrigeran halokarbon, yaitu refrigeran dengan molekul yang memiliki atom-atom halogen (fluor atau khlor) dan karbon. Refrigeran halokarbon terbagi menjadi beberapa jenis sebagai berikut, (**Darmawan Ari Pasek, 2006**):

1. Refrigeran CFC (chlorofluorocarbon), yaitu refrigeran halokarbon dengan molekul yang terdiri dari atom-atom khlor (Cl), fluor (F), dan karbon (C). Contoh refrigeran ini yang cukup populer adalah refrigeran CFC-11 (trichlorofluoro-carbon, CFC13), CFC-12 (dichloro-difluoro-carbon CF₂Cl₂), dan lain-lain.
2. Refrigeran HCFC (hydrochlorofluorocarbon), yaitu refrigeran halokarbon dengan molekul yang terdiri dari atom-atom hidrogen (H), khlor (Cl),

fluor (F), dan karbon (C). Salah satu refrigeran ini yang populer adalah refrigeran HCFC- 22 (chloro-difluoro- metil, CHF₂Cl).

3. Refrigeran HFC (hydrofluorocarbon), yaitu refrigeran halokarbon dengan molekul yang terdiri dari atom - atom hidrogen (H), fluor (F), dan karbon (C). Salah satu contoh refrigeran ini yang populer adalah HFC- 134a (C₂H₂F₄). Refrigeran yang banyak dipakai oleh kendaraan sekarang ini adalah HFC 134a yang tidak mempunyai sifat perusak ozon dan juga tidak mengandung racun (karena tidak mengandung clor), HFC 134a kalau dilepaskan ke udara maka secara cepat akan menguap dengan menyerap panas dari udara sekitarnya. Air Conditioner mempertahankan kondisi suhu dan kelembaban udara dengan cara, pada suhu ruangan tinggi refrigeran akan menyerap panas dari udara sehingga suhu di dalam ruangan turun. Sebaliknya saat udara di dalam ruangan rendah refrigeran akan melepaskan panas ke udara sehingga suhu udara naik, oleh karena itu daur refrigerasi yang terpenting adalah daur kompresi uap yang digunakan didalam daur refrigerasi. Pada daur ini uap di tekan dan kemudian diembunkan menjadi cairan lalu tekanannya diturunkan agar cairan tersebut dapat menguap kembali.

Persyaratan refrigerant (zat pendingin) untuk sistem AC adalah sebagai berikut:

1. Tekanan penguapannya harus cukup tinggi. Sebaiknya refrigeran memiliki temperatur penguapan pada tekanan yang lebih tinggi, sehingga dapat dihindari kemungkinan terjadinya vakum pada evaporator, dan turunnya efisiensi volumetrik karena naiknya perbandingan kompresi.
2. Tekanan pengembunan yang tidak terlampau tinggi. Apabila tekanan pengembunannya rendah, maka perbandingan kompresinya menjadi lebih rendah sehingga penurunan prestasi kompresor dapat

dihindarkan. Selain itu, dengan tekanan kerja yang lebih rendah, mesin dapat bekerja lebih aman karena kemungkinan terjadinya kebocoran, kerusakan, ledakan menjadi lebih kecil.

3. Kalor laten penguapan harus tinggi. Refrigerant yang memiliki kalor laten penguapan yang tinggi lebih menguntungkan karena untuk kapasitas refrigerasi yang sama, jumlah refrigeran yang bersirkulasi menjadi lebih kecil.
4. Volume spesifik (terutama dalam fasa gas) yang cukup kecil. Refrigerant dengan kalor laten penguapan yang besar dan volume spesifik gas yang kecil akan memungkinkan penggunaan kompresor dengan volume torak yang lebih kecil.
5. Koefisien prestasi harus tinggi. Dari segi karakteristik termodinamika dari refrigerant, koefisien prestasi merupakan parameter yang terpenting untuk menekan biaya operasi.
6. Konduktifitas termal yang tinggi. Konduktivitas termal sangat penting untuk menentukan karakteristik perpindahan kalor.
7. Viskositas yang rendah dalam fasa cair maupun fasa gas. Dengan turunnya tahanan aliran refrigerant dalam pipa, kerugian tekanan akan berkurang.
8. Refrigerant tidak boleh beracun dan berbau merangsang.
9. Refrigerant tidak boleh mudah terbakar dan meledak.
10. Refrigerant harus mudah dideteksi, jika terjadi kebocoran.
11. Harganya tidak mahal dan mudah diperoleh.
12. Ramah lingkungan

Refrigeran musicool (MC-22) adalah refrigeran dengan bahan dasar hidrokarbon alam dan termasuk dalam kelompok refrigeran ramah lingkungan, dirancang sebagai alternative pengganti refrigeran sintetik kelompok halokarbon CFC R-12, HCFC R-22 dan HFC R-134a yang

masih memiliki potensi merusak alam. Pemakaian musicool (MC-22) pada sistem refrigerasi yang sebelumnya menggunakan refrigeran sintetis, tidak memerlukan penggantian komponen maupun pelumas, dengan kata lain bersifat “*Drop in Substitute*”, karena musicool tidak memiliki efek terhadap logam, desikan, pelumas, dan elastomer (kecuali elastomer berbahan dasar karet alam).

Kelebihan menggunakan musicool :

1. Ramah Lingkungan dan Nyaman, musicool tidak beracun, tidak membentuk gum, nyaman dan pelepasannya ke alam bebas tidak akan merusak lapisan ozon dan tidak menimbulkan efek pemanasan global. Hidrokarbon tidak menyebabkan kerusakan ozon dan pemanasan global karena ODP yang dimiliki nol dan GWP-nya kecil.
2. Hemat Energi, musicool mempunyai sifat termodinamika yang lebih baik sehingga dapat menghemat pemakaian energi hingga 25% dibanding dengan refrigeran fluorocarbon pada kapasitas mesin pendingin yang sama.
3. Lebih Irit, musicool memiliki sifat kerapatan yang rendah sehingga hanya memerlukan sekitar 30% dari penggunaan refrigeran fluorocarbon pada kapasitas mesin pendingin yang sama.
4. Pengganti Untuk Semua, musicool dapat menggantikan refrigeran yang digunakan selama ini tanpa mengubah atau mengganti komponen maupun pelumas.
5. Produk dalam negeri (Pertamina), bahan baku banyak, dan Supply terjamin karena hidrokarbon tersedia diseluruh dunia tanpa hakpaten, sehingga diproduksi secara bebas di negara manapun termasuk Indonesia, tidak seperti refrigeran sintetis yang hanya diproduksi oleh perusahaan tertentu (Kurniawan, Sasongko, 2013).

