



BADAN PENERBIT  
Universitas Diponegoro Semarang  
ISBN : 979-704-407-6

# EFISIENSI PENGUNAAN REFRIGERAN PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA SPLIT

SAMSUDI RAHARJO

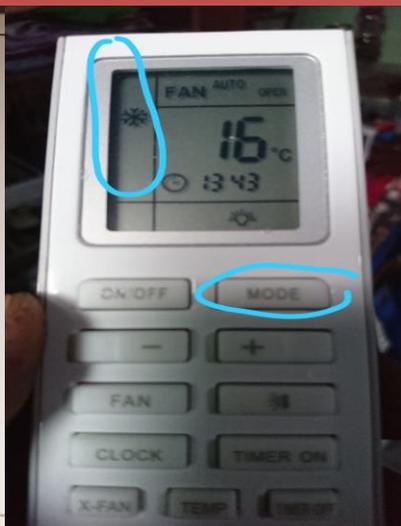
BUKU REFERENSI

R22

MUSIcool

R290

PERFORMA 16°C



## ABSTRAK

### EFISIENSI PENGGUNAAN REFRIGERAN PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA SPLIT

Oleh :  
**Samsudi Raharjo**

Berdasarkan pengambilan data, analisa dan perhitungan yang diperoleh, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut Musicool merupakan sumber energi baru yang dapat digunakan sebagai alternative pengganti bahan refrigerant yang ramah lingkungan. Dengan sifat termodinamika yang lebih baik, maka efek refrigerasi menjadi lebih baik sehingga Proses pendinginan lebih cepat serta Temperatur udara keluaran pada evaporator lebih rendah/dingin sehingga efek pemanasan keluaran dapat dikurangi (mengurangi efek pemanasan global). Pada perhitungan COP, terlihat bahwa *performance* yang dihasilkan MUSIcool dengan kerja yang lebih kecil 2,8 menghasilkan pendinginan yang lebih besar dibandingkan dengan kerja yang dibutuhkan *freon* 3,1. Dari pengambilan data terlihat bahwa temperatur yang dihasilkan menggunakan MUSIcool MC-12 lebih rendah (7,1 °C) dibandingkan menggunakan *freon* R-12 (7,6 °C), dengan tekanan yang dibutuhkan MUSIcool lebih kecil (28 Psi). Dibandingkan dengan pendingin sintetik, hidrokarbon (MUSIcool) yang menghasilkan COP lebih tinggi yang berarti menghemat lebih banyak energi dalam bentuk konsumsi listrik. Efek pendinginan yang sama dapat dicapai dengan hidrokarbon (MUSIcool) dengan berat 30% lebih rendah dari refrigeran sintesis. Kerja kompresi R22 yaitu 19.2 dan untuk R290 yaitu 50.7. R290 lebih ringan 67%. Konsumsi daya R22 sebesar 0.30 kw dan R290 sebesar 0.26. R290 hal ini pengaruhi oleh kerja kompresor yang ringan sehingga akan berdampak konsumsi daya listrik. Konsumsi daya R290 42% lebih hemat dari R22. Kalor yang di serap R 22 lebih kecil dibandingkan dengan yang menggunakan hidrokarbon.

**Kata Kunci** : refrigeran MUSIcool, efisien, koefisien prestasi, ramah lingkungan

## ***ABSTRACT***

### **EFISIENSI PENGGUNAAN REFRIGERAN PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA SPLIT**

By

**Samsudi Rahardjo**

Based on the data collection, analysis and calculation obtained, several conclusions can be drawn as follows Musicool is a new energy source that can be used as an alternative to environmentally friendly refrigerant. With better thermodynamic properties, the effect of refrigeration becomes better so that the cooling process is faster and the temperature of the air output at the evaporator is lower / cooler so that the heating effect of the output can be reduced (reducing the effect of global warming). In the COP calculation, it can be seen that the performance produced by MUSIcool with a smaller work of 2.8 results in greater cooling compared to the work required by Freon 3.1. From the data collection it can be seen that the temperature produced using MUSIcool MC-12 is lower (7.1 oC) compared to using freon R-12 (7.6 oC), with the pressure required by MUSIcool smaller (28 Psi). Compared to synthetic coolants, hydrocarbons (MUSIcool) which produce a higher COP which means to save more energy in the form of electricity consumption. The same cooling effect can be achieved with hydrocarbons (MUSIcool) weighing 30% lower than synthetic refrigerants. R22 compression work is 19.2 and for R290 is 50.7. R290 67% lighter. R22 power consumption is 0.30 kw and R290 is 0.26. This R290 is influenced by the work of a light compressor so that it will have an impact on electricity consumption. R290 power consumption is 42% more efficient than R22. the heat absorbed by R 22 is smaller than that used hydrocarbons.

**Keywords** : MUSIcool refrigerant, efficient, achievement coefficient, environmentally friendly

## KATA PENGANTAR

Saat ini refrigeran yang efektif dan efisien sebagai pengganti R-12 adalah; MUSIcool (MC12) karena beberapa sifat positif yang dimiliki. Namun dalam penggunaannya MUSIcool harus sesuai standar prosedur operasi, yaitu dengan persyaratan tertentu yang harus dilakukan agar lebih aman dan nyaman.

Berangkat dari berbagai penelitian tentang refrigerant yang telah penulis lakukan dan telah diseminarkan melalui seminar nasional dan internasional serta publish pada berbagai journal internasional yang terindeks scopus, lahir lah disertasi yang berjudul **“EFISIENSI PENGGUNAAN REFRIGERAN PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA SPLIT”**. Buku ini disusun untuk membantu siapa saja yang sedang belajar tentang refrigerant pada pengkondisian udara split yang ramah lingkungan dan efisien. Membaca dan menelaah sistem pergerakan saja tidak cukup bagi siapa saja untuk memperoleh ketrampilan yang langsung diterapkan jadi harus diikuti melakukan percobaan-percobaan.

Penggunaan refrigerant syntetic tersebut pada umumnya mempunyai sifat-sifat yang sangat baik dari segi teknik seperti kestabilan yang sangat tinggi, tidak mudah terbakar, tidak beracun dan mudah diperoleh. Namun disamping sifat-sifat yang baik itu refrigerant syntetic terutama yang mengandung senyawa Clurofluorocarbon (CFC) R-11 & R-12 mempunyai efek negatif terhadap lingkungan seperti merusak lapisan ozon (Ozone Depleting Potensial/ ODP) dan sifat menimbulkan pemanasan global. Pengungkapan secara ilmiah dari hasil penelitian Rowland dan Mollina (1974) menunjukkan bahwa CFC memiliki kontribusi dalam penipisan lapisan ozon, dan semakin mengkhawatirkan. MUSIcool adalah refrigerant dengan bahan dasar hydrocarbon alam sehingga termasuk dalam kelompok refrigeran ramah lingkungan, yang dirancang sebagai alternatif pengganti refrigerant syntetic kelompok Halocarbon CFC : R-12, HCFC : R-22, dan HFC : R-134a yang masih memiliki potensi merusak alam. MUSIcool yang diproduksi telah memenuhi persyaratan teknis sebagai refrigerant yang meliputi sifat Fisika dan Termodinamika serta uji kinerja pada siklus refrigerasi. Untuk mengetahui perbandingan efektifitas penggunaan MUSIcool ini dengan melakukan percobaan, pengukuran dan penelitian sebelum dan sesudah penggantian freon ke MUSIcool

Melalui buku yang ini penulis mengharapkan sambutan hangat dari para pengamat, baik berupa saran tertulis maupun lisan. Semua tanggapan dan saran Insya Allah akan diterima dengan senang hati dan dilakukan tindak lanjut. Untuk itu penulis mengucapkan trima kasih yang sebesar-besarnya yang terhormat kepada Promotor, Co-Promotor.

Semarang, .....2020

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	iv
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 MUSI <i>cool</i> .....	6
2.2 Prinsip Refrigerasi dan pengkondisian Udara .....	11
2.3 Kompresor .....	19
2.4 Proses Kompresi .....	19
2.5. Proses Evaporasi Dan Kondensasi.....	19
2.6. Suhu, kerja dan panas .....	20
2.7. Sistem Kompresi.....	21
2.8. Peralatan Mesin Pendingin .....	22
2.9. COP ( <i>Coefficient of Performance</i> ) .....	23
2.10. <i>Review</i> Penelitian Yang Relevan .....	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....	26
3.1. Spesifikasi Alat.....	26
3.2. Langkah-langkah Penelitian .....	26
3.3. Analisa Grafik.....	26
BAB 4. EFEKTIFITAS PENGGUNAAN MUSICOOL PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA (STUDI KASUS: AC MERK TOSHIBA DAN PANASONIC DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG).....	28
BAB 5. PERBANDINGAN <i>REFRIGERANT HCFC</i> DAN <i>HIDROKARBON</i> DALAM PROSES PERCEPATAN PENDINGINAN DAN <i>PENGHEMATAN</i> ENERGI PADA <i>REFRIGENERATOR</i> .....	32
5.1 Analisa Perhitungan COP .....	33
5.2 Analisa HCFC ke HC .....	33
BAB 6. MENGUKUR KOEFISIEN UDARA DENGAN KINERJA PENDINGIN HIDROKARBON DENGAN MODIFIKASI INLET DIAMETER PUSAT KOMPRESOR.....	35
6.1 Kompresor sentrifugal .....	36
BAB 7. UJI SISTEM PENGKONDISIAN TATA UDARA AC SPLIT.....	39
7.1 Mesin pendingin .....	39
7.2 Pengujian kompresor.....	40
7.3 Kerja Kompresor .....	41
7.4 Analisa sistem kompresor.....	42
BAB 8. LAMPIRAN PENDUKUNG.....	43
BAB 9. PENUTUP .....	104
9.1 Kesimpulan .....	104

DAFTAR PUSTAKA ..... 105

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dimana hal tersebut memerlukan suatu alat untuk mengkondisikan udara didalam ruangan seperti *Air Conditioner (AC)*. Akan tetapi terjadi pula fenomena lain dari penggunaan AC yaitu dampaknya pada pemakaian *refrigerant* dalam sistem *air conditioning* itu sendiri. Dimana *refrigerant* yang digunakan sebagian besar *refrigerant syntetic* seperti: R-11, R-12, R-22, R-134a, R-502 dibandingkan bahan pendingin *hydrocarbon*.

Saat ini refrigeran yang efektif dan efisien sebagai pengganti R-12 adalah; MUSIcool (MC-12) karena beberapa sifat positif yang dimiliki. Namun dalam penggunaannya MUSIcool harus sesuai standar prosedur operasi, yaitu dengan persyaratan tertentu yang harus dilakukan agar lebih aman dan nyaman.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan efisiensi pada sistem pengkondisian udara pada mobil kijang super serta kondisi udara titik masuk dan keluar evaporator dan membandingkan antara R-12 dengan MC-12, sehingga dalam penggunaannya dapat mengurangi kebutuhan pengendarara.

Penggunaan *refrigerant syntetic* tersebut pada umumnya mempunyai sifat-sifat yang sangat baik dari segi teknik seperti kestabilan yang sangat tinggi, tidak mudah terbakar, tidak beracun dan mudah diperoleh. Namun disamping sifat-sifat yang baik itu *refrigerant syntetic* terutama yang mengandung senyawa *Clurofluorocarbon (CFC)* R-11 & R-12 mempunyai efek negatif terhadap lingkungan seperti merusak lapisan ozon (*Ozone Depleting Potensial/ ODP*) dan sifat menimbulkan pemanasan global. Pengungkapan secara ilmiah dari hasil penelitian Rowland dan Mollina (1974) menunjukkan bahwa CFC memiliki kontribusi dalam penipisan lapisan ozon, dan semakin mengkhawatirkan.

MUSIcool adalah *refrigerant* dengan bahan dasar *hydrocarbon* alam sehingga termasuk dalam kelompok refrigeran ramah lingkungan, yang dirancang sebagai alternatif pengganti *refrigerant syntetic* kelompok *Halocarbon CFC* : R-12, HCFC : R-22, dan HFC : R-134a yang masih memiliki potensi merusak alam.

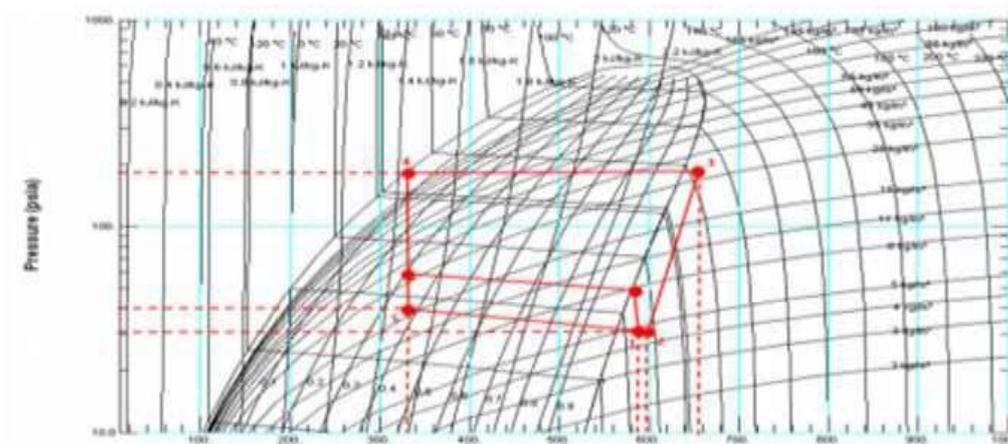
MUSIcool yang diproduksi telah memenuhi persyaratan teknis sebagai *refrigerant* yang meliputi sifat Fisika dan Thermodinamika serta uji kinerja pada siklus

refrigerasi. Untuk mengetahui perbandingan efektifitas penggunaan MUSIcool ini dengan melakukan percobaan, pengukuran dan penelitian sebelum dan sesudah penggantian *freon* ke MUSIcool pada mesin pengkondisian udara pada mobil kijang super.

Sistem refrigerasi telah memainkan peran penting dalam kehidupan sehari-hari, tidak hanya terbatas untuk peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup, namun juga telah menyentuh hal-hal esensial penunjang kehidupan manusia. Teknologi ini banyak diaplikasikan untuk penyimpanan dan pendistribusian makanan, penyejuk udara untuk kenyamanan ruangan baik pada industri, perkantoran, transportasi, dan rumah tangga. Bahkan, saat ini sistem AC pada kendaraan telah menjadi peralatan standar, dan penting baik pada mobil pribadi maupun bus untuk meningkatkan kenyamanan berkendara. (K., Shah, R.;& S., Bhatti, M., 2006.) Sistem AC kendaraan umumnya menggunakan Sistem Kompresi Uap dengan komponen utamanya meliputi kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator.

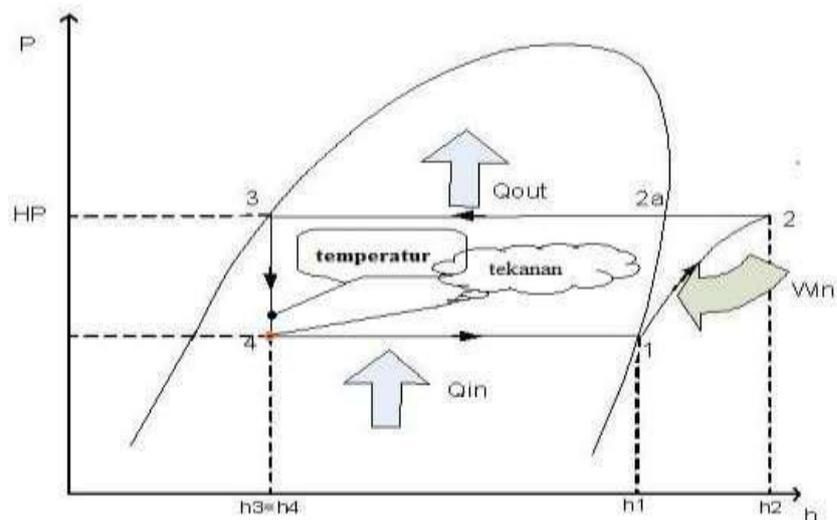
Mesin AC merupakan peralatan konversi energy yang mentransfer kalor dari media bertemperatur rendah ke media bertemperatur tinggi dengan menggunakan kerja dari luar system. Penggunaan sistem AC akan mengambil energy dari mesin yang cukup besar untuk menggerakkan kompresor. Disamping itu selama beroperasinya kendaraan penggunaan AC akan meningkatkan emisi gas CO<sub>2</sub>. (Benouali, 2003).

Sebuah parameter untuk mengukur performa sistem udara adalah COP (*Coeficiencie Of Perfomance*), yaitu membandingkan efek refrigerasi yang dibangkitkan oleh evaporator terhadap kerja yang dilakukan kompresor. (Chandrasekharan, 2014.) Nilai COP sangat dipengaruhi oleh kinerja dari katup ekspansi, hal tersebut terlihat dari proses ekspansi akan menghasilkan tekanan dan temperatur yang akan masuk ke evaporator. Pada kenyataannya proses ekspansi refrigeran tidak mendapatkan temperatur dan tekanan yang sesuai dengan diagram Ph refrigerantersebut, hal itu dapat dilihat dari gambar 1.1.

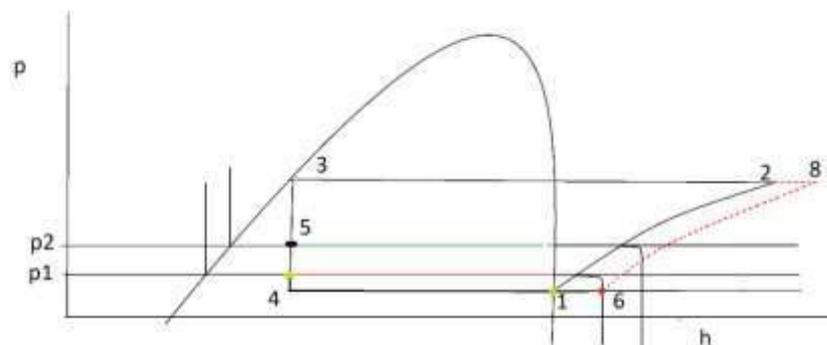


Gambar 1.1. Proses ekspansi.

Dari gambar 1.2 memperlihatkan proses ekspansi terjadi pada titik 3-4 akan tetapi pada kenyataannya proses ekspansi terjadi pada titik 3-5 idealnya proses ekspansi terjadi pada titik 3-4. Gambar 1.2 menggambarkan bahwa pada proses ekspansi terjadi perbedaan energi yang digunakan untuk kerja kompresi sehingga diperlukan perbaikan kualitas pada proses ekspansi. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1. 2. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Singel Katup



Gambar 1. 3. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Dobel Katup

Gambar 1.3 memperlihatkan hepotesa penggunaan double katup ekspansi yang disusun secara pararel sehingga di asumsikan bahwa ketika proses ekspansi terjadi satu kali proses ekspansi, diharapkan tekanan dan temperatur jatuh diantara titik 5 dan 4.

Kunci utama dari air conditioner (pendingin ruangan) adalah refrigerant, yang umumnya adalah fluorocarbon yang mengalir dalam sistem, menjadi cairan dan melepaskan panas saat dipompa (diberi tekanan), dan menjadi gas dan menyerap panas ketika tekanan dikurangi. Mekanisme berubahnya refrigerant menjadi cairan lalu gas dengan memberi atau mengurangi tekanan terbagi menjadi dua area yaitu sebuah penyangkutan udara, kipas, dan cooling coil (kumparan pendingin) yang ada pada sisi ruangan dan sebuah compressor (pompa), condenser coil (kumparan penukar panas), dan kipas pada jendela luar.

Udara panas dari ruangan melewati filter, menuju ke cooling coil yang berisi cairan refrigerant yang dingin, sehingga udara menjadi dingin, lalu melalui teralis/kisi-kisi kembali ke dalam ruangan. Pada compressor AC, gas refrigerant dari cooling coil lalu dipanaskan dengan cara pengompresan. Pada condenser coil, refrigerant melepaskan panas dan menjadi cairan, yang tersirkulasi kembali ke cooling coil. Sebuah thermostat AC mengontrol motor compressor AC untuk mengatur suhu ruangan.

Fluorocarbon adalah senyawa organik yang mengandung 1 atau lebih atom Fluorine. Lebih dari 100 fluorocarbon yang telah ditemukan. Kelompok Freon dari fluorocarbon terdiri dari Freon-11 ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ) yang digunakan sebagai bahan aerosol, dan Freon-12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ), umumnya digunakan sebagai bahan refrigerant. Saat ini, freon AC dianggap sebagai salah satu penyebab lapisan Ozon Bumi menjadi lubang dan menyebabkan sinar UV masuk. Walaupun, hal tersebut belum terbukti sepenuhnya, produksi fluorocarbon mulai dikurangi.

Bahan bakar fosil adalah bahan bakar yang disediakan oleh alam dalam bentuk senyawa campuran hidrogen dan karbon. Senyawa campuran tersebut terbentuk melalui proses dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan binatang selama lebih dari ribuan tahun. Oleh karena itu meskipun tersedia oleh alam bahan bakar fosil jumlahnya semakin terbatas dan tidak dapat diperbaharui.

Bahan bakar fosil terdiri dari tiga jenis yaitu : minyak bumi (premium, solar dan minyak tanah), gas alam dan batu bara. Pada awalnya ketersediaan bahan bakar fosil sangat melimpah. Namun, seiring dengan berjalannya waktu dan dengan ketergantungan penggunaannya yang begitu tinggi, maka ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis.

Belakangan ini banyak pihak sudah mulai menggunakan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti bahan bakar nabati atau energi yang

mampu disediakan oleh alam secara melimpah dan dapat diperbaharui seperti energi matahari dan panas bumi. Bahkan tidak sedikit negara yang sudah menggunakan energi nuklir untuk digunakan sebagai pembangkit listrik.

Ketergantungan yang begitu tinggi terhadap bahan bakar fosil membuat beberapa negara termasuk Indonesia terlambat mengembangkan bahan bakar alternatif sebagai sumber energi. Pengembangan energi alternatif harus segera di mulai demi kelangsungan hidup generasi yang akan datang.

Banyak kegiatan sehari-hari kita, yang dapat menyebabkan kerusakan alam ini. Mulai dari hasil pembuangan kendaraan bermotor hingga industri besar. Berikut ini adalah berbagai macam jenis zat kimia yang dapat membuat udara tercemar antara lain : CO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan SO<sub>3</sub>, Pb, CFC Kepedulian masyarakat internasional akan hal tersebut diatas, diwujudkan dalam bentuk mengkampanyekan bahwa Bahan Perusak Ozon, potensi pemanasan global dan enegy effeciency merupakan kesatuan paket yang harus diperhatikan dalam pemilihan refrigerant pada mesin pendingin. Kondisi tersebut diatas dapat dipenuhi oleh refrigerant yang tergolong dalam kelompok Hydrocarbon yang dikenal dengan trade mark MusiCool Pertamina. Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui keberadaan musicool sebagai pengganti bahan refrigeran sintesis pada pendingin ruangan.

## BAB 2 LANDASAN TEORI

### 2.1. MUSI*cool*

MUSI*cool* diproduksi dan dipasarkan telah memenuhi persyaratan teknis sebagai refrigeran yang meliputi sifat fisika, termodinamika serta uji kinerja pada siklus refrigerasi. Pengkondisian udara pada ruangan mengatur mengenai kelembaban, pemanasan dan pendinginan ruangan, atau prinsip mesin refrigeran adalah proses pengambilan panas dari sumber yang didinginkan dan dibuang ke temperatur yang lebih tinggi, (Arismunandar, 2000).

Musicool adalah refrigerant hidrokarbon yang ramah lingkungan. Banyak jenis refrigerant yang merupakan bahan perusak ozon dan dapat menimbulkan efek rumah kaca. Dengan menggunakan Musicool berarti Anda turut berkontribusi dalam menjaga kelestarian lingkungan.



Gambar 2.1. Simbol MUSICOOL

Musicool adalah refrigeran dengan bahan dasar hidrokarbon alam sehingga termasuk dalam kelompok refrigeran ramah lingkungan, yang dirancang sebagai alternatif pengganti refrigeran sintetik kelompok Halokarbon CFC : R-12, HCFC : R-22, dan HFC : R-134a yang masih memiliki potensi merusak alam.

Pemakaian Musicool pada sistem refrigerasi yang sebelumnya menggunakan refrigeran sintetik, tidak memerlukan penggantian komponen maupun pelumas, karena Musicool tidak memiliki efek terhadap logam, desikan, pelumas, dan elastomer berbahan dasar karet alam dan karet silikon.

Musicool telah memenuhi persyaratan teknis sebagai refrigeran yaitu meliputi aspek sifat Fisika & Termodinamika, diagram tekanan versus suhu serta uji kinerja pada siklus refrigerasi. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan beban pendinginan yang sama Musicool memiliki keunggulan - keunggulan dibanding refrigeran sintetik, diantaranya beberapa parameter memberikan indikasi data lebih kecil, seperti : kerapatan bahan ( density ), rasio tekanan kondensasi terhadap evaporasi, dan nilai viskositasnya, sedangkan

beberapa parameter lain memberikan indikasi data lebih besar, seperti : efek refrigerasi, COP, kalor laten, dan konduktivitas bahan. (*Alkylasi unit, produksi Musicool di Kilang UP-III, Plaju*).



Gambar 2.2. MUSICool 12

Kelebihan yang ditunjukkan oleh indikasi tersebut diatas memberikan keuntungan pada pemakaian Musicool hanya sekitar 40 % dari refrigeran sintetis, kerja kompresor menjadi lebih ringan sehingga dapat menurunkan konsumsi energi sampai 20 %, yang berarti meningkatkan efisiensi dan menambah umur sistem pendingin.

Konversi dari refrigeran sintetis ke Musicool yang dilakukan sesuai prosedur dan standar kerja yang berlaku akan menghasilkan kinerja dan keamanan yang baik sehingga sasaran akhir keseimbangan antara aspek pelestarian lingkungan dan penghematan energi dapat dirasakan.

MUSICOOL sebagai Refrigerant alternative :

- Memiliki Sifat Fisika dan Termodinamika yang lebih baik
- Sangat ramah lingkungan, tidak merusak lapisan Ozon dan tidak menimbulkan Efek Rumah Kaca
- Familiar dengan kehidupan manusia
- Kompatibel terhadap semua mesin pendingin yang biasa menggunakan Refrigeran Sintetis
- Tidak merusak komponen Mesin AC
- Tidak perlu penggantian komponen peralatan AC
- Produk dalam negeri (Pertamina), bahan baku banyak, Supply terjamin, serta Backup teknis tersedia (*Alkylasi unit, produksi Musicool di Kilang UP-III, Plaju*)



Gambar 2.3. Alkylasi unit, produksi Musicool di Kilang UP-III, Plaju

***Perbandingan Sifat Fisika & Thermodinamika Musicool MC-22 & Freon R-22***

NO	PARAMETER	MC-22	R-22
1	Panas Jenis Cairan Jenuh pd 37,8° C, Kj/Kg	2,909	1,325
2	Panas Jenis Uap Jenuh pd 37,8° C, Kj/Kg	2,238	0,9736
3	Konduktivitas Termal Cairan Jenuh pd 37,8° C, w/m	0,0868	0,0778
4	Konduktivitas Termal Uap Jenuh pd 37,8° C, w/m	0,0211	0,0128
5	Kerapatan Cairan Jenuh pd 37,8° C, (kg/m <sup>3</sup> )	471,30	1.138
6	Kerapatan Cairan Jenuh pd 37,8° C, (kg/m <sup>3</sup> )	28,53	62,46
7	Kerapatan Uap Jenuh pd 37,8° C, (kg/m <sup>3</sup> )	2,412	4,705
8	Viskositas Cairan Jenuh pd 37,8° C, (uPa-s)	84,58	143,10
9	Viskositas Uap Jenuh pd 37,8° C, (uPa-s)	9,263	13,39

*(Alkylasi unit, produksi Musicool di Kilang UP-III, Plaju)*

- Akibat No. 1 s/d 4 : MC-22 > R-22 --  
Efek Refrigerasi lebih baik
- Akibat No. 5 s/d 9 : MC-22 < R-22 –

Pemakaian Energi lebih kecil sehingga Kerja Kompresor lebih ringan  
Bahan Pendingin yang mengandung FLUOR

( Freon )

1. R-12, CFC (Chloro Fluoro Carbon)
  - Refrigerator (Kulkas)
  - Water Dispenser
  - AC Mobil (produksi < 1993)
2. R-22, HCFC (Hidro Chloro Fluoro Carbon)
  - AC Ruang/Gedung (AC Split, AC Window)
  - AC Sentral/Chiller
3. R-134a, HFC (Hidro Fluoro Carbon)
  - Refrigerator (Kulkas)
  - AC Mobil (produksi > 1993)

### **Musicool Hydrocarbon Refrigerant**

Sebagai Produk Alternatif pengganti Freon, Musicool Pertamina diproduksi dan disesuaikan dengan produk yang akan digantikannya. Jenis dan tipe dari Produk Musicool Pertamina adalah :

1. **MC-12®**, diproduksi sebagai pengganti **synthetic refrigerant CFC R-12**. Yang digunakan untuk AC mobil yang diproduksi sebelum 1994, Kulkas, Freezer, Water Dispenser, Cold Storage, dll.
2. **MC-134®**, diproduksi sebagai pengganti **synthetic refrigerant HFC R-134a**. Yang digunakan untuk AC mobil yang diproduksi setelah 1993, Kulkas, Freezer, Water Dispenser, Cold Storage, dll.
3. **MC-22®**, diproduksi sebagai pengganti **synthetic refrigerant HCFC R-22**. Yang digunakan untuk AC ruangan seperti, AC Split, AC Windows, AC Sentral, Chiller, dll.
4. **MC-600®**, diproduksi sebagai pengganti **refrigerant CFC R-600**.

### **Aspek Teknis Musicool Hydrocarbon Refrigerant**

Dari Sifat Fisika dan Termodinamika yang dimilikinya, maka refrigerant alamiah Musicool mempunyai kelebihan dibandingkan dengan refrigerant sintetis Freon, yaitu :

- Merupakan refrigerant alternatif pengganti refrigerant sintetis
- Mudah ditangani karena mempunyai tekanan kerja yang sama dengan refrigerant sintetis
- Dengan kerapatan (*density*) dan kekentalan (*viscosity*) yang lebih kecil. (*Alkylasi unit, produksi Musicool di Kilang UP-III, Plaju*)

## **Keunggulan Produk Musicool**

### **Ramah Lingkungan & Nyaman**

- MUSICOOL tidak beracun, tidak membentuk gum, nyaman dan pelepasannya ke alam bebas tidak akan merusak lapisan ozon, disamping potensi efek pemanasan globalnya juga sangat rendah.

### **Hemat Energi**

- MUSICOOL mempunyai karakteristik termodinamika yang lebih baik sehingga dapat menghemat pemakaian energi hingga 20 % dibanding refrigerant fluorocarbon pada kapasitas mesin pendingin yang sama.

### **Lebih Irit**

- MUSICOOL memiliki sifat kerapatan yang rendah sehingga hanya memerlukan sekitar 30 % dari penggunaan refrigerant fluorocarbon pada kapasitas mesin pendingin yang sama.

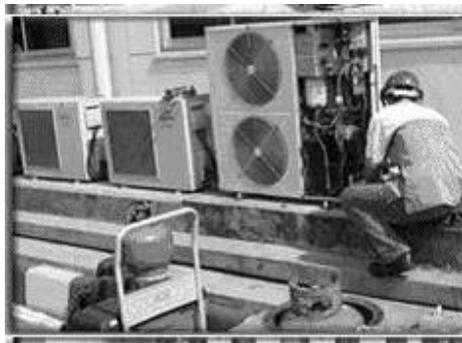
### **Pengganti Untuk Semua**

- MUSICOOL dapat menggantikan refrigerant yang digunakan selama ini tanpa mengubah atau mengganti komponen maupun pelumas. Penggantian / pengisian dapat dilakukan dengan cara yang sederhana sebagaimana penggantian / pengisian refrigerant fluorocarbon.

### **Memenuhi Persyaratan Internasional**

- MUSICOOL memenuhi baku mutu internasional dalam pemakaian maupun implikasi yang menyertainya.

*(Alkylasi unit, produksi Musicool di Kilang UP-III, Plaju)*



Gambar 2.4. Penggunaan MUSICOOL

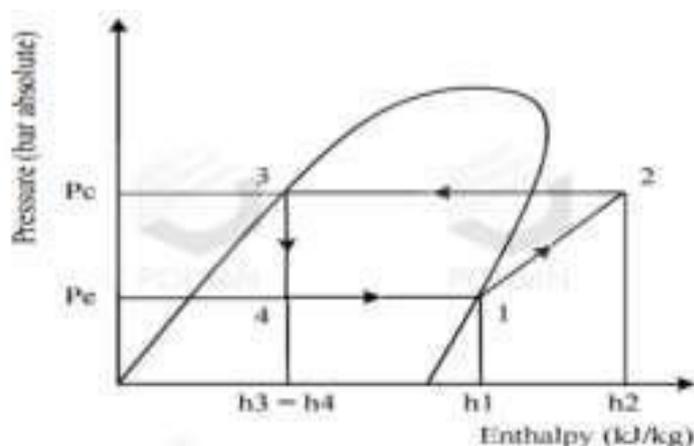
## 2.2. Prinsip Refrigerasi dan pengkondisian Udara

Refrigerasi dan pengkondisian udara merupakan terapan dari teori perpindahan kalor dan termodinamika. Sistem refrigerasi adalah suatu sistem yang menjadikan kondisi temperatur suatu ruang berada dibawah temperatur semula (menjadikan temperatur dibawah temperatur siklus). Pada prinsipnya kondisi temperatur rendah yang dihasilkan oleh suatu sistem refrigerasi diakibatkan oleh penyerapan panas pada reservoir dingin (*low temperature source*) yang merupakan salah satu bagian sistem refrigerasi tersebut. Panas yang diserap bersama-sama energi (kerja) yang diberikan kerja luar dibuang pada bagian sistem refrigerasi yang disebut reservoir panas (*high temperature sink*). Dalam suatu sistem refrigerasi jumlah panas yang diserap pada reservoir dingin merupakan kuantitas yang terpenting, yang dapat menunjukkan berapa kapasitas pendingin yang dapat diberikan oleh sistem refrigerasi.

Refrigerasi adalah proses pengambilan kalor atau panas dari suatu ruang bertemperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Pada aplikasi tata sistem refrigerasi, kalor yang diambil berasal dari produk. Untuk mengambil kalor produk, maka harus ada media yang memiliki temperatur yang lebih rendah. Ada macam-macam Sistem Refrigerasi yang banyak digunakan yaitu:

### a. Refrigerasi Kompresi Uap

Sistem refrigerasi kompresi uap menggunakan kompresor sebagai alat kompresi refrigerant, dalam keadaan tekanan rendah menyerap kalor dari tempat yang didinginkan, kemudian masuk pada sisi penghisap dimana uap refrigeran tersebut ditekan di kompresor sehingga berubah menjadi uap bertekanan tinggi.