2.5. Retrofitting

Retrofitting adalah proses mengganti refrigeran pada mesin pendingin dengan jenis refrigeran yang berbeda karena segi bahan kimia yang membentuknya serta karakteristik lainnya. Pada proses retrofit dilakukan beberapa hal yaitu pengambilan data awal dan pengecekan kinerja kemudian recovery (pengambilan refrigeran lama), selanjutnya pemvakuman sistem, pengisian refrigeran dan pemeriksaan kinerja akhir setelah retrofit.

Sebelum kita melakukan pergantian refrigeran perlu diketahui terlebih dahulu prosedur umum bekerja dengan hidrokarbon:

1. Selalu bekerja pada ruangan berventilasi.
2. Dilarang merokok saat bekerja.
3. Hindari percikan api dalam radius dari daerah pengisian atau pembuangan.
4. Menonaktifkan saklar listrik.
5. Siapkan pemadam kebakaran manual.
6. Gunakan sarung tangan dan kacamata saat penggantian refrigerant.

Adapun beberapa prosedur yang harus diperhatikan pada saat melakukan retrofit dengan menggunakan refrigeran hidrokarbon sebagai berikut:

1. Usahakan memperhatikan prosedur umum saat bekerja hidrokarbon.
2. Lakukan pemeriksaan fisik terlebih dahulu.
3. Lakukan pemeriksaan fungsi komponen (catat performansi jika dibutuhkan).
4. Lakukan pemeriksaan terhadap instalasi listrik seperti isolasi dan sambungan kabel.
5. Lakukan pengembalian kembali (*recovery*) refrigeran CFC.
6. Pemvakuman sistem (**Rifai, 2014**).

Proses Pemvakuman:

- Siapkan *charging manifold* hubungkan saluran pengisian pada kompresor pada sisi tekanan (*low*) *charging manifold*, bagian tengah *charging manifold* dihubungkan dengan pompa vakum. Pada bagian saluran keluar pompa vakum dihubungkan dengan selang yang dicelupkan kedalam wadah berisi air.
- Buka kran tekanan rendah, biasanya pada alat tertulis *low charging manifold*, kemudian nyalakan pompa vakum.
- Biarkan beberapa saat sampai skala petunjuk tekanan rendah (*low*) menunjukkan vakum 30 In HG.
- Matikan vakum, kemudian tutup kran tekanan rendah (*low*)
- Lepaskan selang bagian tengah *charging manifold* yang menghubungkan ke pompa vakum. Selanjutnya hubungkan selang tersebut ke tabung refrigeran.
- Buka kran tabung refrigeran. Setelah refrigeran masuk dalam sistem dan *charging manifold* menunjukkan tekanan 10 Psi, tutup kran refrigeran.
- Nyalakan kompresor AC agar refrigeran menyebar ke sistem pendingin dan mendorong udara sisa keluar dari sistem.
- Setelah 5 menit matikan kompresor.
- Lepas selang *charging manifold* yang menghubungkan ke tabung refrigeran, kemudian hubungkan kembali selang tersebut ke pompa vakum.
- Buka kran tekanan rendah (*low*), kemudian nyalakan kembali pompa vakum.
- Saat *charging manifold* menunjukkan 30 In Hg, tutup kran *low* dan matikan pompa vakum.

- Lepaskan selang tengah *charging manifold* yang menghubungkan ke pompa vakum. Hubungkan kembali selang tersebut dengan tabung refrigeran dan dilanjutkan dengan pengisian refrigeran.

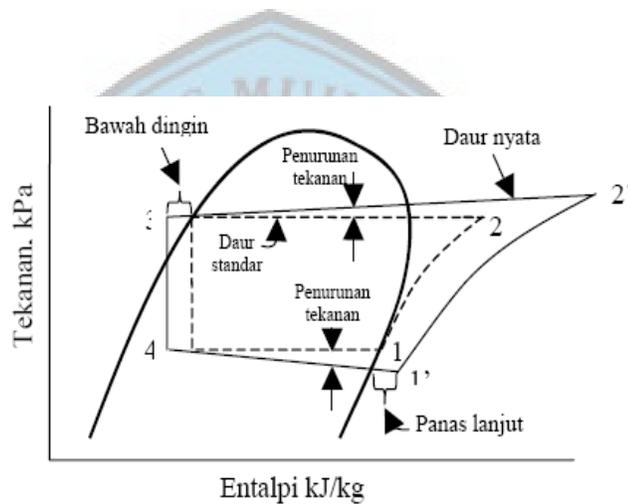
Proses pengisian refrigeran:

- Hidupkan mesin
- Buka tutup saluran pengisian pada bagian outdoor
- Tutup keran *charging manifold* pada sisi tekanan rendah (sebelah kiri), kemudian pasang selang pengisian (berwarna biru) *charging manifold* ke saluran pengisian refrigeran, dan selang tengah *charging manifold* (berwarna kuning) dihubungkan ke tabung refrigeran.
- Buka keran tabung refrigeran secara perlahan.
- Tunggu beberapa saat. Perhatikan nilai atau skala yang ditunjukkan jarum *charging manifold*. Lakukan pengisian refrigeran dengan membuka keran tekanan rendah (low) *charging manifold* secara perlahan. Tunggu beberapa saat, kemudian tutup kembali keran tekanan rendah (low) *charging manifold*.
- Lakukan secara berulang-ulang sampai tekanan sistem sesuai dengan tekanan standar AC.
- Periksa arus listrik yang melewati kompresor dengan menggunakan tang ampere. Bandingkan nilai arus listrik yang melewati kompresor dengan tekanan sistem. Kerana berbanding lurus, penambahan tekanan sistem akan berpengaruh pada besar arus listrik yang melewati kompresor. Jadi, hasil pengukuran arus listrik bisa dijadikan patokan ketika mengisi refrigeran atau sebaliknya.