Gambar 2.5. Proses Refrigerasi Kompresi Uap.

Sistem refrigerasi kompresi uap diawali dengan siklus 1-2 (kompresi) yaitu refrigeran dihisap oleh kompresor dalam fasa uap jenuh, dengan tekanan dan temperatur yang rendah. Kemudian dikompresikan agar tekanan dan temperaturnya menjadi naik. Pada proses ini kerja kompresian dapat dirumuskan dengan:

$$W_k = h_2 - h_1 \text{ (kJ/kg)}$$

$W_k$  = kerja kompresi (kJ/kg)

$h_2$  = entalpi sisi buang kompresor (kJ/kg)

$h_1$  = entalpi sisi hisap kompresor (kJ/kg)

Selanjutnya yaitu siklus 2-3 (kondensasi). Pada siklus ini temperatur refrigeran lebih tinggi dari temperatur lingkungan sehingga terjadi proses perpindahan kalor melalui kondensor dan dibuang ke lingkungan sekitar. Selama dalam kondensor, tekanan dan temperaturnya dijaga konstan, namun refrigeran berubah menjadi fasa cair. Pelepasan kalor pada kondensor dapat diketahui dengan rumus:

$$Q_c = \dot{m} \cdot (h_2 - h_3)$$

dimana:

$Q_c$  = Kalor yang dilepaskan kondensor (kJ/s)

$\dot{m}$  = Laju aliran massa ( kg/s)

$h_2$  = Entalpi masuk kondensor (kJ/kg)

$h_3$  = Entalpi keluar kondensor (kJ/kg)

Setelah proses kondensasi kemudian dilanjutkan siklus 3-4 (ekspansi). Refrigeran yang berfasa cair dari kondensor mengalir menuju katup ekspansi untuk diturunkan tekanan dan temperaturnya agar lebih rendah dari temperatur lingkungan, sehingga dapat menyerap kalor pada saat di evaporator. Pada proses ini terjadi secara isoenthalpy, yaitu tidak terjadi proses penerimaan dan pelepasan energi.

Setelah proses ekspansi kemudian siklus 4-1 (proses evaporasi). Proses evaporasi terjadi di evaporator, temperatur refrigeran menjadi rendah, kemudian beri kalor yang diambil dari lingkungan sekitar agar terjadi proses penguapan. Refrigeran diekspansikan menjadi tekanan jenuh dan tekanan rendah masuk ke evaporator dan berubah dari fasa campuran (cair-uap) menjadi fasa uap jenuh. Proses evaporasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_e = \dot{m} (h_1 - h_4)$$

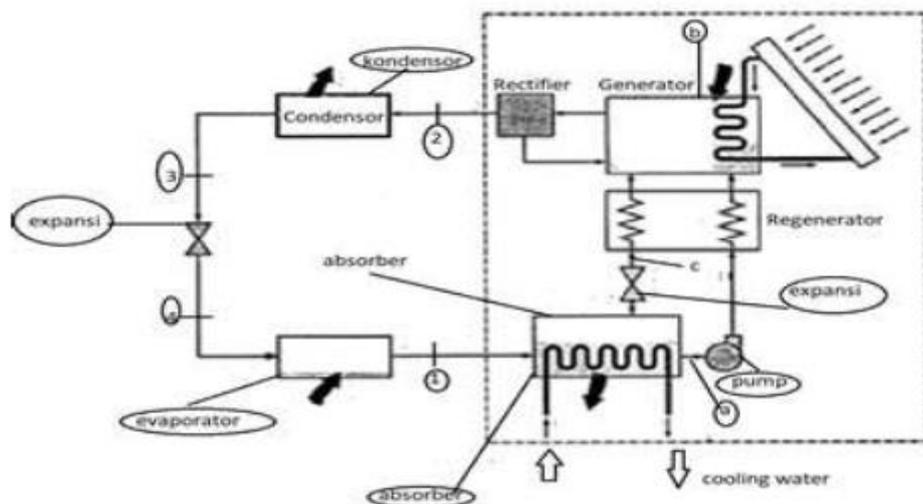
$Q_e$  = Kalor yang diserap evaporator (kJ/s)

$\dot{m}$  = Laju aliran massa (kg/s)

$h_1$  = Entalpi keluaran evaporator (kJ/kg)

$h_4$  = Entalpi masukan evaporator (kJ/kg)

Sistem refrigerasi absorpsi menggunakan komponen utama absorber dan generator untuk menggantikan kompresor. Absorber menyerap uap bertekanan rendah, kemudian uap ditingkatkan tekanannya di generator dan terjadi penyerapan kalor. Pada sistem absorpsi membutuhkan energi panas untuk menjalankan siklus tersebut.



Gambar 2. 2. Sistem Refrigerasi Absorpsi.

Refrigerasi absorpsi banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya dalam pendingin ruangan. Berikut adalah siklus refrigerasi absorpsi:

Proses penguapan. Refrigeran dalam bentuk cair dihisap oleh pompa masuk ke dalam evaporator. Di dalam evaporator, refrigeran dialirkan keseluruhan permukaan pipa yang didalamnya terdapat air dingin yang dipergunakan untuk pendinginan sehingga refrigeran cair akan menguap karena menerima kalor laten penguapan yang diperoleh dari air pendingin tersebut. Kemudian uap refrigeran diserap masuk kedalam absorber.

Penyerapan (absorpsi). Larutan zat penyerap pekat diserap oleh pompa sirkulasi dan dipompa kedalam absorber. Kemudian larutan penyerap disemprotkan pada permukaan pipa yang berisi air pendingin sehingga larutan zat penyerap pekat

akan menyerap uap refrigeran. Selama proses tersebut, refrigeran menjadi encer sesuai dengan banyaknya air yang diserap dan penyerapan menjadi panas karena kalor absorpsi. Penyerap yang terjadi kalor absorpsi tersebut akan didinginkan oleh air pendingin.

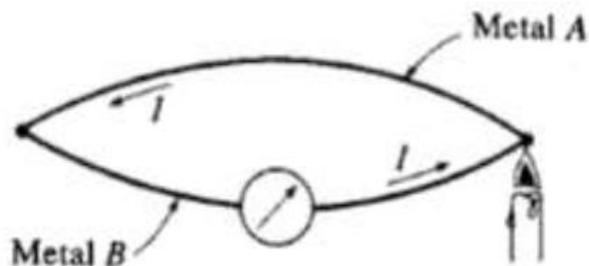
Penukar kalor. Larutan yang diencerkan di dalam absorber diserap oleh pompa dan dialirkan ke penukar kalor maka akan terjadi perpindahan kalor antara larutan zat encer dan larutan zat pekat bertemperatur tinggi dan dimasukkan ke dalam generator.

Generator. Larutan encer yang berada di dalam generator dipanaskan, kemudian menyebabkan refrigerant cair yang bercampur dalam larutan tersebut akan menjadi pekat kembali.

Kondensasi. Di dalam kondensor, uap refrigeran cair didinginkan dan diembunkan dengan air pendingin yang dialirkan pada pipa pendingin. Hasil pengembunan akan dialirkan ke dalam evaporator karena perbedaan tekanan, selanjutnya dihisap dan disirkulasikan oleh pompa sirkulasi refrigeran.

### c. Sistem Pendingin Termoelektrik

Sebuah sistem yang bekerja dengan cara mengkonversi energi listrik untuk menghasilkan efek pendinginan tanpa harus memakai refrigerant. Prinsip dasar yang digunakan pada sistem refrigerasi termoelektrik adalah prinsip dasar efek peltier.

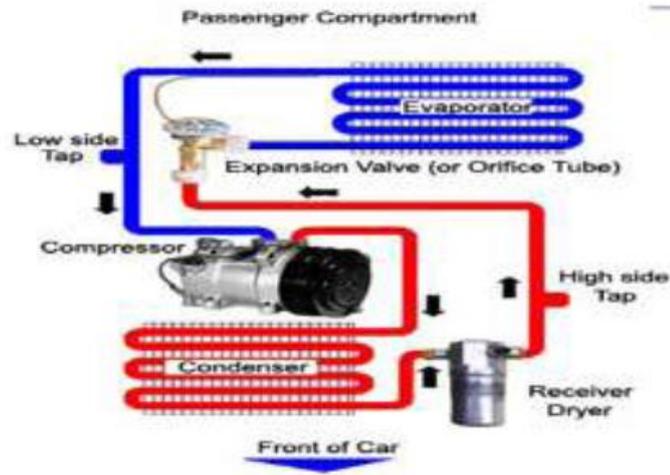


Gambar 2.6. Sistem Pendingin Thermoelectric.

Cara kerja sistem termoelektrik yaitu, ketika arus listrik mengalir pada sambungan dua konduktor yang berbeda akan terjadi penyerapan kalor (pendinginan) atau pembuangan kalor (pemanasan). Elektron mengalir dari sel tingkat energi yang lebih rendah ke semikonduktor energi yang lebih tinggi dan menyebabkan salah satu sisi elemen menjadi dingin karena terjadi penyerapan kalor, sedangkan sisi yang lainnya melepas kalor sehingga menjadi panas.

## 2. Komponen-komponen Sistem Kompresi Uap

Banyak sistem refrigerasi kompresi uap, namun yang paling banyak berkembang dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari meliputi rumah tangga, perkantoran, dan sistem keamanan, Dalam sistem ac yang digunakan pada kendaraan adalah sistem refrigerasi kompresi uap.

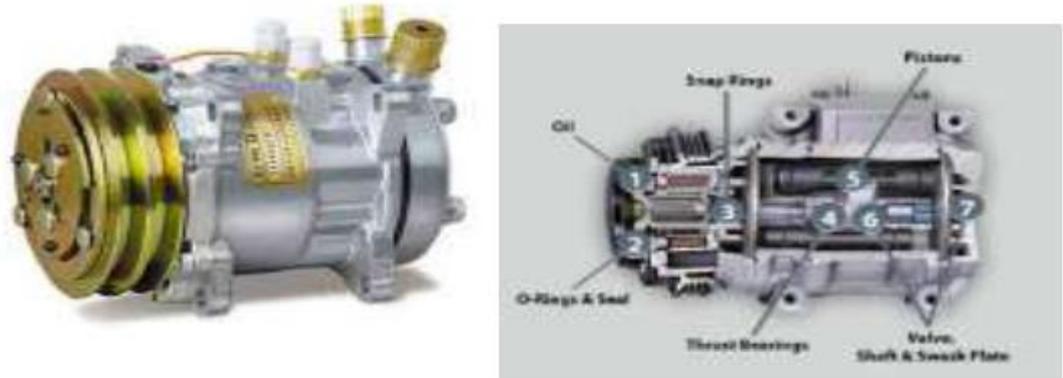


Gambar 2.7. Gambar Komponen Pada Sistem Refrigerasi Kompresi Uap. Adapun komponen utama pada sistem refrigerasi kompresi uap yaitu kompresor, kondensor, ekspansi, evaporator. Berikut penjelasan dan fungsinya:

a. Kompresor sebagai alat untuk mengkompresirefrigeran.

Kalor akan terserap pada saat keadaan tekanan rendah dari sisi keluar evaporator yang bertekanan dan bertemperatur rendah karena berada pada fasa gas, kemudian masuk pada sisi penghisap dimana kompresor menekan uap refrigeran sehingga berubah menjadi uap bertekanan tinggi yang dikeluarkan pada sisi keluaran dan terjadi kondensasi pada kondensor. Secara umum kompresor terdiri dari 2 tipe yaitu tipe kinetik atau dynamic dan tipe positive displacement. Kompresor tipe dinamik adalah kompresor dimana udara atau gas ditekan oleh aksi dinamik dari putaran sudu-sudu atau impeller sehingga memberikan kenaikan kecepatan dan kenaikan tekanan pada aliran gas. Putaran sudu-sudu ini diperoleh dari pesawat penggerak berupa turbin atau motor. Kompresor tipe positive displacement adalah kompresor dimana udara atau gas dikurung dalam suatu ruang tertutup (chamber). Tekanan akan naik dengan menurunnya volume gas yang terkurung dalam chamber. yang maksimal. Valve V1 akan membuka apabila gejala surging mulai terjadi. Dengan terbukanya valve V1, maka aliran suction yang kurang dapat dibackup oleh adanya sirkulasi discharge. Untuk mengendalikan

bukaan valve ini diperlukan suatu sistem kontrol otomatis. (Imam Abadi, 2006). Kompresor yang cocok digunakan pada sistem ini adalah jenis kompresor tipe kinetik.



Gambar 2. 5. Kompresor.

Pada kompresor tersebut terdapat swash plate yang digunakan untuk menggerakkan piston untuk menghasilkan tekanan dan kompresi sehingga sistem ac mobil dapat berfungsi maksimal. Kompresor membutuhkan oli untuk melumasi bagian bagian besi yang bergesekan agar tidak terjadi keausan. Oli yang digunakan yaitu jenis oli yang dikhususkan untuk kompresor.

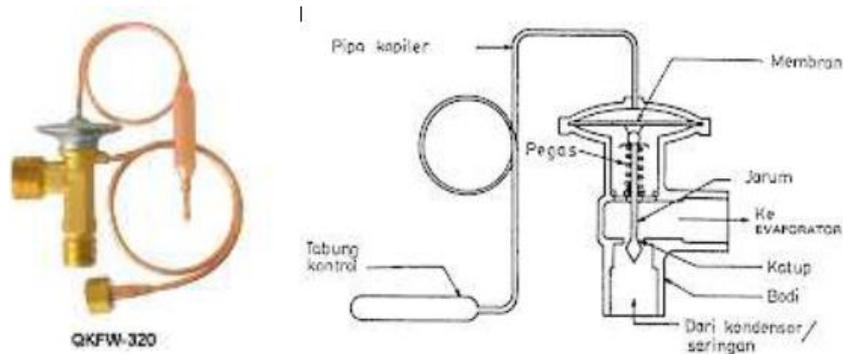
b. Kondensor menyerap panas uap refrigeran maka temperaturnya menjadi lebih tinggi saat keluar dari kondensor. Saat refrigeran mengalami perpindahan dari fasa gas ke fasa cair, tekanan dan temperatur konstan sehingga refrigeran mengeluarkan energi dalam bentuk panas.



Gambar 2.6. Kondensor.

c. Katup ekspansi berfungsi mengekspansikan secara adiabatik cairan refrigeran bertekanan dan bertemperatur tinggi dari kondensor sampai tekanan dan temperaturnya rendah serta mengatur pemasukan refrigeran sesuai dengan beban

pendinginan yang dapat dilayani oleh evaporator. Katup ekspansi terdiri dari 2 jenis yaitu alat ekspansi jenis pipa kapiler yang berupa sebuah pipa panjang yang berdiameter sangat kecil (TEV) dan Katup ekspansi termostatik (KET) yang dapat mempertahankan tingkat superheat konstan di ujung keluar evaporator. Katup TEV digunakan pada penelitian ini karena katup ekspansi tersebut paling efektif untuk evaporator kering dalam mencegah kerusakan kompresor karena refrigeran cair tidak boleh masuk ke kompresor (Aziz, 2013)



Gambar 2.8. Katup Ekspansi.

Tabung kontrol, pipa kapiler dan ruangan di atas membran diisi dengan cairan khusus yang sensitif terhadap perubahan temperatur, tabung kontrol dan pipa kapiler ini didempetkan dengan pipa keluar evaporator. Bila temperatur rendah, tekanan cairan diatas membrane tidak mampu menahan tekanan pegas, katup jarum menutup saluran masuk ke evaporator, penguapan zat pendingin terhambat dan temperatur evaporator naik.

d. Evaporator berfungsi untuk menyerap udara dingin pada siklus refrigerasi kemudian dihembuskan oleh blower sehingga udara dingin dapat menyebar ke ruangan. Pipa coil evaporator dilengkapi dengan sirip-sirip aluminium yang berfungsi untuk memperluas permukaan yang bersinggungan dengan udara ruangan dengan tujuan agar penyerapan panas udara bertambah menjadi lebih baik. Agar penyerapan panas udara ruangan merata keseluruhan ruangan, maka udara ruangan perlu disirkulasikan agar melewati coil evaporator.



Gambar 2.9. Evaporator.

### 3. Refrigeran Hidrokarbon (MC-134)

Hydrocarbon merupakan senyawa organik yang dapat di temukan dalam minyak mentah secara alami. Hidrokarbon banyak digunakan sebagai pengganti refrigerant sintetis karena memiliki keunggulan, yaitu dalam pelepasannya ke udara tidak menimbulkan kerusakan lingkungan sebab berwujud gas alami sehingga tidak berefek pada ODP dan GWP. Sebagai refrigeran, hidrokarbon juga memiliki beberapa sifat penting, diantaranya panas laten hidrokarbon secara signifikan lebih baik daripada halocarbons, yaitu jumlah panas yang diserap selama penguapan jauh lebih tinggi per kg refrigeran yang beredar dalam sistem. Densitas hidrokarbon juga jauh lebih rendah dibandingkan dengan halocarbons. Meskipun tidak berefek pada ODP dan GWP, refrigeran hidrokarbon juga memiliki kelemahan yaitu sifat mudah terbakar (flammable) yang sangat tinggi bila dicampur dengan udara dan dinyalakan.