2.6. Prestasi Daur kompresi Uap Standar

Diagram entalpi-tekanan dapat mengetahui berasaran dalam daur kompresi uap, seperti kerja kompresi, laju pengeluaran kalor, dampak

refrigerasi, koefisien prestasi (CoP), laju alir massa untuk setiap kilowatt refrigerasi. Kerja kompresi adalah perubahan entalpi pada proses 1-2 dalam gambar 1, atau h_1-h_2 . Hubungan ini diturunkan dari persamaan aliran energi yang mantap (*steady flow energy*) $h_1 + q = h_2 + w$ dengan perubahan energi kinetik dan potensial diabaikan, karena dalam kompresi diabatik perpindahan kalor q nilainya nol, kerja w sama dengan h_1-h_2 . Perbedaan entalpi merupakan besaran negatif, yang menunjukkan bahwa kerja diberikan pada sistem.



Gambar 2.3. Dasar kompresi uap standar dalam diagram tekanan-entalpi

Keterangan :

1-2: Kompresi reversible adiabatik dari uap jenuh.

2-3: Pembangunan panas pada tekanan konstan secara *reversible desuperheating* dan kondensasi.

3-4: Ekspansi *irreversible* pada entalpi konstan dari cair jenuh ke tekanan evaporatif.

4-1: Penyerapan panas *reversible* pada tekanan konstan untuk penguapan ke uap jenuh.

Pelepasan kalor dalam kJ/kg adalah perpindahan kalor dari refrigeran pada proses 2-3., yaitu h_2-h_3 . Ini berasal dari persamaan aliran energi yang

mantap, dimana energi kinetik, energi potensial, dan kerja dikeluarkan. Harga h_3-h_2 negatif menunjukkan kalor dikeluarkan dari refrigeran. Nilai pelepasan kalor diperlukan untuk merancang kondensor, dan untuk menghitung besarnya aliran cairan pendingin kondensor. Dampak refrigerasi dalam kJ/kg adalah kalor yang dipindahkan pada proses merupakan tujuan utama dari seluruh sistem.

Koefisien prestasi dari daur kompresi uap standar adalah laju kalor yang diserap dari media yang diinginkan dibagi dengan kerja kompresi:

$$\text{Koefisien prestasi} = \text{CoPR} = \frac{q_L}{W_{net,in}}$$

Laju alir volume dihitung pada bagian masuk kompresor, atau titik keadaan 1. Laju alir volume merupakan petunjuk kasar ukuran fisik kompresor. Semakin besar laju tersebut, semakin besar volume langkah kompresor, dalam ukuran meterkubik perdetik. Daya untuk setiap kilowatt refrigerasi merupakan kebalikan dari koefisien prestasi, dan suatu sistem refrigerasi yang efisien akan memiliki nilai per-kilowatt refrigerasi yang rendah, tetapi mempunyai koefisien prestasi yang tinggi. Persamaan yang berkaitan dengan refrigerant adalah:

- (a) Dampak refrigerasi = $h_1 - h_4$
- (b) Kerja kompresi per-kilogram = (h_2-h_1)
- (c) Laju pendaaran refrigerant, laju alir (m) = $\frac{\text{Kapasitas Refrigerasi}}{h_1-h_4}$
- (d) Laju kalor yang diserap dari media yang diinginkan:

$$Q_L = m (h_1-h_4)$$

h_1-h_4 = dari tabel refrigeran

Daya Kompresor:

$$W_{in} = m(h_2-h_1)$$

(h_2-h_1) = dari tabel refrigeran

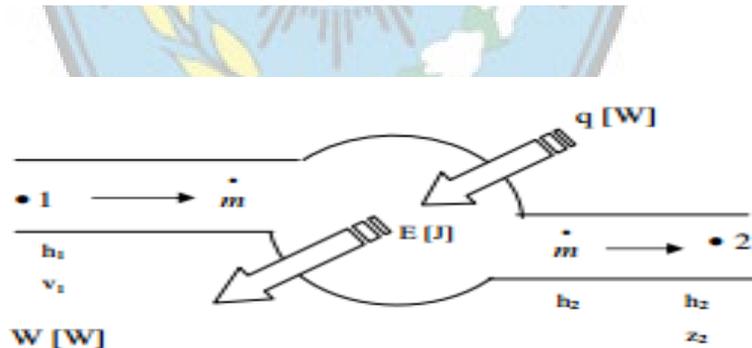
- (e) *Coefficient Of Performance:*

$$\text{CoPR} = \frac{q_L}{W_{net,in}} \text{ (Muzaki dan Rifky, 2013).}$$

2.7. Persamaan Energi Aliran Steady

Di dalam kebanyakan sistem refrigerasi. Laju aliran massa tidak berubah dari waktu ke waktu (kalaupun ada hanya perubahan kecil), karena itu laju aliran dapat steady. Didalam sistem yang dilukiskan secara simbolis dalam gambar 2.4. Keseimbangan energinya dapat dinyatakan sebagai berikut : besarnya energi yang masuk bersama aliran dititik 1 ditambah dengan besarnya energi yang ditambahkan berupa kalor dikurangi dengan besarnya energi yang ditambahkan berupa kalor dikurangi dengan besarnya energi yang meninggalkan sistem pada titik 2 sama dengan besarnya perubahan energi didalam volume kendali. Ungkapan matematik untuk keseimbangan energi ini adalah dirumuskan seperti pada persamaan 2.1 (Stoecker, wilbert F, 1992)

$$\dot{m} \left[h_1 + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right] + \dot{q} - \dot{m} \left[h_2 + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right] - \dot{W} = \frac{dE}{d\theta}$$



Gambar 2.4. keseimbangan energi pada seluruh volume atur yang sedang mengalami laju aliran steady

Dimana : \dot{m} = Laju aliran massa refrigera (kg/s)
 h = Entalpi (J/kg)

- v = Kesecepatan (m/s)
- z = Ketinggian (m)
- g = Percepatan grafitasi = 9,81 m/s²
- Q = Laju aliran energi dalam bentuk kerja (W)
- W = Laju aliran energi dalam bentuk kerja (W)
- E = Energi dalam sistem

2.8. Konsumsi Energi

Konsumsi energi adalah konsumsi energi yang dibutuhkan selama pengoperasian sistem berlangsung.

$$W_{com} = VI_1 \cos \Phi$$

$$W_{pompa} = VI_2 \cos \Phi$$

Dimana :

$$W_{com} = \text{Daya Kompresor (watt)}$$

$$W_{pompa} = \text{Daya pompa (watt)}$$

$$V = \text{Tegangan (volt)}$$

$$I_1 = \text{Kuat Arus kompresor (Ampere)}$$

$$I_2 = \text{Kuat arus pompa (Ampere)}$$

$$\cos \Phi = 0,85 \text{ (Negara, dkk, 2010).}$$

2.8 Biaya energi

Biaya energi dihitung berdasarkan peralatan listrik yang dioperasikan sebagai berikut (Baso Muklis,2010) :

- Jumlah peralatan
- Beban operasi (kW)
- Lamanya operasi per hari (Jam)
- Hari kerja per tahun (hari)
- Biaya energi (Rp/kWh)

Cara cepat untuk menghitung biaya energi suatu fasilitas/peralatan energi adalah sebagai berikut (Parlindungan,2005) :

<http://lib.unimus.ac.id>

Biaya Energi = Jumlah Peralatan x Beban (kW) x Jam operasi perhari x hari kerja per tahun x Biaya energi (Rp/tahun).



BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Analisa kinerja AC split 2 PK dengan refrigeran R-410 A dan MC-22 dengan terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan, diawali dengan start kemudian melakukan studi pustaka untuk persiapan penelitian. Data-data yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini:

1. Data dari hasil pengujian

Data diperoleh dari hasil pengujian alat praktikum AC Split Daikin 2 PK dengan refrigeran R410A dan MC-22.

2. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memperdalam bidang penelitian, studi penelitian juga digunakan untuk membandingkan hasil penelitian atau mengembangkan penelitian.

3. Variable Penelitian

Refrigeran hidrocarbon guna melengkapi data-data yang dibutuhkan.

3.2. Prinsip Kerja Peralatan

Unit pendingin (refrigerator) yang digunakan merupakan pendingin ruangan type split, Pada mesin ini udara dalam ruang refrigerasi didinginkan ketika melewati koil pendingin pada evaporator dan terjadi perpindahan kalor dari udara yang melintas dengan refrigeran yang mengalir di dalam pipa evaporator, kalor udara akan diserap oleh refrigeran sehingga refrigeran mengalami penguapan. Uap refrigeran dari evaporator mengalir dan dihisap oleh kompresor. Dari kompresor uap yang bertekanan dan bersuhu tinggi mengalir menuju kondensor. Di dalam kondensor uap refrigeran didinginkan oleh udara yang melintasi koil sehingga borkondensi. Refrigeran cair akan kembali ke evaporator setelah melewati pipa kapiler. Pipa

kapiler berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigeran, sehingga di dalam evaporator dapat menguap pada suhu yang cukup rendah.

3.3. Peralatan Pengujian

Dalam pengujian ini membutuhkan peralatan utama maupun alat bantu guna mendorong kesuksesan dalam pengujian, adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian sebagai berikut (Anam, 2016):

3.3.1 AC Split Daikin 2 PK

Ac Split Daikin 2 PK adalah peralatan utama dalam pengujian, adapun spesifikasi Ac tersebut seperti tabel 3.1

No.	Deskripsi	Data
1.	Merk	: DAIKIN
2.	Model	: RNE50MV14
3.	Kapasitas	: 2 PK
4.	Catu daya	: 220 – 240 V / 50 Hz
5.	Arus Maksimum	: 10 A
6.	Daya Maksimum	: 5,2 KW
7.	Refrigeran	: R-410A
8.	Jumlah <i>refrigerant</i>	: 0,9 Kg
9.	Tahun Pembuatan	: Desember, 2014

Tabel 3.1 Spesifikasi Ac Split Daikin 2 PK



Gambar 3.1 Instalasi AC Split Daikin 2 PK

3.3.2. Pompa Vakum



Gambar 3.2 Pompa Vakum

Pompa vakum adalah alat yang digunakan untuk mengosongkan refrigeran dari sistem pendingin sehingga dapat menghilangkan gas-gas yang tidak terkondensasi seperti udara dan uap air.

3.3.3. Charging Manifold



Gambar 3.3 Charging Manifold

Cahrging Manifold adalah alat yang digunakan untuk mengisi atau membuang refrigeran di dalam sistem pendingin.

3.3.4. Tang Ampere



Gambar 3.4 Tang Ampere

Tang ampere adalah alat yang digunakan untuk mengukur arus listrik pada rangkaian listrik.

3.3.5. Thermometer Digital



<http://lib.unimus.ac.id>

Gambar 3.5 Thermometer Digital

Thermometer Ruang adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu pada blower evaporator.

3.3.6. Kunci Inggris



Gambar 3.6 Kunci inggris

Kunci Inggris adalah alat yang digunakan untuk memasang atau melepas mur dan baut.

3.3.7. Tubbing Cutter



Gambar 3.7 Tubbing Cutter

Tubbing Cutter adalah alat yang digunakan untuk pipa tembaga dengan diameter kecil.

3.3.8. Test Pen



Gambar 3.8 Testpen

Testpen adalah alat yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya arus pada instalasi listrik.

3.3.9. Kunci Pas



Gambar 3.9 Kunci Pas

Kunci Pas adalah alat yang digunakan untuk melepas atau memasang mur atau baut.

3.3.10. Kunci L



Gambar 3.10 Kunci L

Kunci L adalah alat yang digunakan untuk membuka baut berkepala persegi enam yang menjorok kedalaman.

3.3.11. Tang

<http://lib.unimus.ac.id>



Gambar 3.11 Tang

Tang adalah sebuah alat ayang digunakan untuk menjepit, memotong atau memegang komponen yang sulit atau bahkan yangg berbahaya apabila disentuh.

3.3.12. Obeng



Gambar 3.12 Obeng

Obeng adalah alat yang dignakan untuk membuka atau mengncangkan Mur. Obeng yang sering digunakan adalah jenis kepala Min (-) dan Plus (+).

3.3.13 Timbangan

<http://lib.unimus.ac.id>



Gambar 3.14 Timbangan

Timbangan adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda. Dalam penelitian ini timbangan digunakan untuk mengetahui berapakah refrigeran yang masuk ke dalam alat uji baik R410A maupun MC-22.