Adapun hidrokarbon yang banyak diterapkan saat ini mengandung propane (R-290) dan butane (R-600). atau yang disebut dengan refrigeran Musicool 134, karena memiliki sifat ramah lingkungan dan tidak menimbulkan efek rumah kaca yang dapat merusak lapisan ozon. Refrigeran Musicool 134 digunakan untuk mengganti refrigeran sebelumnya yaitu refrigeran CFC R-12, HFC R-22 HFC-134 yang memiliki sifat kimia yang dapat merusak ozon. Jika di bandingkan dengan refrigeran fluocarbon dalam kondisi mesin pendingin yang sama MC-134 lebih efektif karena mampu mengurangi beban kerja mesin sebesar 25% jadi lebih hemat energy. Jumlah penggunaan pun 30% lebih irit jika di bandingkan dengan refrigerasi fluocarbon karena jumlah konduktivitas dan kalor laten yang tinggi sehingga volume refrigeran lebih sedikit. Musicool 134 juga mempunyai kelemahan yaitu sifat mudah terbakar (flammable) yang sangat tinggi. Untuk mengatasi sifat yang mudah terbakar tersebut perlu penambahan senyawa CO<sub>2</sub> yang dapat menghambat laju reaksi pembakaran.

### 2.3 Kompresor

Kompresor adalah power unit dari system sebuah AC, Ketika AC dijalankan, kompresor mengubah fluida kerja/ refrigerant berupa gas dari yang bertekanan rendah menjadi gas bertekanan tinggi kemudian diteruskan menuju kondensor. Kondensor adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah/ mendinginkan gas yang bertekanan tinggi berubah menjadi cairan bertekanan tinggi, cairan kemudian dialirkan ke orifice tube. Orifice tube; adalah berfungsi menurunkan cairan yang bertekanan tinggi menjadi tekanan lebih rendah dan menjadi cairan dingin bertekanan rendah, dalam sebuah system lain disebut katub ekspansi.

Katub ekspansi merupakan komponen terpenting dari system, yang dirancang untuk mengontrol cairan pendingin melalui katub orifice tube yang merubah wujud cairan menjadi uap ketika zat pendingin meninggalkan katub pemuaian dan memasuki evaporator/ pendingin. Evaporator/ pendingin; refrigerant menyerap panas dalam ruangan melalui kumparan pendingin dan kipas, evaporator meniupkan udara dingin kedalam ruangan, refrigerant dalam ruangan mulai berubah kembali menjadi uap bertekanan rendahakan tetapi masih mengandung cairan sedikit, campuran refrigerant kemudian masuk ke akumulator/ pengering, hal ini dapat berlaku seperti orifice kedua cairan yang berubah menjadi uap bertekanan rendah yang murni, sebelum melalui kompresor untuk memperoleh tekanan dan beredar dalam system lagi.

### 2.4 Proses Kompresi

Dianggap berlangsung secara adiabatic tidak ada panas yang dipindahkan baik in atau out dan harga  $Q=0$ , perubahan energy kinetic dan potensial diabaikan, Stoecker (1992):

$$\begin{array}{ll} W & = m ( h_2-h_1 ) \\ W_c & = m_{ref} ( h_2-h ) \end{array} \quad \begin{array}{ll} W_c & = \text{daya kompresor} \\ m_{ref} & = \text{laju aliran massa refrigerant} \end{array}$$

### 2.5 Proses Evaporasi Dan Kondensasi

Perubahan energy kinetic dan potensial diabaikan harga  $v^2/2$  dan  $g.z$  pada titik 1 dan 2 dianggap 0,

$$Q_e = m_{ref} ( h_1-h_4 ) \quad Q_e = \text{laju perpindahan kalor evaporasi}$$

$$Q_k = m_{ref} ( h_2-h_1 ) \quad Q_k = \text{laju perpindahan kalor kondensasi}$$

$$\text{Koefisien Peforma ( COP ) } COP = ( h_1-h_4 ) : ( h_2-h_1 )$$

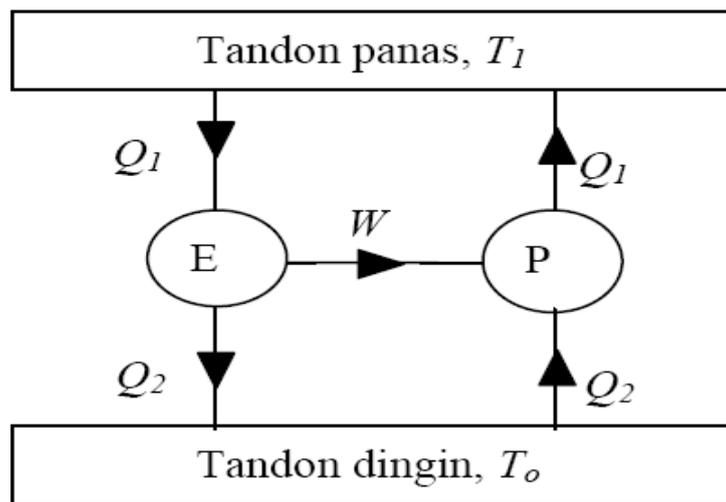
Nilai perpindahan panas  $\dot{e} = Q : Q_{mak}$ .

## 2.6 Suhu, kerja dan panas

Skala suhu sekarang digunakan umumnya adalah skala Celsius, berdasarkan nominal pada titik lebur es pada  $0^\circ\text{C}$  dan titik didih air pada tekanan atmosfer pada  $100^\circ\text{C}$ , Hukum kekekalan energi memberitahu kita bahwa ketika kerja dan energi panas dipertukarkan tidak ada laba atau rugi bersih energi. Namun, jumlah energi panas yang dapat dikonversi menjadi kerja terbatas. Sebagai panas mengalir dari panas ke dingin sejumlah energi dapat dikonversi menjadi kerja dan diekstraksi. Hal ini dapat digunakan untuk menggerakkan generator, misalnya.

Jumlah minimum bekerja untuk drive kulkas dapat didefinisikan dalam hal skala suhu mutlak. Gambar 2.1 menunjukkan mesin E reversibel mengendarai pompa panas reversible P, Q dan W merupakan arus panas dan kerja. Mereka disebut mesin reversibel karena mereka memiliki efisiensi tertinggi yang dapat divisualisasikan, karena tidak ada kerugian, E dan P adalah mesin identik.

Pengaturan ini menunjukkan hasil di nol efek eksternal karena waduk tidak mengalami laba atau rugi bersih panas. Jika efisiensi P itu harus lebih tinggi, yaitu jika input kerja yang dibutuhkan untuk P untuk mengangkat suatu kuantitas identik  $Q_2$  panas dari *reservoir* dingin itu harus kurang dari W.



**Gambar 2.6 : Mesin kalor ideal, E, pendorong sebuah pendingin ideal.**

Panas dari suhu rendah ke suhu tinggi tanpa masukan kerja eksternal, yang tidak mungkin. Hubungan antara  $Q_1$ ,  $Q_2$  dan  $W$  hanya bergantung pada suhu reservoir panas dan dingin. Fisikawan Perancis Sadi Carnot (1796-1832) adalah orang pertama yang memprediksi bahwa hubungan antara kerja dan panas yang bergantung pada temperatur, dan proses pendinginan yang ideal dikenal sebagai siklus Carnot. Untuk

menemukan hubungan ini, suhu harus didefinisikan secara lebih mendasar. Derajat pada termometer hanya skala sewenang-wenang.

Kelvin (1824-1907), bersama-sama dengan fisikawan terkemuka lainnya periode, menyimpulkan bahwa skala suhu mutlak dapat didefinisikan dalam hal efisiensi mesin *reversibel*. Rasio ideal 'tidak pernah-dicapai-dalam-praktek' output bekerja untuk masukan panas ( $W/Q_1$ ) dari mesin *reversibel* E sama dengan: Suhu Perbedaan ( $T_1-T_0$ ) dibagi dengan *Hot Reservoir* Suhu ( $T_1$ ). Pada gambar 2.1. perangkat P kita dapat peduli menemukan perangkat untuk pendinginan, dan pekerjaan Kelvin memberitahu kita bahwa karya minimum,  $W$  diperlukan untuk mengangkat kuantitas  $Q_2$  panas dari suhu ke suhu  $T_0 - T_1$  merumuskan:

$$w = \frac{Q_2 (T - T_0)}{T_0}$$

Suhu harus diukur pada satu yaitu mutlak skala yang dimulai dari nol mutlak. Skala Kelvin memiliki interval derajat yang sama dengan skala Celsius, sehingga es meleleh pada + 73.216 air mendidih Kand pada tekanan atmosfer di + 73.315 Kon skala Celsius, mutlak nol adalah -273,15 °C. 'Efisiensi' Pendinginan biasanya didefinisikan sebagai panas etracted dibagi dengan input kerja. Hal ini disebut COP, koefisien kinerja. Cita-cita atau COP Carnot mengambil nama dari Sadi Carnot, merumuskan:

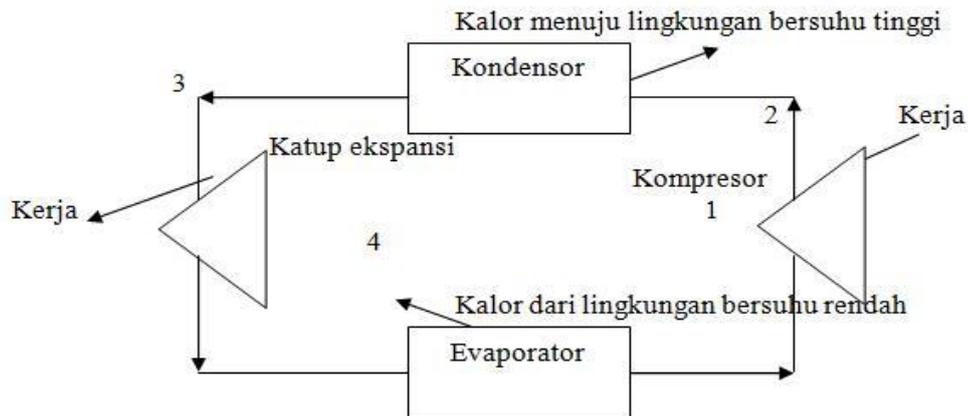
$$COP = \frac{Q_2}{W} = \frac{T_0}{(T_1 - T_0)}$$

## 2.7. Sistem Kompresi

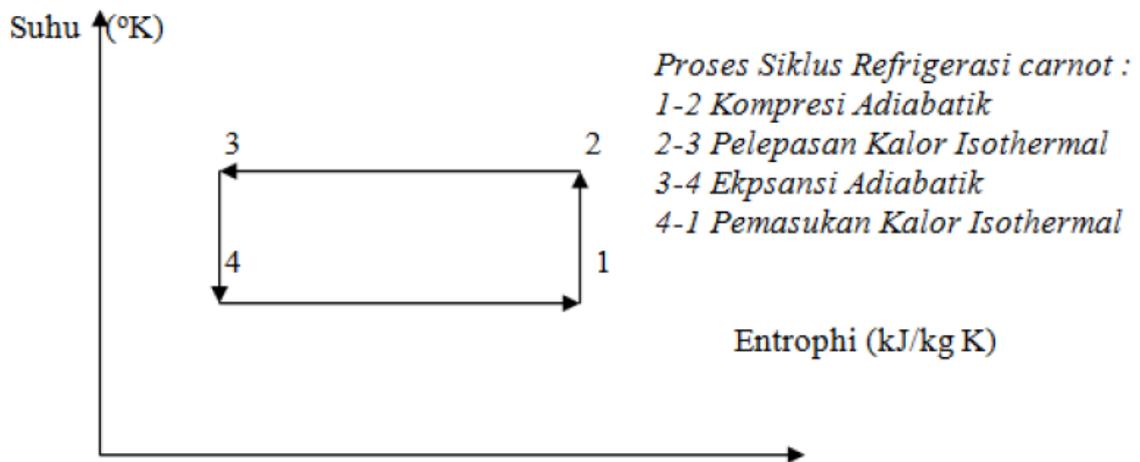
### 2.7.1 Siklus Refrigerasi Carnot

Siklus carnot secara thermodynamika bersifat *reversible*. Mesin carnot menerima energi kalor pada suhu tinggi merubah sebagian menjadi kerja dan kemudian mengeluarkan sisanya sebagai kalor pada suhu yang lebih rendah. Siklus refrigerasi carnot merupakan kebalikan dari siklus carnot dimana siklus refrigerasi menyalurkan energi dari suhu rendah menuju suhu yang lebih tinggi, sehingga siklus refrigerasi membutuhkan kerja luar untuk mendapatkan kerja. Diagram peralatan,

diagram entalpi suhu dari siklus refrigerasi diperlihatkan pada gambar 2.1 dan 2.2 berikut ini :



**Gambar 2.7 Peralatan Refrigerasi Carnot.**



**Gambar 2.8 Siklus Refrigerasi Carnot.**

## 2.8. Peralatan Mesin Pendingin

### 2.8.1. Kompresor

Kompresor merupakan jantung sistem kompresi uap, dimana kompresor berfungsi mengubah fluida kerja berupa gas dari yang bertekanan rendah menjadi gas bertekanan tinggi yang kemudian diteruskan menuju kondensor. Beberapa jenis kompresor untuk refrigeran adalah jenis bolak-balik, rotari, dan sentrifugal.

### 2.8.2. Kondensor

Kondensor merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah atau mendinginkan gas yang bertekanan tinggi berubah menjadi cairan bertekanan tinggi, dimana cairan tersebut dialirkan ke *orifice tube*. *Orifice tube* berfungsi menurunkan cairan yang bertekanan tinggi menjadi tekanan yang lebih rendah dan

menjadi cairan dingin bertekanan rendah, dalam suatu sistem lain yang disebut katup ekspansi.

### 2.8.3. Peralatan Ekspansi

Peralatan ekspansi dalam sistem refrigeran adalah menurunkan tekanan cairan refrigeran dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator.

### 2.8.4. Evaporator

Evaporator merupakan alat penukar kalor yang menyerap panas dalam ruangan melalui kumparan pendingin dan kipas. Evaporator meniupkan udara dingin kedalam ruangan. Refrigeran dalam ruangan mulai berubah kembali menjadi bertekanan rendah tetapi masih mengandung cairan sedikit, campuran refrigeran kemudian masuk ke *accumulator* (pengering). Hal ini dapat berlaku seperti *orifice* kedua cairan yang berubah menjadi uap bertekanan rendah yang murni, sebelum melauai kompresor untuk memperoleh tekanan dan beredar dalam sistem lagi.

## 2.9. COP (*Coefficient of Performance*)

Skala suhu sekarang yang digunakan menurut satuan internasional (SI) adalah skala Celcius, berdasarkan nominal pada titik lebur es pada 0 °C dan titik didih air pada tekanan atmosfer pada 100 °C. Hukum kekekalan energi menerangkan bahwa ketika kerja dan energi panas dipertukarkan maka tidak ada energi laba atau energi rugi, namun jumlah energi panas yang didapat dikonversikan menjadi kerja terbatas.

Panas dari suhu rendah ke suhu tinggi tanpa masukan kerja eksternal adalah tidak mungkin. Hubungan antara  $Q_1$ ,  $Q_2$  dan  $W$  hanya bergantung pada suhu reservoir panas dan dingin. Fisikawan Perancis Sadi Carnot (1796-1832) adalah orang pertama yang memprediksi bahwa hubungan antara kerja dan panas yang bergantung pada temperatur, dan proses pendinginan yang ideal dikenal sebagai siklus carnot. Untuk menemukan hubungan ini, suhu harus didefinisikan secara lebih mendasar.

Kelvin (1824-1907) bersama fisikawan terkemuka lainnya menyimpulkan bahwa skala suhu mutlak dapat didefinisikan dalam hal efisiensi mesin reversibel. Rasio ideal output bekerja untuk masukan panas ( $W/Q_1$ ) dari mesin reversibel E sama dengan suhu perbedaan ( $T_1-T_0$ ) dibagi dengan suhu reservoir panas ( $T_1$ ). Pada gambar 2.10 untuk mencari kerja  $W$  dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W = \frac{Q_2(T - T_o)}{T_o}$$

Sebelum melakukan penilaian suatu sistem refrigerasi terlebih dahulu harus ditetapkan ukuran keefektifan. Indeks prestasi ini tidak sama dengan efisiensi, karena ukuran tersebut biasanya hanya menggambarkan perbandingan keluaran dan masukan. Pada gambar 2.11 terlihat bahwa perbandingan keluaran dan masukan ini akan tidak berguna jika digunakan dalam sistem refrigerasi, karena proses keluaran akan terbuang. Konsep indeks prestasi pada refrigerasi sama dengan efisiensi, yang menyatakan perbandingan, Istilah prestasi dalam sistem refrigerasi disebut dengan koefisien prestasi atau COP (*Coefficient of Performance*) yang didefinisikan sebagai :

$$\text{COP} = \frac{\text{Refrigerasi bermanfaat}}{\text{Kerja bersih}}$$

$$\text{COP} = \frac{Q_2}{W} = \frac{T_o}{(T_1 - T_o)}$$

## 2.10. Review Penelitian Yang Relevan

Penggunaan sistem AC pada mobil akan mengambil energi dari mesin yang cukup besar untuk menggerakkan kompresor AC. Disamping itu selama beroperasinya kendaraan penggunaan AC akan meningkatkan emisi gas CO<sub>2</sub>. Oleh karena itu, makalah ini menyajikan studi efek penggunaan katup ekspansi dengan variasi penggunaan dua katup ekspansi dan penggunaan untuk meningkatkan performa kinerja AC. Distribusi temperatur MC-134 sebelum dan sesudah katup ekspansi diamati untuk menentukan efeknya pada tekan dan temperatur yang di alami dari siklus refrigerasi mesin kompresi uap. Di sisi lain, potensi merusak lapisan ozon (ODP) dan potensi pemanasan global (GWP) telah menjadi isu penting dalam pengembangan refrigeran baru. Hydro-fluorocarbon (HFC) refrigeran dengan nol ODP menjadi lebih baik untuk digunakan dalam aplikasi industri otomotif. HFC refrigeran juga memiliki spesifikasi yang sesuai seperti tidak-mudah terbakar, stabilitas, dan tekanan uap sama dengan CFC

dan HCFC refrigeran. (Teng, T. P.; Alsaad, M. A.,; 2012. 1998). Selain itu, potensi hidrokarbon (HC) seperti propana (R-290) dan butana (R-600) sebagai alternatif untuk CFC dan HFC refrigeran banyak dipelajari untuk memperbaiki pengaruh efek lingkungan. (Wongwises, 2005). Salah satunya adalah pengaruh terhadap lapisan ozon bahkan dapat menipiskan lapisan ozon sehingga dapat menimbulkan pemanasan global (global warming).