3.3.14. Refrigeran

Refrigeran adalah zat yang mengalir dalam mesin pendingin (refrigerasi) atau mesin pengkondisian udara (AC). Zat ini berfungsi untuk menyerap panas dari benda atau udara yang didinginkan dan membawanya kemudian membuangnya ke udara sekeliling diluar benda/ruangan yang didinginkan. Refrigeran yang digunakan dalam penelitian ini adalah refrigeran R 410 A dan MC-22 dapat dilihat seperti Gambar 3.2



Gambar 3.15 Refrigeran MC-22 dan R-410A

3.4. Prosedur Pengujian

Untuk mengoperasikan alat pengujian ini perlu dilakukan tahapan-tahapan yang sesuai agar tidak terjadi kesalahan yang dapat mengakibatkan komponen dan peralatan menjadi rusak atau tidak bisa dipakai lagi serta untuk mendapatkan data yang diharapkan. Tahapan-tahapan yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

3.4.1. Persiapan Sebelum Pengujian

3.4.1.1. Menguji Kebocoran Peralatan

- Hubungkan katup manifold (dengan alat pengukur tekanan) dan tabung gas nitrogen kering ke gerbang service dengan selang pemasok.
- Beri tekanan pada sistem sejumlah tidak lebih dari 150 psig. Selanjutnya lakukan uji coba kebocoran dengan menggunakan busa sabun cair.
- Lakukan uji kebocoran di semua sambungan pipa/selang dan pada katup servis untuk saluran gas dan saluran cairan. Jika muncul bisa artinya ada kebocoran, kemudian bersihkan busa sabun dengan lap bersih.
- Setelah kebocoran diatasi, lepaskan tekanan nitrogen dengan melonggarkan selang pemasok. Setelah tekanan sistem AC kembali normal, lepaskan selang pemasok dari tabung gas.

3.4.1.2. Pembersihan Peralatan

Sebelum peralatan uji digunakan untuk pengujian dengan menggunakan fluida kerja yang baru maka peralatan dibersihkan dari sisa-sisa

fluida kerja. Hal ini dimaksudkan agar sistem dengan fluida kerja baru dapat bekerja secara maksimal.

Langkah-langkah pembersihan peralatan sebagai berikut:

- Refrigeran lama dibuang dari instalasi dengan membuka saluran discharge kompresor.
- Setelah refrigeran habis terbuang semua dari sistem kemudian sistem di vakum.
- Peralatan uji di test kebocoran, caranya sama dengan yang menggunakan refrigeran lama.
- Setelah terbukti tidak ada lagi kebocoran dan proses pemvakuman sudah cukup, maka dilakukan penambahan oli kompresor secukupnya.
- Kemudian refrigeran baru dimasukkan ke instalasi.

3.4.1.3. Pemeriksaan Sebelum Pengujian

- Memastikan bahwa saklar dalam posisi mati.
- Memastikan semua pipa-pipa dan kabel-kabel telah diisolasi dengan rapi dan tidak ada isolasi yang terbuka.
- Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dalam pengambilan data yaitu ampermeter, voltmeter, thermometer, stopwatch, lembaran kertas untuk mengambil data.
- Sebelum dilakukan pengujian, semua alat ukur harus dikalibrasi terlebih dahulu.

3.4.1.4. Menjalankan Mesin

- Merangkai hubungan listrik, regulator dan sumber listrik serta merangkai kabel untuk regulator dengan pengujian.
- Menghubungkan kabel listrik dengan sumber listrik fase (PLN)
- Menghidupkan kompresor dan fan dengan menekan saklar pada posisi On.

3.4.1.5. Cara Mengisi Refrigeran

<http://lib.unimus.ac.id>

- Memvakumkan Udara yang ada diinstalasi sebelum melakukan pengisian refrigeran dengan menggunakan pompa.
- Menimbang massa refrigeran sesuai yang digunakan yaitu untuk refrigeran R 410 A adalah 900 gram dan untuk refrigeran MC-22 adalah 430 gram atau sampai menunjukkan tekan suction 68 Psia.
- Pada eksperimen R 410 A cara pengisian refrigeran ke alat pengujian yaitu dengan menjalankan alat sehingga refrigeran masuk dari tabung yang diletakkan diatas timbangan melalui selang ke instalasi melalui jalur hisap sampai kondisi yang diinginkan dengan melihat volume refrigeran yang masuk ke instalasi.

3.3.1.6. Prosedur Pengambilan Data Pengujian

- Pengujian yang pertama dilakukan pada refrigeran R 410 A.
- Mengukur arus listrik dengan alat ukur tang ampermeter pada pukul 09.00, 12.00 dan 15.00.
- Mengukur suhu evaporator dengan thermometer digital pada pukul 09.00, 12.00 dan 15.00.
- Mencatat data awal pengujian.
- Setelah data pengujian refrigeran R 410 A selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan pengambilan data refrigeran MC-22. Sebelumnya dilakukan proses retrofitting terlebih dahulu yaitu mengganti refrigeran R 410 A ke refrigeran MC-22, prosedur retrofitting ada di BAB II.
- Pengambilan data refrigeran MC-22 juga dilakukan dengan cara yang sama seperti pada saat pengambilan data pengujian R 410 A.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan penelitian sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Secara akumulatif terjadi perolehan penghematan listrik (efisiensi listrik) pada unit mesin AC Split Daikin setelah menggunakan hidrokarbon MC-22 sebesar 19,51%.
2. Perolehan performa suhu MUSIcool MC-22 lebih dingin 0,2⁰C dari performa suhu temperatur refrigeran R-410.

5.2. Saran

1. Sebelum melakukan pengujian hendaknya dipastikan bahwa sistem dalam keadaan baik dan tidak terjadi kebocoran pada sistem.
2. Untuk mesin pendingin yang sudah menggunakan MC- 22 hendaknya diberi tanda yang memberikan informasi bahwa sistem tersebut telah menggunakan MC-22 sebagai refigeran.

DAFTAR PUSTAKA

- Komang Metty Trisna Negara, Hendra Wijaksana, Nengah Suarnadwipa, Made Sucipta.,** 2010, “Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage,”. Bali Universitas Udayana
- Andi Pramana.,** 2014, “Unjuk Kerja Ac Mobil Dengan LPG-CO2 Pada Berbagai Beban Pendinginan,”. Malang Universitas Brawijaya
- Putut Jatmiko Dwi Prasetyo dan Vendi Setiawan.,** 2013, “ Rancang Bangun Car Air Conditioner Installation Maintenance Trainer,”. Kediri Politeknik Kediri
- Pasek, D. A dan Suryawan.,** 2006, “Modul Pelatihan Untuk Teknisi Bengkel AC Mobil,”. Jakarta Lingkungan Hidup
- Dadang Edy Kurniawan., Mega Nur Sasongko.,** 2013, “Pengaruh Penambahan Subcooling Terhadap Unjuk kerja mesin Pendingin Dengan Refrigeran Musicool (MC-22),”. Malang Universitas Brawijaya
- Stoecker, W.F & Jerold W. Jones.,** 1992, “Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Edisi II. Terjemahan Supratman Hara,”. Jakarta, Erlangga
- Achmad Rifai.,** 2014, “Analisa Kinerja AC split TCL $\frac{3}{4}$ PK Menggunakan Refrigeran R-22 dan MC 22 Melalui Proses Retrofit Pada Variasi Tekanan Refrigeran Dengan Pembebanan Lampu 150W,”. Semarang Universitas Muhammadiyah Semarang
- Mohammad Arfan Muakkir dan Rifky.,** 2013, “ Perbandingan Koefisien Prestasi (COP) Pada Refrigerator Dengan Refrigeran CFC dan HC R134a untuk Panjang Pipa Kapiler yang Berbeda,”. Jakarta Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
- Baso Muklis.,**2010, “Evaluasi Faktor Kebutuhan Listrik UNTAD Untuk Mengetahui Proporsi Listrik Yang Digunakan Dari Daya Yang Tersedia Melalui Audit Energi,”. Palu Universitas Tadulako

<http://www.accuweather.com/id/id/semarang/208981/month/208981?monyr=10/01/2015>

<http://lib.unimus.ac.id>

PERBANDINGAN PENGGUNAAN REFRIGERAN R-410A DAN MUSICOOL-22 MELALUI PROSES RETROFIT PADA AC MERK DAIKIN 2 PK

Ahmad Najmul Anam¹⁾, Samsudi Raharjo²⁾, Rubijanto Juni Pribadi³⁾

ABSTRAK

Teknik pengkondisian udara untuk mengatur suhu, sirkulasi, kelembaban dan kebersihan udara didalam ruangan. Pengkondisian udara (Air Conditioner) mempertahankan kondisi udara didalam sehingga penghuni ruangan menjadi nyaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan efisiensi penggunaan refrigerant R-410A dan MC-22 pada AC split merk Daikin 2 PK dengan metode retrofit. Hasil yang didapatkan selama pengujian menunjukkan penggunaan refrigeran MUSIcool 22 lebih hemat listrik 19,51 % dibandingkan dengan penggunaan refrigeran R-410 A dan Peforma suhu MUSIcool 22 lebih dingin 0,5⁰C dari peforma suhu refrigeran R-410A.

Kata Kunci: R-410A, MUSIcool-22, Retrofit, Suhu

COMPARATIVE USE OF REFRIGERANT R-410 A AND MUSICOOL-22 WITH RETROFIT PROCESS ON DAIKIN AC 2 PK

Ahmad Najmul Anam¹⁾, Samsudi Raharjo²⁾, Rubijanto Juni Pribadi³⁾

ABSTRACT

Mechanical air conditioning to regulate the temperature, circulation, humidity and cleanliness of the air inside the room. Air conditioning (Air Conditioner) maintaining the condition of the air inside so that the occupants of the room to be comfortable. The purpose of this study was to compare the efficiency of the use of refrigerant R - 410A and MC - 22 at the brand split air conditioners Daikin 2 PK with retrofit methods. The results obtained during the test indicates the use of refrigerants MUSIcool-22 more efficient 19.51 % compared with the use of refrigerant R - 410 A and Performance temperatures MUSIcool-22 colder 0,5⁰C of Performance temperature refrigerant R - 410A.

Keywords: R-410A, MUSIcool-22, Retrofit, Temperature

PENDAHULUAN

Perkembangan sistem pengkondisian udara telah berkembang secara pesat, dikarenakan manusia membutuhkan suatu kondisi udara yang nyaman dalam ruangan. Ini dibuktikan dengan adanya banyak industri, perkantoran, perumahan maupun kendaraan yang dilengkapi dengan air conditioner (AC) yang bertujuan untuk mengondisikan dan menyegarkan udara ruangan. Mesin pendingin merupakan mesin konversi energi yang digunakan untuk memindahkan panas dari temperatur rendah ke temperatur tinggi dengan cara menambahkan kerja dari luar. Mesin pendingin merupakan peralatan yang digunakan dalam proses pendinginan suatu fluida sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang diinginkan, dengan jalan menyerap panas dari suatu reservoir dingin dan diberikan ke suatu reservoir

panas. Komponen utama dari sistem refrigerasi adalah kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator (**Pramana,2014**).

Refrigerasi adalah suatu usaha untuk mencapai atau memperoleh dan menjaga temperatur lebih rendah dari temperatur atmosfer lingkungan atau sama dengan memindahkan panas dari temperatur rendah ke temperatur tinggi dengan melakukan kerja terhadap system (**Negara dkk.,2010**). Refrigeran adalah media pembawa kalor yang mudah berubah bentuk dari cair ke gas atau sebaliknya dengan menyerap dan melepas kalor yang digunakan dalam siklus mesin pendingin (**Pramana,2014**).

Dalam penelitian ini penulis mencoba menganalisa efisiensi penggunaan refrigeran jenis MC-22 sebagai refrigeran alternatif pengganti refrigeran R 410 A pada AC merk Daikin 2 PK.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dengan menganalisa kinerja AC split 2 PK dengan refrigeran R-410 A dan MC-22 dengan terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan, diawali dengan start kemudian melakukan studi pustaka untuk persiapan penelitian. Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data dari hasil pengujian yaitu alat praktikum AC Split Daikin 2 PK dengan refrigeran R410A dan MC-22, studi literature yang digunakan untuk memperdalam hasil dari penelitian, dan variable penelitian.

Prinsip kerja peralatan dalam penelitian ini adalah Unit pendingin (refrigerator) yang digunakan merupakan pendingin ruangan type split, Pada mesin ini udara dalam ruang refrigerasi didinginkan ketika melewati koil pendingin pada evaporator dan terjadi perpindahan kalor dari udara yang melintas dengan refrigeran yang mengalir di dalam pipa evaporator, kalor udara akan diserap oleh refrigeran sehingga refrigeran mengalami penguapan. Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah AC Split Daikin 2 PK, Pompa Vakum, Charging Manifold, Tang Ampere, Thermometer Digital, Kunci Inggris, Tubbing Cutter, Test Pen, Kunci Pas, Kunci L, Tang, Obeng, Timbangan dan Refrigeran.