Seperti yang diketahui, salah satu parameter untuk mengukur kinerja sistem pendingin udara adalah COP (Coefficient Of Performance). COP membandingkan menghasilkan efek pendingin dengan evaporator ke kompresor bekerja. Dalam analisis sederhana, kerugian yang terjadi pada katup ekspansi tidak cukup. Pada kenyataannya, fenomena lapisan pembentukan es terbentuk di sekitar katup ekspansi selama sistem pendingin udara operasi. Untuk mengatasi hal ini adalah dengan cara penambahan dua katup ekspansi pada sistem AC agar pembentukan es pada katup ekspansi berkurang. Dalam analisis termodinamika sistem pendingin udara, umumnya membahas secara rinci pertukaran panas di evaporator, kondensor, dan kerja kompresor. Proses ekspansi yang terjadi di katup ekspansi diasumsikan proses iso-entalpi (Daly, 2006.). Bahkan, selama proses ekspansi refrigeran mengambil panas. Idealnya, proses pertukaran panas dalam sistem AC sepenuhnya terjadi pada evaporator. Dari pengamatan di lapangan, maka dari itu modifikasi pada katup ekspansi dan penggunaan refrigeran harus di ganti dengan yang lebih ramah lingkungan seperti MC-134. Namun demikian penggunaan refrigeran hidrokarbon (MC-12) dalam sistem refrigrasi kompresi uap terdapat beberapa permasalahan, Salah satu permasalahannya adalah performance katup ekspansi yang belum optimal, dapat dilihat pada Gambar 1.1 (Pornomo, 2015). Untuk itu diperlukan modifikasi penggunaan katup ekspansi dengan pemasangan dua katup secara paralel untuk meningkatkan performance katup ekspansi.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Spesifikasi Alat

Air Conditioner mobil kijang super Merk Saden, Voltage 12 Volt, Frequency 50 Hz, Net Weight Inner 2 Kg, Capacity 0,5 kW.

Dari gas refrigeran ditekan melalui kompresor kemudian masuk melalui kondensor, setelah melalui kondensor *freon* dirubah dari cair ke gas melalui pipa kapiler yang sebelumnya masuk ke *filter* yang dilanjutkan ke evaporator yang berfungsi menghisap kalor dan membuangnya ke kondensor. Setelah dari evaporator udara dingin yang ada di evaporator dikeluarkan melalui blower.

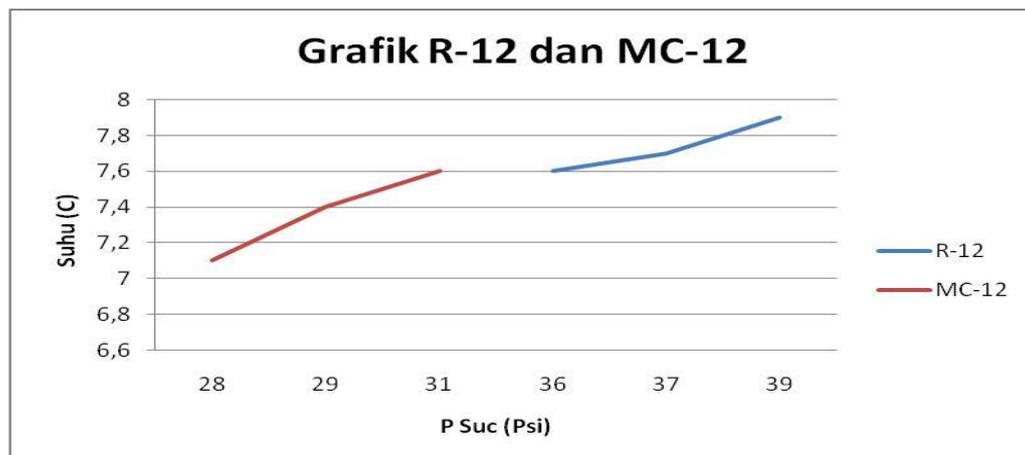
Yang dipakai dalam penelitian ini adalah AC mobil merk Saden dengan kapasitas 12 Volt, 150 Watt dengan dimensi ruangan 2x3 m<sup>2</sup>, dengan freon R-12.

### 3.2 Langkah-langkah Penelitian

Dilakukan secara eksperimen dengan langkah-langkah penelitian sebagai berikut :

- Menyiapkan AC dan peralatan (*tang ampere, pressure & temperature gauge, charging manifold* dan pompa vakum)
- Mencatat suhu di *in door* dan tekanan kondensor
- AC dimatikan dan dikuras *freon* nya, sesuai dengan SOP
- Melakukan pemvakuman sesuai SOP
- Setelah *freon* habis, mengisi MUSIcool sampai tekanan memenuhi syarat
- Selanjutnya AC dihidupkan dan di tes dengan pencatatan indikator

### 3.3 Analisa Grafik



Berdasarkan pengambilan data, analisa dan perhitungan yang diperoleh, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perhitungan COP, terlihat bahwa *performance* yang dihasilkan MUSIcool dengan kerja yang lebih kecil 2,8 menghasilkan pendinginan yang lebih besar dibandingkan dengan kerja yang dibutuhkan *freon* 3,1.
2. Dari pengambilan data terlihat bahwa temperatur yang dihasilkan menggunakan MUSIcool MC-12 lebih rendah (7,1 °C) dibandingkan menggunakan *freon* R-12 (7,6 °C), dengan tekanan yang dibutuhkan MUSIcool lebih kecil (28 Psi).

## BAB 4

### EFEKTIFITAS PENGGUNAAN *MUSICOOL* PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA (STUDI KASUS: AC MERK *TOSHIBA* DAN *PANASONIC* DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG)

MUSICool merupakan refrigerant produk PT PERTAMINA ( *PERSERO* ); sebagai media pendingin ruangan yang ramah lingkungan dan hemat energy ( Inpres No.10/2005 dan kebijakan menteri lingkungan No. 2 Tahun 2007 ). MUSICool dengan bahan dasar Hidrocarbon merupakan hasil kilang Migas yang diformulasikan sebagai pengganti Refrigerant R- 12, R-22 dan R-134a. Untuk menggunakan MUSICool sebagai pengganti Freon yang biasa merusak lapisan ozon, menurut (Anies SM 2010), Kerusakan ozon telah menjadi perhatian dan kekhawatiran dunia. Lapisan ozon di atmosfer melindungi kehidupan di bumi dari radiasi sinar ultraviolet, Berbagai penyakit dan gangguan kesehatan dapat timbul akibat kerusakan ozon. Lapisan ozon adalah lapisan atmosfer pada ketinggian 19-48 Km (12-30 mil) diatas permukaan bumi yang mengandung molekul-molekul ozon yang terbentuk akibat pengaruh sinar ultraviolet matahari terhadap molekul-molekul oksigen. Lapisan ozon di atmosfer melindungi kehidupan di bumi, karena melindungi dari radiasi sinar ultraviolet yang dapat menyebabkan kanker.

Oleh karena para ilmuwan sangat khawatir ketika mereka menemukan bahwa bahan kimia Fluroklorokarbon ( *CFC* )digunakan sebagai media pendingin memberikan ancaman terhadap lapisan ozon. Dan setiap satu molekul *CFC* mampu menghancurkan 100.000 molekul ozon. Menipisnya lapisan ozon dalam atmosfer bagian atas diperkirakan sebagai penyebab meningkatnya penyakit kanker kulit dan katarak pada manusia. Generasi mendatang dalam ancaman bahaya, oleh sebab itu perlu dilakukan langkah-langkah menghentikan progresivitas global warming melalui perbaikan lingkungan secara global dan berkesinambungan dan membeli produk-produk yang ramah lingkungan ( *Permendag. No.24/M-DAG/PER/6/2006* ).

Hasil Pengujian secara eksperimen pada beban AC yang sama dalam penelitian ini menggunakan dua merk AC split beban 1,5 PK dan setiap merk disediakan 5 buah AC: Kerapatan MUSICool lebih kecil jadi kerja kompresor lebih ringan 25 %, Rasio tekanan kondensasi terhadap evaporasi lebih kecil 0,5 -1 ° nilai Viscositas lebih kecil kemudian efek refrigerasi , *Coeficient of Performance ( COP )* dan konduktifitas bahan lebih besar.

Suatu langkah bijaksana bila masyarakat ikut berperan aktif dan peduli terhadap masalah lingkungan dan penyelamatan bumi, khususnya akibat dari penipisan ozon dan pemanasan global. Rusaknya ozon oleh bahan perusak ozon biasanya refrigerant banyak dikenal pengguna media pendingin dengan sebutan; R-12, R-22 dan R-134a Freon efek terbesar disebabkan oleh refrigerant syntetik halocarbon clurofluorocarbon ( CFC) selain karena pengaruh efek rumah kaca. Freon efek terbesar disebabkan oleh refrigerant syntetik halocarbon.

Sebagai wujud kepedulian PT. PERTAMINA ( PERSERO ) membangun pabrik refrigerant yang hemat energy dan ramah lingkungan dikota Palembang diberi nama MUSIcool., Hidrocarbon merupakan hasil kilang Migas yang diformulasikan sebagai pengganti Refrigerant ; R-12, R-22 dan R-134a menjadi MC-12, MC- 22 dan MC-134. Halocarbon yang masih memiliki potensi merusak lingkungan dalam hal penipisan lapisan ozon dan pemanasan global seperti: Chloro Fluoro Carbon ( CFC ): R-12, Hydro Chloro Fluoro Carbon (HCFC): R-22 dan Hydro Fluoro Carbon ( HFC ): R-134a telah dilarang beredar di Amerika.

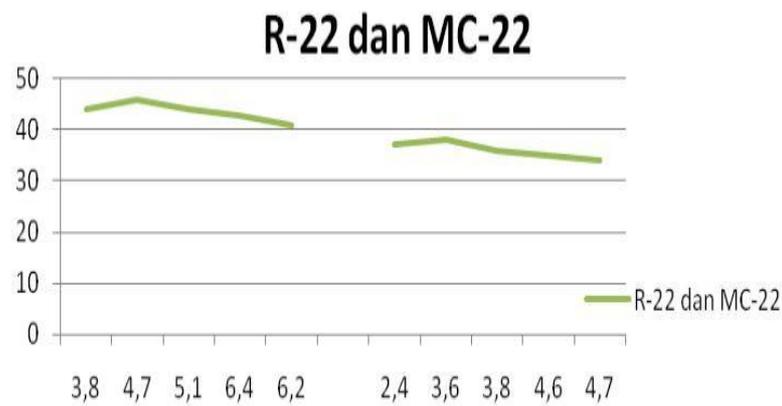
Lapisan ozon di atmosfer memberikan filter untuk radiation ultraviolet, yang dapat berbahaya bagi kesehatan kita. Para peneliti menemukan bahwa lapisan ozon menipis, akibat emisi ke atmosfer CFC, Halons dan bromida. The potensi merusak ozon (ODP) dari refrigeran yang merupakan efek pada ozon atmosfer, dan titik referensi biasanya diadopsi adalah ODP = untuk satu CFC R11. Setelah serangkaian pertemuan yang ketat dan negosiasi, pengesahan konvensi Viena montreal mengenai bahan yang merusak lapisan ozon akhirnya disetujui pada tahun 1987. Penandatanganan setuju untuk phase out produksi bahan kimia ini pada tahun 1995. Refrigerant emisi hanya sekitar 10% dari total, sisanya yang terdiri dari semprotan aerosol, pelarut dan insulasi busa. Industri pendinginan cepat pindah dari CFC ke HCFC; R22 dan HCFC campuran pengganti. Pada revisi berikutnya dari pengesahan konvensi Viena, jadwal fase-out untuk HCFC juga ditetapkan. R22, yang merupakan HCFC, memiliki ODP jauh lebih rendah dibandingkan CFC, tapi itu dianggap perlu untuk phase out semua zat ozon menipis, dan di bawah HCFC Montreal protokol akan dihilangkan pada tahun 2030. Hal ini menandai akhir dari R-22. Selain itu, Uni Eropa menyusun Peraturan jauh lebih ketat, 2037/2000, yang melarang semua peralatan HCFC baru di tahun 2004, melarang penjualan refrigeran HCFC baru untuk layanan pada bulan Januari 2010 dan refrigeran daur ulang pada tahun 2015. Untuk mengganti flor yang mengandung CFC dan HCFC, perusahaan kimia mengembangkan berbagai *hidrofluorokarbon* (HCFC). The HFCFs cenderung memiliki sifat termodinamika sedikit lebih miskin dari R-22, dan sebagai zat tunggal mereka biasanya tidak sama persis dengan kinerja zat kimia yang dimaksudkan untuk menggantikan.

Peneliti melakukan pengukuran variable-variabel: suhu dalam in door, Besar ampere pada out door, suhu out door dan tekanan refrigerat, dilakukan sebelum dan sesudah penggantian Freon ke MUSIcool masing-masing pada lima ruangan yang dipasang AC split dengan beban masing-masing 1,5 PK, data-data hasil pengukuran lihat Tabel 3.1a dan 3.2b

Tabel 3.1a AC Split Merk Panasonic isi R-22      Tabel 3.1a AC Split Merk Panasonic MUSIcool

No.	Ampere ( I )	Suhu uotdoor
1	3,8	44
2	4,7	46
3	5,1	44
4	6,4	43
5	6,2	41

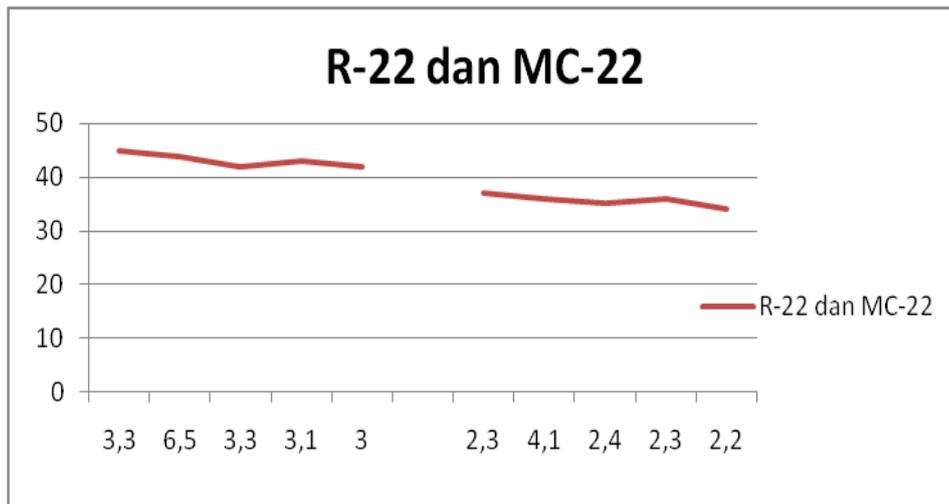
No.	Ampere (I)	Suhu outdoor
1	2,4	37
2	3,6	38
3	3,8	36
4	4,6	35
5	4,7	34



Tabel 3.2b AC Split Merk Toshiba isi R-22      Tabel 3.2b AC Split Merk Toshiba isi MUSIcool

No.	Ampere ( I )	Suhu outdoor
1	3,3	45
2	6,5	44
3	3,3	42
4	3,1	43
5	3	42

No.	Ampere (I)	Suhu outdoor
1	2,3	37
2	4,1	36
3	2,4	35
4	2,3	36
5	2,2	34



Gambar 4.2 R-22 dan MC-22

Kerapatan MUSIcool lebih kecil jadi kerja kompresor lebih ringan 25 %, Rasio tekanan kondensasi terhadap evaporasi lebih kecil 0,5-1<sup>o</sup> nilai viscositas lebih kecil kemudian efek refrigerasi , Coeficient of Performance ( COP ) dan konduktifitas bahan lebih besar.

**BAB 5**  
**PERBANDINGAN *REFRIGERANT HCFC* DAN *HIDROKARBON***  
**DALAM PROSES *PERCEPATAN* PENDINGINAN DAN**  
***PENGHEMATAN* ENERGI PADA *REFRIGENERATOR***

Efisiensi kerja suatu peralatan AC perlu mengetahui konsumsi listrik dan koefisien prestasi (COP) serta tingkat penggunaan energi (EER) AC tersebut. Semakin besar nilai koefisien prestasi dan EER AC tersebut, maka semakin efisien kerja AC. Melihat kenyataan tersebut, maka perlu dicari solusi untuk memperbaiki prestasi kerja AC agar lebih efisien dan hemat energi. Pertamina telah mengembangkan produk bahan pendingin untuk sistem refrigerasi yang ramah lingkungan dan hemat energi. Bahan pendingin tersebut dinamakan Musicool 22/MC-22 adalah bahan pendingin hidrokarbon sebagai pengganti bahan pendingin R-22. Bahan pendingin MC-22 kompatibel dengan komponen AC dengan bahan pendingin R-22 sehingga akan sangat menguntungkan untuk AC model lama tanpa harus membeli AC baru.