Prosedur pengujian melalui tahapan-tahapan sebagai berikut : persiapan sebelum pengujian dengan menguji kebocoran peralatan, pembersihan peralatan,

pemeriksaan sebelum pengujian, menjalankan mesin, cara mengisi refrigerant, prosedur pengambilan data pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan efektifitas alat pengkondisian ruangan (*Air Conditioner*) tipe split Daikin 2 PK dengan menggunakan dua refrigeran R-410 A dan refrigeran MC-22.

NO	JENIS PENGUKURAN	Refrigeran R-410A	Refrigerant MC-22	Saving Energi
1	ISI REFRIGERAN	900 gram	430 gram	1,6 A (19,51%)
2	TEKANAN SUCTION	80 Psi	80 Psi	
4	ARUS listrik yang akan dihitung	8,2 Ampere	6,6 Ampere	

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Refrigeran R 410 A dan MC-22

Asumsi Penggunaan AC Split 2 PK Merk Daikin selama satu tahun dengan pemakaian 8 jam perhari dan tarif dasar listrik untuk 66.000 VA sebesar Rp. 1.409,16/KWH. Perhitungan pada penggunaan Refrigeran R-410 A. Biaya dalam satu hari = jumlah kwh x Jumlah Jam x Tarif Dasar Listrik = 1,804 x 8 x 1.409,16 = Rp. 20.336,99/ hari. Biaya dalam satu bulan = 20.336,99 x 20 hari = Rp. 406.739,8/ bulan. Perhitungan pada penggunaan Refrigeran MC-22. Biaya dalam satu hari = jumlah kwh x Jumlah Jam x Tarif Dasar Listrik = 1,452 x 8 x 1.409,16 = Rp. 16.368,80/ hari. Biaya dalam satu bulan = 24.553,2 x 20 hari = Rp. 327.376/ bulan. Penghematan dalam rupiah selama satu bulan = biaya R-410 A – Biaya MC-22 Rp. 406.739,8 – Rp 327.376 = Rp. 79.363,8 / 19,51%. Biaya penggunaan refrigeran R-410A selama satu tahun Rp. 406.739,8 X 12 Bulan Rp. 4.880.887,6,-. Biaya penggunaan refrigeran MC-22 selama satu tahun = Rp. 327.376 x 12 bulan =Rp. 3.928.512,-. Penghematan dalam rupiah selama satu tahun = 4.880.887,6 – 3.928.512,- = Rp. 952.375,6 ,- atau 19,51%.

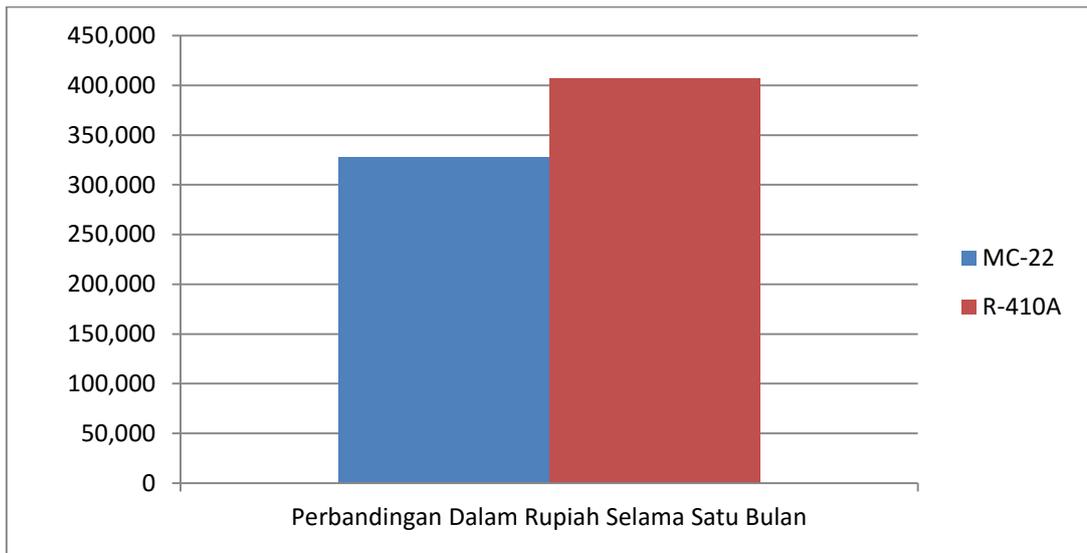


Figure 4.2 Perbandingan dalam rupiah selama satu bulan

Dari Figure 4.2 dapat diketahui bahwa pemakaian AC Daikin 8 jam sehari dan 5 hari seminggu selama satu bulan menggunakan refrigeran R-410 A sebesar Rp. 406.739,8,- dan apabila menggunakan refrigeran MC-22 sebesar Rp. 327.376,- selisih Rp. 79.363,-



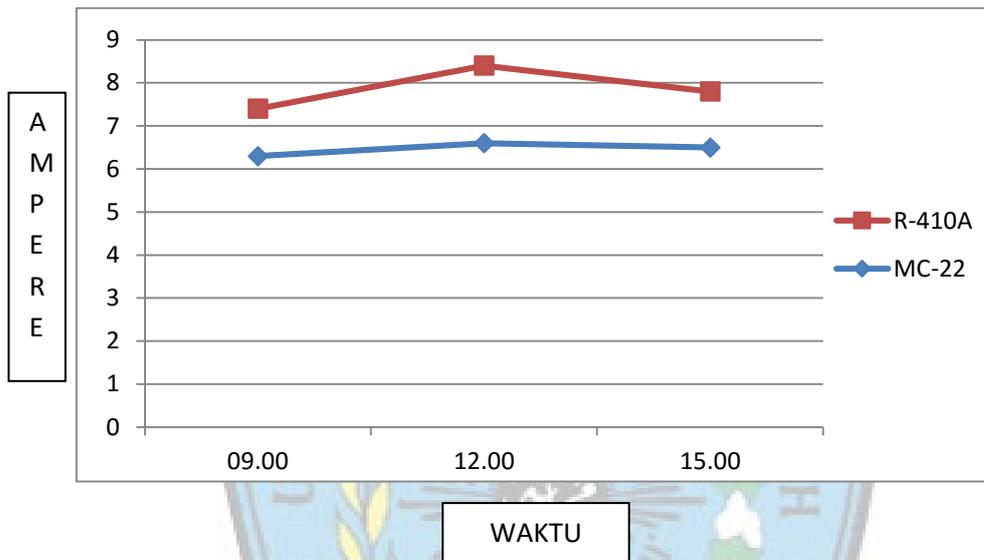
Figure 4.3 Perbandingan dalam rupiah selama satu tahun.