Dengan semakin berkembangnya pengetahuan manusia di zaman ini, maka banyak alat-alat teknologi dan industri yang dapat diciptakan untuk kebutuhan manusia. Salah satunya adalah sistem refrigerasi dan pengkondisian udara. Bidang refrigerasi dan pengkondisian udara saling berkaitan satu sama lain, tetapi masing masing mempunyai ruang lingkup yang berbeda. Dimana pengkondisian udara berfungsi sebagai penghangatan, pengaturan kelembaban dan kualitas udara, sedangkan refrigerasi meliputi pengawetan makanan, kimia dan proses industri. Sedangkan kesamaan antara keduanya adalah sebagai pendingin dan pengurangan kelembaban pada pengkondisian udara. Penerapan teknik refrigrasi yang terbanyak adalah refrigrasi industri, yang meliputi pemrosesan, pengawetan makanan, penyerapan kalor dari bahan. Alat ini terdiri dari kompresor, evaporator, kondensor dan katup ekspansi. Selain itu, alat ini juga membutuhkan fluida kerja yang disebut dengan refrigerant. Refrigerant adalah salah satu fungsi dari terjadinya perubahan kalor dalam mendinginkan suatu system. akan tetapi pula menggunakan jenis Refrigerator berdampak dari banyak pemakaian energi sehingga menyebabkan pemborosan energi dan pemasangan global akibat pemakaian jenis refrigerant yang dapat merusak lapisan ozon. dengan adanya dikeluarkannya peraturan pemerintah untuk lebih hemat energi dalam menggunakan energy listrik dan menggunakan jenis pendingin yang lebih ramah lingkungan maka pemakaian jenis refrigerant *hydrochlorofluorocarbon (HCFC)* dapat dimeminimalisasikan, sebagai alternatifnya

dialah dapat menggunakan sejenis refrigerant Hydrokarbon (HC), kerana jenis refrigerant ini lebih ramah lingkungan dan dapat menghemat energy.

### 5.1 Analisa Perhitungan COP

Dimana pengukuran 1 pk/R-22 konsumsi energi sebesar 0,746 kW dan 1pk/MC-22 konsumsi energi sebesar 0,546 kW pada pengukuran Arus pada ampere (I) pada kompresor AC yang mempunyai tekanan refrigerant 70 psi.

$$1 \text{ pk/R22} = 0,746 \text{ kW}$$

$$1 \text{ btu/h} = 0,000293071 \text{ kW}$$

Jadi jika AC memiliki kapasitas pendinginan 9000btu/hr dengan daya input 1 pk.

$$\text{COP/R22} = (9000 \times 0.000293071) / 0,746$$

$$= 2,638 / 0,746$$

$$= 3,56$$

Pendinginan menggunakan Hidro Karbon (MC-22), maka akan menghasilkan pendinginan sebesar 9000btu/h

$$1 \text{ pk/MC22} = 0.546 \text{ kW}$$

$$1 \text{ Btu/h} = 0.000293071 \text{ kW}$$

$$\text{COP/MC22} = (9000 \times 0.000293071) / 0,546 = 2.638 / 0.54 = 4,88$$

Dalam perhitungan EER menggunakan rumus  $\text{EER} = \text{BTU/W}$  dimana BTU refrigererator menggunakan AC split 1 PK menghasilkan 9000 Btu x jumlah watt akan menghasilkan EER pada sistem refrigerasi antara HCFC dan HC. Menghitung EER antara HCFC(R22) dan HC(MC22)

$$\text{EER R22 / MC22}$$

$$\text{EER/R22} = 9000/995$$

$$\text{EER/R22} = 9.04$$

$$\text{EER/MC22} = 9000/778$$

$$\text{ER/MC22} = 11,04$$

Jadi nilai rata-rata EER jenis refrigerant R-22 yaitu antara 9,04 – 8,7 dalam waktu 120 meit pengujian. Sedangkan nilai rata-rata EER dari Refrigerant MC-22 yaitu antara 11,04 sampai 10,5 dalam pengujian 120 menit.

### 5.2 Analisa HCFC ke HC

Dari Analisa diatas tersebut dampak retrofit dari HCFC ke HC memberikan dampak yang cukup signifikan baik dari Efisiensinya maupun percepatan pendinginan.

1. Pemakaian listrik turun antara 10% s/d 20%.
2. Efek refrigerant lebih baik, penyerapan kalor

3. Hardwares unit AC tidak mengalami masalah (kerusakan) baik pada saat perkerjaan konversi atau sesudahnya.
4. Proses perkerjaan konversi aman (tidak mengalami kerusakan baik hadwares maupun pelaksanaan konversi).

Dalam proses penghematan HC ini dapat memberikan nilai positif dari penggunaan refrigerasi untuk sistem refrigerator dimana unsur-unsur kimia dan termodinamika menjadi salah satu penyebab hematnya pemakaian energi listrik, ini membuktikan bahwa produk MC-22 memberikan solusi untuk melakukan penggantian refrigerasi yang lebih hemat dan ramah lingkungan, dan juga memberikan dampak dari umur kompresor yang panjang karena sistem refrigerator pada AC dapat lebih ringan dalam melakukan proses kerja kompresinya. Dan percepatan suhu pendinginan terjadi akibat senyawa molekul-molekul yang cukup ringan membuktikan bahwa penyerapan kalor panas dapat diserap cepat sehingga proses pendinginan akan mencapai temperatur pada setting suhu temperatur AC yang di inginkan oleh penggunaan.

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan data maka diperoleh perbandingan sebagai berikut:

1. Perbandingan hasil analisa system refrigerasi pada penghematan energi sangat signifikan antara nilai COP dan EER dimana COP setelah diretrofit HidroKarbon (MC-22) jauh lebih baik 3,56 menjadi 4,75. dan EER dari 9,04 menjadi 11 dari perbandingan HCFC (R-22)
2. Percepatan temperatur pendinginan juga cukup signifikan antara penggunaan HCFC(R-22) dengan HidroKarbon (MC-22) yang perubahan suhu temperatur udara +/- 2-4 °C.

## **BAB 6**

### **MENGUKUR KOEFISIEN UDARA DENGAN KINERJA PENDINGIN HIDROKARBON DENGAN MODIFIKASI INLET DIAMETER PUSAT KOMPRESOR**

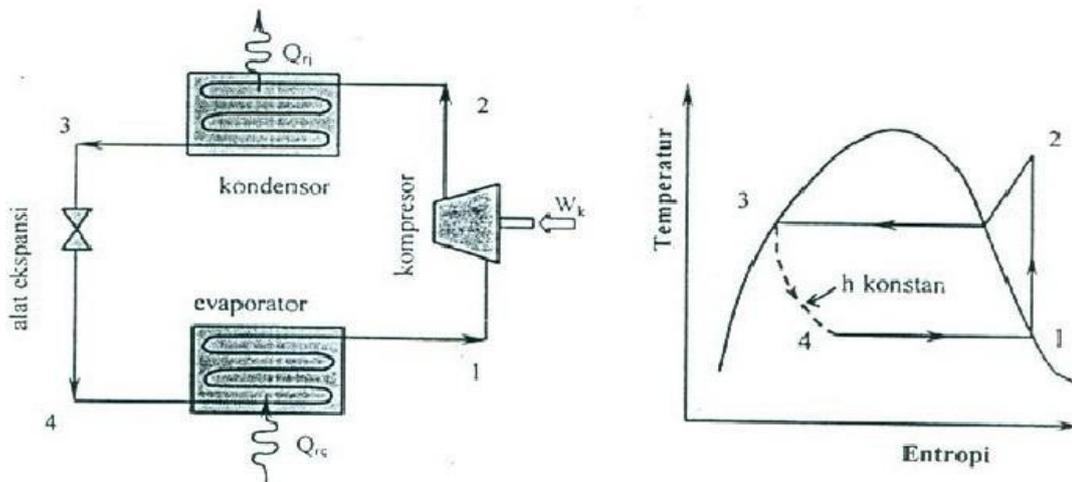
Latar belakang penelitian ini adalah penipisan ozon menjadi perhatian dunia dan berkontribusi dalam menyebabkan kanker kulit pada manusia dan gangguan kesehatan lainnya yang disebabkan oleh kebocoran refrigeran sintetis (CFC). Selain itu, menunjukkan peraturan dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia no. 14/2012 tentang manajemen energi dan Peraturan Pemerintah No.70 / 2009 tentang konservasi energi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengatasi masalah sebelumnya menggunakan refrigeran hidrokarbon yang terbukti lebih ramah lingkungan tetapi membutuhkan beberapa modifikasi pada diameter inlet kompresor pada sistem pendingin udara (A / C) yang sebelumnya menggunakan refrigeran CFC. Hal ini disebabkan oleh perbedaan viskositas di mana refrigeran sintetis memiliki kurang dari yang sintetik. Merek refrigeran hidrokarbon yang digunakan untuk penelitian ini adalah MUSIcool yang dibuat oleh PT PERTAMINA.

Metodologi penelitian adalah pada skala penelitian laboratorium dengan langkah-langkah penelitian berikut: pertama adalah mengukur COP yang ada dan A / C yang tidak dimodifikasi menggunakan refrigeran sintetis, langkah kedua adalah mengoperasikan dan mengukur COP modifikasi A / C yang dimodifikasi pada diameter asupan kompresor sentrifugal dan kemudian membandingkannya dengan yang tidak dimodifikasi. Jenis A / C yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe ruangan dingin dengan spesifikasi sebagai berikut: 4 kW, 380 V, 3 Phs, 50 Hz. Langkah ketiga adalah menyusun data untuk mewakilinya dalam bentuk grafis.

Hasil penelitian ini menunjukkan COP signifikan dari ruang dingin tipe A / C dengan konsumsi daya 4 kW 380 V, 3 fasa 50 Hz, refrigeran R22, dan spesifikasi massa refrigeran 5 kg antara penggunaan refrigeran sintetis dan hidrokarbon. Data-data berikut diperoleh dari penelitian ini: konsumsi daya listrik 2,725 KWh, sementara refrigeran Hidrokarbon mengkonsumsi 2,460 kW, 6,2 A. Yang menghemat 0,8 A atau 15% dari konsumsi listrik selama 24 jam dan 30 hari penggunaan.

Prinsip sistem kerja A / C dikenal sebagai siklus kompresi uap yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6.1. siklus kompresi uap

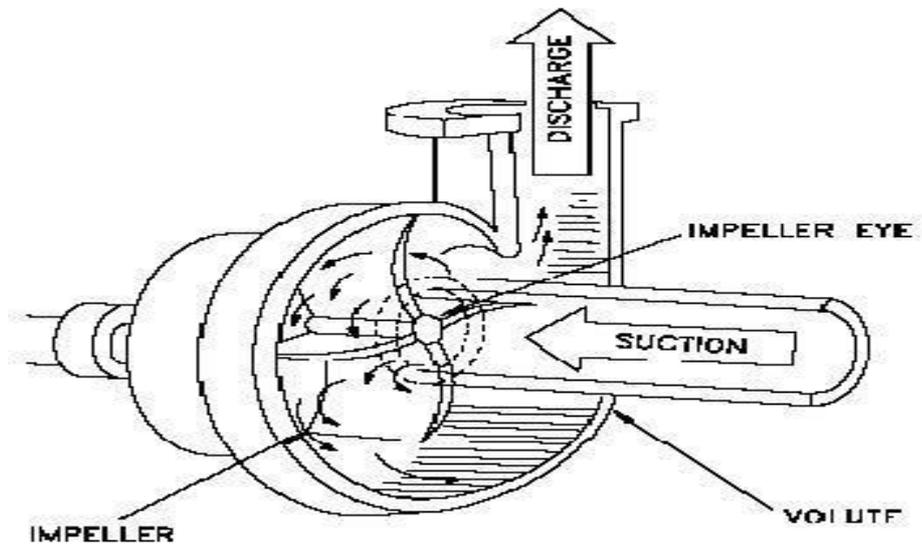
Refrigeran bertekanan rendah dikompresi dan diedarkan untuk menyerap panas dan kemudian dikondensasi dalam kondensator untuk membuang panas. Ketika panasnya dibuang, refrigeran berubah menjadi cairan dan kemudian diperluas pada katup ekspansi untuk menurunkan tekanan. Kemudian proses refrigeran berlanjut ke evaporator yang menguapkan refrigeran dan menyerap panas dan kemudian siklus berlanjut.

### 6.1 Kompresor sentrifugal

Kompresor sentrifugal diklasifikasikan dalam kompresor dinamis yang mengubah kecepatan fluida kerja (fluida kompresibel) menjadi energi potensial dengan menggunakan impeller mekanis (Munandar, 2009).

Impeller mengambil peran improtant dalam menghasilkan tekanan dan aliran gas yang diperlukan untuk pengoperasian sistem. Secara kepadatan, gas alam lebih besar dari CFC (Yeni, 2009), sehingga dalam pendinginan, hidrokarbon sebagai produk gas alam memiliki kepadatan lebih dari R-22 yang merupakan refrigeran sintetis dan diilustrasikan oleh gambar 2.2.

MUSICool adalah produk dari PT. PERTAMINA yang bersiap untuk mengganti refrigeran sintetis yang kurang ramah lingkungan dan menghemat lebih banyak energi (Inpres No.10 / 2005 dan kebijakan kementerian mineral dan resesi energi no. 2/2007). MUSICool yang terdiri dari hidrokarbon adalah produk dari fabrikasi gas alam yang memiliki sifat serupa dengan Refrigerant R-12, R-22 dan R-134a.



Gambar 6.2. Kompresor sentrifugal

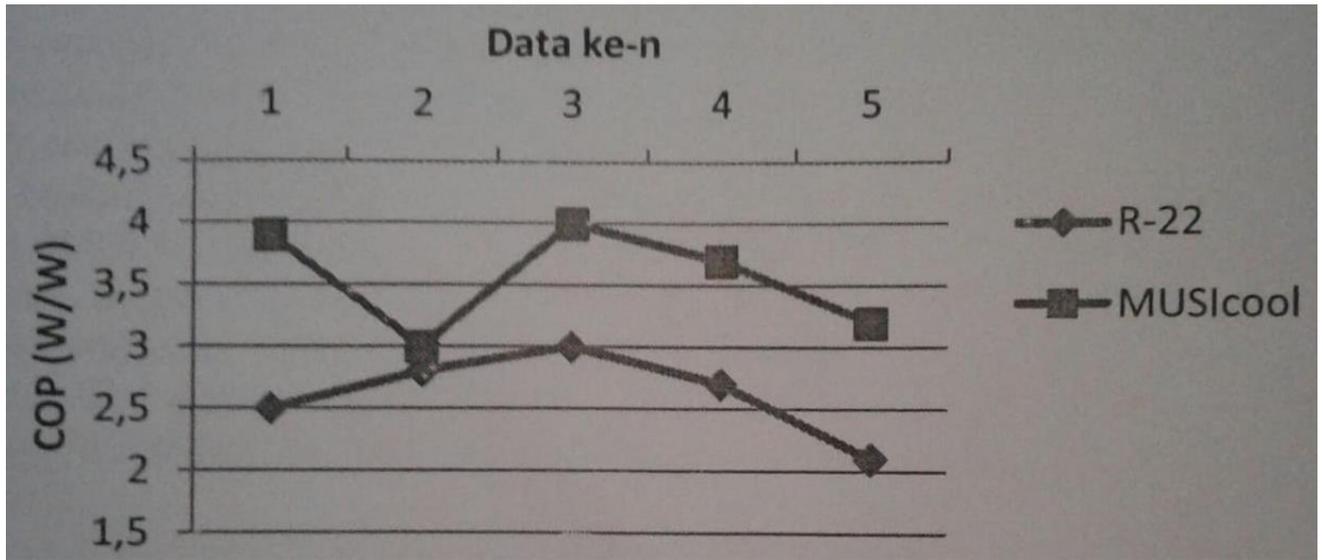
#### Koefisien Kinerja (COP) dari AC (A / C)

Koefisien Kinerja (COP) AC (A / C) didefinisikan sebagai perbandingan dari kerja atau bermanfaat keluaran ke jumlah pekerjaan atau input energi, digunakan secara umum sebagai alat untuk mengukur efisiensi energi AC, pemanas ruang dan pendingin dan pemanas lainnya perangkat. POLISI sama dengan panas yang dikirim (output) di Unit termal Inggris (Btu) per jam dibagi dengan panas setara dari listrik input energi (satu watt = 3,413 Btu / jam) atau, sebagai alternatif, rasio efisiensi energi dibagi dengan 3.413. Lebih tinggi COP, lebih tinggi efisiensi peralatan ([www.business dictionary.com](http://www.businessdictionary.com))