Dari Figure 4.2 dapat diketahui bahwa pemakaian AC Daikin 8 jam sehari dan 5 hari seminggu selama satu tahun apabila menggunakan refrigeran R-410 A sebesar Rp. 4.880.887,6,- dan apabila menggunakan refrigeran MC-22 sebesar Rp. 3.928.512,- selisih Rp. 952.375,6,-

NO	Waktu	Ampere	Suhu Blower Evaporator

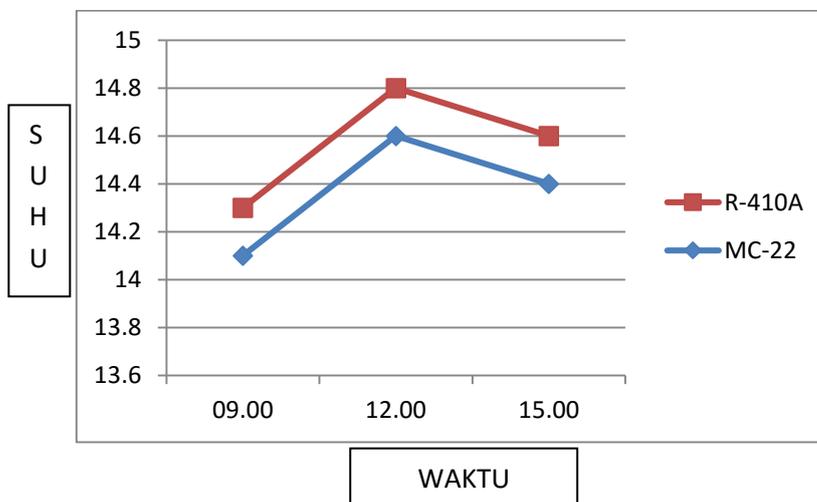
		R-410A	MC-22	R-410A	MC-22
1	09.00	7,4	6,3	14,3	14,1
2	12.00	8,2	6,6	14,8	14,6
3	15.00	7,8	6,5	14,6	14,4

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Refrigeran R-410A dan MC-22



Grafik 4.1 Grafik Perbandingan arus listrik Refrigeran R-410A dengan MC-22

Dari Grafik 4.1 menunjukkan bahwa arus listrik refrigeran R-410A dan MC-22 pada waktu 09.00, 12.00 dan 15.00 adalah: R-410 A = 7,4 Ampere, 8,2 Ampere, 7,8 Ampere. MC-22 = 6,3 Ampere, 6,6 Ampere, 6,5 Ampere. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa refrigeran MC 22 membutuhkan arus yang lebih rendah dalam pengoperasian sistem dibandingkan R-410A.



Grafik 4.2 Grafik perbandingan suhu blower evaporator refrigeran R-410 A dengan
MC-22

Dari Grafik 4.1 menunjukkan bahwa suhu blower evaporator R-410A dan MC-22 pada waktu 09.00, 12.00 dan 15.00 adalah: R-410 A = 14,3⁰C, 14,8⁰C, 14,6⁰C. MC-22 = 14,1⁰C, 14,6⁰C, 14,4⁰C. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa refrigeran MC 22 mampu menghasilkan suhu lebih rendah dibandingkan R-410A pada blower evaporator.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan penelitian sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa: Secara akumulatif terjadi perolehan penghematan listrik (efisiensi listrik) pada unit mesin AC Split Daikin setelah menggunakan hidrokarbon MC-22 sebesar 19,51% dan perolehan temperatur udara dingin yang dihasilkan dengan menggunakan refrigeran MC-22 mampu menyamai temperatur dingin yang dihasilkan oleh refrigeran R-410A

Saran

Sebelum melakukan pengujian hendaknya dipastikan bahwa sistem dalam keadaan baik dan tidak terjadi kebocoran pada sistem. Untuk mesin pendingin yang sudah menggunakan MC-22 hendaknya diberi tanda yang memberikan informasi bahwa sistem tersebut telah menggunakan MC-22 sebagai refrigeran.

DAFTAR RUJUKAN

- Komang Metty Trisna Negara, Hendra Wijaksana, Nengah Suarnadwipa, Made Sucipta.,** 2010, “Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Water Chiller dengan Penerapan Metode Cooled Energy Storage,”. Bali Universitas Udayana
- Andi Pramana.,** 2014, “Unjuk Kerja Ac Mobil Dengan LPG-CO2 Pada Berbagai Beban Pendinginan,”. Malang Universitas Brawijaya
- Putut Jatmiko Dwi Prasetyo dan Vendi Setiawan.,** 2013, “ Rancang Bangun Car Air Conditioner Installation Maintenance Trainner,”. Kediri Politeknik Kediri
- Pasek, D. A dan Suryawan.,** 2006, “Modul Pelatihan Untuk Teknisi Bengkel AC Mobil,”. Jakarta Lingkungan Hidup
- Dadang Edy Kurniawan., Mega Nur Sasongko.,** 2013, “Pengaruh Penambahan Subcooling Terhadap Unjuk kerja mesin Pendingin Dengan Refrigeran Musicool (MC-22),”. Malang Universitas Brawijaya
- Stoecker, W.F & Jerold W. Jones.,** 1992, “Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Edisi II. Terjemahan Supratman Hara,”. Jakarta, Erlangga
- Achmad Rifai.,** 2014, “Analisa Kinerja AC split TCL ¾ PK Menggunakan Refrigeran R-22 dan MC 22 Melalui Proses Retrofit Pada Variasi Tekanan Refrigeran Dengan PembebananLampu 150W,”. Semarang Universitas Muhammadiyah Semarang
- Mohammad Arfan Muakkir dan Rifky.,** 2013, “ Perbandingan Koefisien Prestasi (COP) Pada Refrigerator Dengan Refrigeran CFC dan HC R134a untuk Panjang Pipa Kapiler yang Berbeda,”. Jakarta Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
- Baso Muklis.,**2010, “Evaluasi Faktor Kebutuhan Listrik UNTAD Untuk Mengetahui Proporsi Listrik Yang Digunakan Dari Daya Yang Tersedia Melalui Audit Energi,”. Palu Universitas Tadulako

<http://www.accuweather.com/id/id/semarang/208981/month/208981?monyr=10/01/2015>