#### Metodologi Penelitian

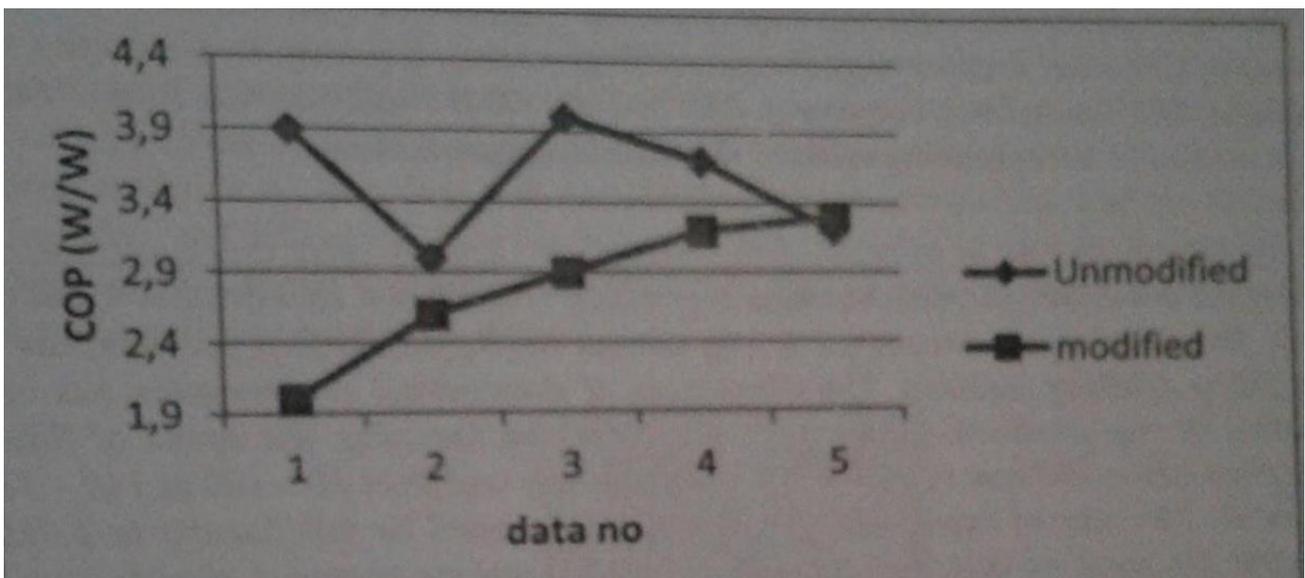
Langkah pertama untuk penelitian ini adalah mengukur ruang dingin tipe A / C 4 kW, 380 V, 3 fase, kinerja 50 Hz dengan data berikut diperoleh: menggunakan R-22, massa refrigeran 5 kg, konsumsi daya listrik 3,780 kW, 7.3 A yang diukur menggunakan multitester, berat skala dan ampere meter. Langkah kedua adalah modifikasi dengan memasang tapper pada pipa tembaga setebal 1 mm pada inlet pompa. Langkah ketiga adalah mengukur kinerja A / C dan mengganti refrigeran yang ada dengan MUSIcool dengan massa yang sama dan mengukur COP.

Gambar 6.3. menunjukkan perbandingan data COP ruangan dingin tipe A / C 4 kW dengan R-22 dan dengan MUSICool dengan suhu sekitar diasumsikan 35 Hai C.



Gambar 6.3. Perbandingan data COP ruangan dingin tipe A / C 4 kW dengan R-22 dan dengan MUSIcool dengan asumsi suhu sekitar 35 Hai C.

Gambar 6.4. menunjukkan perbandingan COP antara kompresor sentrifugal diameter inmodified dan modifikasi dengan refrigeran MUSIcool dan suhu lingkungan yang diasumsikan 35 °C.



Gambar 6.4. Perbandingan COP antara diameter sentrifugal inlet yang tidak dimodifikasi dan dimodifikasi kompresor dengan pendingin MUSIcool dan suhu lingkungan diasumsikan 35 Hai C.

## **BAB 7**

### **UJI SISTEM PENGKONDISIAN TATA UDARA AC SPLIT**

Mesin pendingin siklus kompresi uap merupakan jenis mesin pendingin yang paling banyak digunakan saat ini, umumnya media yang digunakan sebagai fluida kerja yang memindahkan panas dari produk yang didinginkan kelingkungannya adalah refrigeran sintetik. Fluida kerja tersebut dinamakan refrigeran. Refrigeran merupakan fluida kerja utama yang digunakan pada sistem pengkondisian udara untuk menyerap panas dan mengubahnya dalam sistem refrigerasi. Hal ini kemudian mendorong negara-negara di dunia termasuk Indonesia untuk kemudian bersama-sama melakukan pencegahan dan perbaikan dengan membuat kesepakatan. Kemudian kesepakatan ini dikenal dengan konvensi wina pada tahun 1985 diikuti dengan kesepakatan Montreal tahun 1987. Guna mengurangi dampak ODS (*Ozone Depleting Substances*) tersebut, pada tahun 1992 Indonesia telah menandatangani protokol Montreal. Pada saat itu pula Indonesia telah mencanangkan program “*Indonesian Country for the phase Out of Ozone Depleting Substances (ODS) under the Montreal Protokol*”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk membandingkan kerja kompresi, panas yang di serap, daya listrik yang di gunakan mesin pendingin dengan jenis *split* antara refrigeran R-22 dengan refrigerant R-290. Hasil dan analisa ini memperlihatkan bahwa R-290 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan R-22 pada unjuk kerja kompresi. konsumsi daya R22 sebesar 0.30 kw dan R290 sebesar 0.26. R290 hal ini dipengaruhi oleh kerja kompresor yang ringan sehingga akan berdampak konsumsi daya listrik. Konsumsi daya R290 42% lebih hemat dari R22. kalor yang di serap R 22 lebih kecil dibandingkan dengan yang menggunakan hidrokarbon.

#### **7.1 Mesin pendingin**

Mesin pendingin siklus kompresi uap merupakan jenis mesin pendingin yang paling banyak digunakan saat ini, umumnya media yang digunakan sebagai fluida kerja yang memindahkan panas dari produk yang didinginkan kelingkungannya adalah refrigeran sintetik. Sejak ditemukan sekitar tahun 1930 hingga pertengahan 1970, dampak penggunaan refrigeran sintetik seperti refrigeran chlorofluoro carbon (CFC), dan hydro chloro fluoro carbon (HCFC) belum menjadikan masalah lingkungan (Powell,2001).

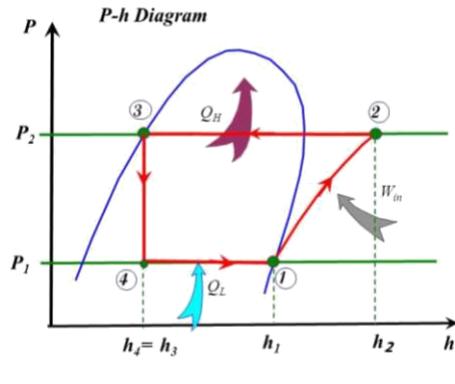
Dalam proses refrigerasi atau pengkondisian udara dibutuhkan zat yang berguna sebagai fluida kerja untuk memindahkan panas dari suatu ruang menuju ke lingkungan. Fluida kerja tersebut dinamakan refrigeran. Refrigeran merupakan fluida kerja utama yang digunakan pada sistem pengkondisian udara untuk menyerap panas dan mengubahnya dalam sistem refrigerasi. Refrigeran menyerap panas pada temperatur rendah dan tekanan rendah dan melepaskannya pada temperatur dan tekanan yang lebih tinggi. Refrigeran mengalami perubahan fasa selama proses absorpsi panas, evaporasi, pelepasan panas dan kondensasi (Wang,2001)

Hal ini kemudian mendorong negara-negara di dunia termasuk Indonesia untuk kemudian bersama-sama melakukan pencegahan dan perbaikan dengan membuat kesepakatan. Kemudian kesepakatan ini dikenal dengan konvensi wina pada tahun 1985 diikuti dengan kesepakatan Montreal tahun 1987. Guna mengurangi dampak ODS (*Ozone Depleting Substances*) tersebut, pada tahun 1992 Indonesia telah menandatangani protokol Montreal. Pada saat itu pula Indonesia telah mencanangkan program “*Indonesian Country for the phase Out of Ozone Depleting Substances (ODS) under the Montreal Protokol*”. Sehingga mulai awal tahun 2020 sampai dengan tahun 2030 bahan pendingin refrigeran jenis HCFC akan dihapus dan dihentikan penggunaannya (An ECOFRIG 1997)

Untuk menghindari penipisan lapisan ozon akibat dari penggunaan refrigeran dari jenis halokarbon tersebut dicarilah alternatif refrigeran lain yang lebih baik tanpa memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan. Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengembangkan refrigeran yang tidak mengandung klorin serta tidak merusak lapisan ozon. Refrigeran alternatif yang mulai banyak digunakan yaitu refrigeran dalam golongan HFC (*Hydrofluorocarbon*) seperti R-134a yang dianggap dapat mengimbangi performa dari refrigeran sebelumnya CFC dan HCFC (Miller, 2006)

## **7.2. Pengujian kompresor**

Pengujian dilakukan selama 2 jam dan dilakukan pengambilan data setiap 5 menit. Pengamatan dilakukan terhadap parameter yang diukur yang kemudian dianalisa untuk mengetahui kinerja sistem. Gambar 7.1 Parameter yang diukur meliputi Tekanan masuk kompresor, tekanan keluar kompresor, tekanan masuk katup ekspansi, tekanan keluar pipa kapiler, Temperatur masuk kompresor, temperatur keluar kompresor, temperatur masuk pipa kapiler, temperatur keluarkatup eksansi, temperatur bola basah dan bola kering udara masuk evaporator, temperatur bola basah dan bola kering udara keluar kompresor, Arus listrik dan kecepatan udara keluar evaporator.



Gambar 8.1. Diagram p-h dan penempatan alat ukur

Perbandingan kinerja dari refrigeran R-22 dan R-290 dilakukan analisa unjuk kerja pada kedua refrigeran. Unjuk kerja tersebut meliputi adalah kerja kompresor, daya listrik, efek refrigerasi,

### 7.3 Kerja Kompresor

Kerja kompresor adalah daya yang digunakan energy persatuan massa (kj/kg). Daya yang di konsumsi oleh system kompresor agar mampu menggerakkan fluida ke dalam system mesin pendingin (watt). efek refrigerasi jumlah kalor yang di serap dalam energy persatuan massa (kj/kg).

Persamaan kerja kompresor:

$$W_c = h_2 - h_1 \quad (\text{kJ/kg}) \quad (1)$$

$W_c$  = kerja kompresor

$h_1$  = enthalpy masuk kompresor

$h_2$  = enthalpy keluar kompresor

2.2. Persamaan daya yang di konsumsi system tata udara:

$$\text{Daya} : P \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (\text{watt}) \quad (2)$$

P: tegangan

I : Arus listrik beban

$\cos \varphi$ : faktor daya

2.3 Persamaan kalor yang di serap oleh evaporator :

$$Q_e = h_1 - h_4 \quad (\text{kJ/kg}) \quad (3)$$

$Q_e$ : kalor yang di serap (kj/kg)

$h_1$ : enthalpy masuk kompresor (kj/kg)

h2: enthalpy keluar ekspansi (kj/kg)

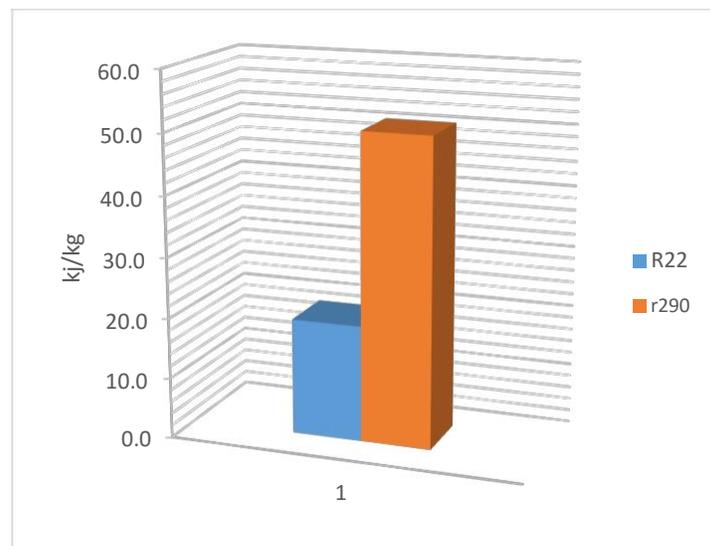
#### 7.4. Analisa sistem kompresor

Tabel .1 menunjukan hasil enthalpy yang di peroleh dari hasil pengujian sehingga dengan ini dapat di lanjutkan untuk memperoleh nilai / nilai yang akan di cari.

Tabel 7.1. Enthalpi R22 dan R290

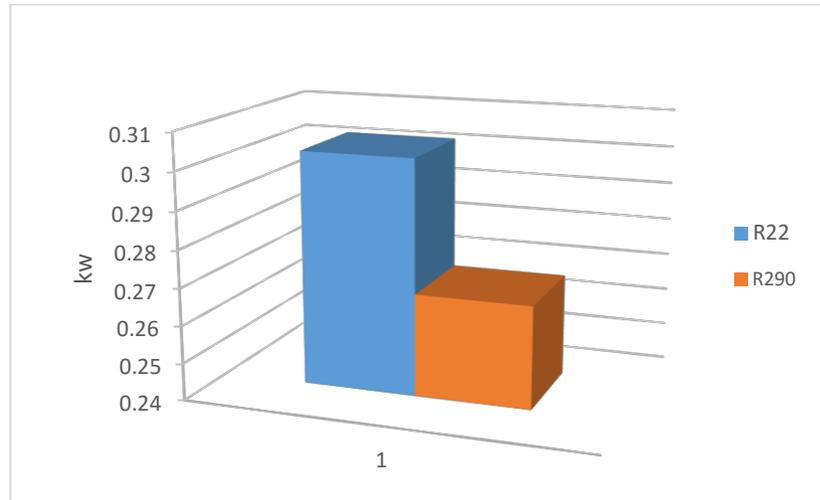
R290			
h1	h2	h3	h4
597.05	647.71	278.19	278.19
R22			
h1	h2	h3	h4
418.9	438.1	236.7	236.7

Gambar 8.2. Menunjukan bahwa kerja kompresi R22 yaitu 19.2 dan untuk R290 yaitu 50.7.R290 lebih ringan 67% hal ini di pengaruhi oleh berat masa jenis dan juga flambilitinya yang tinggi.



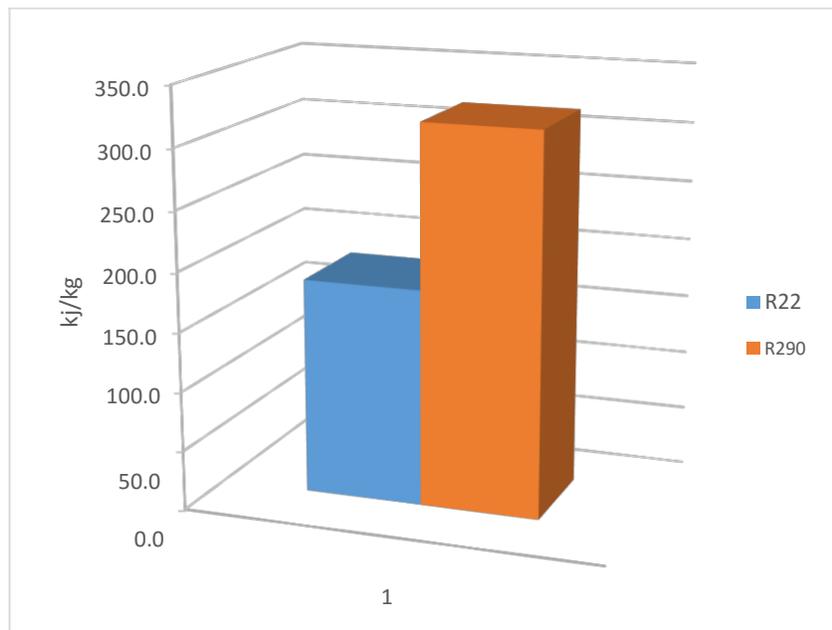
Gambar 7.2. Kerja kompresor

Gambar 7.3. Memperlihatkan konsumsi daya R22 sebesar 0.30 kw dan R290 sebesar 0.26. R290 hal ini dipengaruhi oleh kerja kompresor yang ringan sehingga akan berdampak konsumsi daya listrik. Konsumsi daya R290 42% lebih hemat dari R22.



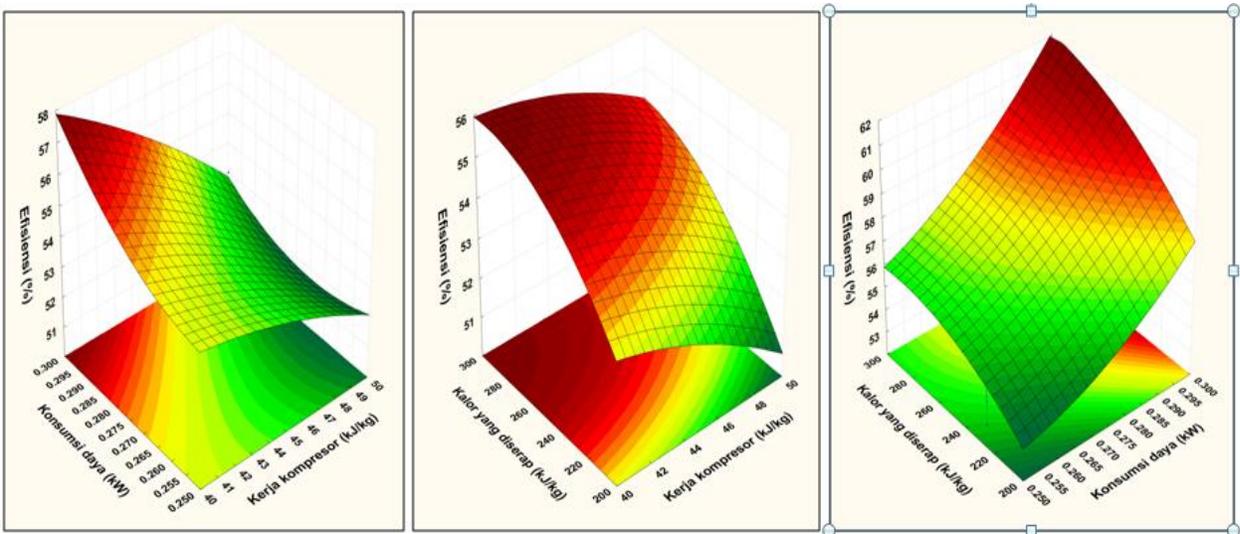
Gambar 7.3 Konsumsi daya

Gambar 7.4. memperlihatkan bahwa kalor yang di serap R 22 lebih kecil dibandingkan dengan yang menggunakan hidrokarbon, berdasarkan dari beberapa literature hal itu terjadi sebagai akibat bahwa kalor laten hidrokarbon lebih besar dibandingkan dengan R22



Gambar 8.4. Kalor yang di serap

Berdasarkan ketiga variabel percobaan tersebut, dilakukan optimasi terhadap interaksi ketiga variabel (suhu, konsentrasi  $\text{Ca}^{2+}$  dan asam sitrat) terhadap respon massa kerak. Optimasi variabel dilakukan dengan metode statistik yaitu dengan cara *Response Surface Methodology* RSM, menggunakan software Statistica 6. Hasil optimasi berupa model persamaan yang menghasilkan massa kerak optimum (Tatieni dkk., 2007). Gambar 8.5 menunjukkan optimasi ketika hasil penelitian dengan respon efisiensi (%).



Gambar 8.5. Optimasi Variabel Dengan Respon Efisiensi

## BAB 8 LAMPIRAN PENDUKUNG

Produk Pertamina Refrigerant Musicool selain tidak merusak ozon, ramah lingkungan juga sangat dibutuhkan untuk perusahaan, rumah sakit perguruan tinggi, sekolah negeri maupun swasta yang mendukung program Go Green dan berorientasi konservasi. Diharapkan didalam lingkungan kerja atau kampus tercipta nuansa yang bersih, sejuk, indah ditunjang sistem pelayanan yang maksimal.

Kelebihan lain, Musicool dapat menghemat energy sampai 25 persen, otomatis biaya listrikpun akan mengalami penurunan yang signifikan.

### **Perhitungan :**

$$\text{RATA-RATA AMPERE / PK} = 4,1 \text{ A}$$

$$\text{TOTAL AMPERE } 100 \text{ PK} \times 4,1 \text{ A} = 410 \text{ A}$$

**BILA DIASUMSIKAN PENGHEMATAN 20%**

$$410 \text{ A} \times 20\% = 82,0 \text{ A}$$

$$82,0 \text{ A} \times 220\text{V} = 18.040 \text{ W}$$

$$18.040 \times 1245 \text{ (TDL)} \times 8 \text{ (JAM)} \times 22 \text{ (HR)} = 3.452.925$$

**Jika harga Musicool / PK Rp 200.000**

$$\text{Maka } 100 \text{ PK} \times \text{Rp } 200.000 = \text{Rp } 20.000.000$$

**Dengan penurunan tarif listrik setiap bulannya Rp 3.452.925**

Maka dalam waktu 5 bulan biaya yang dikeluarkan untuk retrofit Musicool akan kembali dan selanjutnya tinggal menikmati penghematan listrik, secara otomatis meringankan biaya listrik setiap bulannya.

## Kerusakan Ozon

## Katarak dan Kanker Kulit pun Meningkatkan



## KERUSAKAN ozon

telah menjadi perhatian dan kekhawatiran dunia. Lapisan ozon

di atmosfer melindungi kehidupan di bumi dari radiasi sinar ultraviolet. Berbagai penyakit dan gangguan kesehatan dapat timbul akibat kerusakan ozon.

Lapisan ozon adalah lapisan di atmosfer pada ketinggian 19-48 km (12-30 mil) di atas permukaan bumi yang mengandung molekul-molekul ozon. Konsentrasi ozon di lapisan ini mencapai 10 ppm dan terbentuk akibat pengaruh sinar ultraviolet matahari terhadap molekul-molekul oksigen. Peristiwa ini telah terjadi sejak berjuta-juta tahun yang lalu, tetapi campuran molekul-molekul nitrogen yang muncul di atmosfer menjaga konsentrasi ozon relatif stabil.

Ozon adalah gas beracun sehingga berada di dekat permukaan tanah akan berbahaya bila terhisap dan dapat merusak paru-paru. Sebaliknya, lapisan ozon di atmosfer melindungi kehidupan di bumi, karena dia melindungi dari radiasi sinar ultraviolet yang dapat menyebabkan kanker. Oleh karena itu, para ilmuwan sangat khawatir ketika mereka menemukan bahwa bahan kimia klorofluorokarbon (CFC) yang biasa digunakan sebagai media pendingin dan gas pendorong spray aerosol, memberikan ancaman terhadap lapisan ini.

CFC digunakan oleh masyarakat modern dengan cara yang tidak terduga banyaknya, antara lain (1) AC, (2) kulkas, (3) bahan dorong dalam penyembur (aerosol), diantaranya kaleng semprot untuk pengharum ruangan, penyemprot rambut atau parfum, (4) pembuatan busa, (5) bahan pelat dan sebagainya.

Satu buah molekul CFC memiliki masa hidup 50 hingga

100 tahun dalam atmosfer sebelum dihapuskan. Apabila dilepas ke atmosfer, zat yang mengandung klorin ini akan dipecah oleh sinar matahari yang menyebabkan klorin dapat bereaksi dan menghancurkan molekul-molekul ozon. Setiap satu molekul CFC mampu menghancurkan hingga 100.000 molekul ozon. Oleh karena itu, penggunaan CFC dalam aerosol dilarang di Amerika Serikat dan negara-negara lain di dunia. Bahan-bahan kimia lain seperti bromin halokarbon, dan juga nitrogen oksida dari pupuk, juga dapat menyerang lapisan ozon.

Menipisnya lapisan ozon dalam atmosfer bagian atas diperkirakan menjadi penyebab meningkatnya penyakit kanker kulit dan katarak pada manusia. Radiasi ultraviolet (UV) dari matahari berperan dalam peningkatan beberapa penyakit noninfeksi.

Kebanyakan radiasi yang sampai ke bumi merupakan sinar UV-A yang memiliki panjang gelombang 315-400 nanometers. Sedangkan sinar UV-C (180-280 nm) akan dihalangi sepenuhnya oleh atmosfer dan UV-B (290-315 nm) yang dapat menyebabkan katarak, kanker kulit dan bersifat immunosupresi akan diserap ozon pada lapisan stratosfer. Namun seiring dengan menipisnya ozon akibat penumpukan gas CFC, sinar UV-B ini tidak terblokir dan dapat menimbulkan berbagai penyakit noninfeksi tersebut.

## Kanker Kulit

Penyerapan UV-B/C pada kulit dibatasi oleh lapisan basal epidermis, sedangkan UV-A dapat menembus stratum korneum dan lapisan atas stratum Malpighi. UV-C memberikan efek tidak langsung terhadap timbulnya eritema dan mengubah fungsi imunitas sel langhans. UV-B memberikan efek terparah, dari eritema, kanker kulit sampai dengan induksi luka bakar. UV-A dapat menimbulkan kanker kulit dan niementasi kulit. Peningkatan suhu dalam jangka waktu lama sebesar 2 derajat C sebagai akibat perubahan iklim, akan meningkatkan efektivitas UV sebesar 10%.

## Kerusakan Mata

Pada mata, energi radiasi UV-B sebagian besar diserap kornea dan dapat mencapai lensa. Sedangkan UV-A dapat diserap kuat oleh lensa dan sebagian kecil dapat mencapai retina. Katarak merupakan penyebab kebutaan dari setengah jumlah kasus kebutaan akibat radiasi ultraviolet. Risiko ini meningkat sebanding dengan dosis pajanan radiasi. Asam amino dan sistem transport membran pada lensa umumnya mudah mengalami proses fotooksidasi oleh oksigen radikal dari UV-B.

Gangguan mata lain yang dapat terjadi akibat radiasi adalah keratokonjungtivitis, pterigium, eritema dan gangguan pada kornea dan kelopak mata. Keratokonjungtivitis (*welder's flash* atau *snow blindness*) yaitu reaksi radang akut kornea dan konjungtiva mata akibat reaksi fotokimia pada kornea (fotokeratitis) dan konjungtiva (fotokonjungtivitis) yang dapat timbul beberapa jam setelah pajanan 200-400 nm dan berlangsung umumnya hanya 24-48 jam. Gejala yang mungkin timbul berupa iritasi, kemerahan bola mata disertai rasa sakit yang parah dan pada beberapa kasus terjadi blepharospasme.

Eritema kornea mata muncul muncul beberapa jam pasca pajanan sinar 20-400 nm, biasanya berlangsung selama 8-72 jam bergantung tingkat pajanan dan daerah spektrum. Pajanan kronik dapat pula menimbulkan pterigium atau tumpukan lemak di atas kornea.

Kanker kulit yang berkaitan dengan radiasi sinar matahari, dapat berupa kanker non-melanomatous (basal cell carcinoma, squamous cell carcinoma) dan melanoma superficial. Melanoma merupakan bentuk kanker kulit yang paling sering ditemukan, biasanya berbentuk benjolan, kecil, atau nodul. Sedangkan squamous cell carcinoma berbentuk nodul merah bersisik. Tidak seperti kanker kulit lainnya, melanoma tidak berhubungan dengan pemaparan kumulatif total terhadap radiasi ultraviolet, melainkan berkaitan dengan pemaparan intermiten yang kuat.

## Solusi

Perubahan iklim atau lebih dikenal dengan *global warming*, menyebabkan perubahan-perubahan pada lingkungan, sehingga terjadi ketidakseimbangan komponen biologi. Hal tersebut mengakibatkan berkembangnya berbagai penyakit infeksi maupun penyakit noninfeksi.

Generasi mendatang berada dalam ancaman bahaya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan langkah untuk menghentikan progresivitas *global warming* melalui upaya perbaikan lingkungan secara global dan berkesinambungan.

Banyak tindakan yang bisa dilakukan oleh setiap individu untuk mencegah terjadinya perubahan iklim. Di antaranya bersepeda jika jarak tempuh dekat, sehingga akan mengurangi polusi udara yang dihasilkan. Demikian pula mematikan listrik jika tidak digunakan, karena dapat mengurangi emisi gas karbon yang dihasilkan.

Langkah-langkah lain untuk mencegah pemanasan global antara lain membeli produk-produk ramah lingkungan dan sedikit kemas, memanfaatkan lahan kosong untuk pepohonan, menggunakan transportasi umum daripada kendaraan pribadi, serta rajin menyervis kendaraan bermotor untuk mengurangi emisi gas buang. (1)

- Prof Dr dokter Anies, MKes, PKK, Guru Besar Ilmu Kesehatan Masyarakat dan Kedokteran Pencegahan pada Fakultas Kedokteran Universitas Dinanopom

# Unnes Tarjukkan Satu Juta Biopori

## Finalis Toyota Eco Youth ZMKI dan SMA Semesta

SEMARANG-Tim final Toyota Eco Youth (TEY) ke-10 akan digelar di panggung lingkungan hidup yang akan digelar pada Sabtu (19 Feb) di SMA Semesta Semarang dan ZMKI 2 Semarang. Kegiatan ini merupakan ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori".

Tim final ini terdiri dari perwakilan dari SMA Semesta Semarang dan ZMKI 2 Semarang. Kegiatan ini merupakan ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori".

"Pusat penelitian ini sangat penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya biopori," ujar Kepala Bidang Penelitian dan Pengembangan, R. H. Hidayat. Kegiatan ini merupakan ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori".

Kegiatan ini merupakan ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori". Kegiatan ini merupakan ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori".

ikut memcegas terjadinya permasalahan global dan memperlakukan orang-orang.

Ramp dan Hama  
Semesta ini Direktur PT. Hidayat  
Upaya Makmur (UM) dan Eco Youth  
sebagai rekan yang diundang Unnes  
mendukung. Muncol yang bekerja  
alam (non-CFC) ini selain ramah ling-  
kungan juga sangat penting untuk

Produk ini sudah banyak digunakan  
baik di perkotaan, hotel, sekolah, dan  
rumah-rumah. Namun, untuk kalangan  
pedesaan yang Unnes juga diundang  
kegiatan. Adapun sebagai ajang kompetisi  
konvensional Unnes juga menggelar kompetisi  
padi sebagai pengganti gula lainnya.  
"Kami sangat bangga karena Unnes  
sangat peduli pada pelestarian ling-  
kungan."

Edu juga menekankan pentingnya  
citra yang baik (CFC) yang selaras  
dan baik di bagian lain. Kegiatan ini  
gini sangat penting untuk meningkatkan  
lingkungan yang baik. Kegiatan ini  
sangat penting untuk meningkatkan  
lingkungan yang baik. Kegiatan ini  
sangat penting untuk meningkatkan  
lingkungan yang baik. Kegiatan ini

SEMARANG-Universitas Negeri Semarang (Unnes) yang  
disponsori oleh Pertamina kembali mempuatkan karya tulis  
masyarakat lingkungan yang bertema "Biopori". Kegiatan ini  
menciptakan karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori".  
Pertama-tama Unnes sudah mempuatkan karya tulis dan gambar  
yang dipublikasikan ke berbagai media massa dan juga di

"Kegiatan ini merupakan ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori". Kegiatan ini merupakan ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori".

Unnes pun menggelar ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori". Kegiatan ini merupakan ajang kompetisi karya tulis dan gambar yang bertema "Biopori".

Penelitian dan Pengembangan, R. H. Hidayat



UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	LG	CU PC9 GKJ	2	Ruang LP3	1	7,7	R22	6,4	MC 22	1,3	16,88312
2	Split	Panasonic	CU PC9 GKJ	1,5	Ruang LP3	1	4	R22	3,3	MC 22	0,7	17,5
4	Split	LG	HSC 1865 SA8	2	Ruang LP3	1	7,7	R22	6	MC 22	1,7	22,07792
4	Split	Panasonic	CU PC9 GKJ	1,5	Ruang Kep BAAKK	1	4,7	R22	3,3	MC 22	1,4	29,78723
5	Split	Panasonic	CU PC 9GK	1,5	Ruang LP3	1	3,8	R22	2,4	MC 22	1,4	36,84211
6	Split	Toshiba	RAS 10 UAX u	1,5	Ruang PPL	1	5,3	R22	4,2	MC 22	1,1	20,75472
7	Split	Panasonic	CU C12 DKH	1,5	Ruang PPL	1	5,1	R22	3,8	MC 22	1,3	25,4902
8	Split	Himida	HMD 12T	1,5	R. Pertemuan LPM	1	6	R22	4,6	MC 22	1,4	23,33333
9	Split	Himida	HMD 12T	1,5	R. TU LPM 1	1	6	R22	4,6	MC 22	1,4	23,33333
10	Split	Himida	HMD 12T	1,5	R. TU LPM 2	1	6,3	R22	5,2	MC 22	1,1	17,46032
11	Split	Akira	AC S19 CGA	1,5	R. Kabag MAWA	1	7,7	R22	6	MC 22	1,7	22,07792
12	Split	Daikin	RE 25 JV1	1	R. MAWA	1	3,9	R22	2,8	MC 22	1,1	28,20513
13	Split	Panasonic	CU 513 HKP	1	R. LEMLIT 1	1	6,2	R22	5,3	MC 22	0,9	14,51613
14	Split	Himida	HMD 18T	1,5	R. LEMLIT 2	1	12,4	R22	8,2	MC 22	4,2	33,87097
15	Split	Himida	HMD 18T	1,5	R. LEMLIT 3	1	14,6	R22	9	MC 22	5,6	38,35616
16	Split	LG	HCS 1264 DA2	1,5	R. Perpus 6034	1	5,3	R22	4,6	MC 22	0,7	13,20755
17	Split	Toshiba	RAS 10 UAX 4	1,5	R. Multimedia-Perpus	1	3	R22	2,2	MC 22	0,8	26,66667
18	Split	Toshiba	RAS 09 NASX 1	1,5	R. PPL	1	3,3	R22	2,4	MC 22	0,9	27,27273
19	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Pimp. Perpus	1	5	R22	4	MC 22	1	20
20	Split	Toshiba	RAS 10 UAX U	1,5	R. Multimedia 2	1	3,1	R22	2,3	MC 22	0,8	25,80645
21	Split	Panasonic	CU PC 12 GKJ	1,5	R. 405	1	6,6	R22	4,8	MC 22	1,8	27,27273
22	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. 405	1	5,3	R22	4,1	MC 22	1,2	22,64151
23	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. 405	1	5,7	R22	4,2	MC 22	1,5	26,31579
24	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. 405	1	5,4	R22	4	MC 22	1,4	25,92593
25	Floor	Daikin	R 125 LUY 15	5	R. Senat	1	12	R22	8,7	MC 22	3,3	27,5
26	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 404	1	6,2	R22	4,7	MC 22	1,5	24,19355
27	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 404	1	6,7	R22	4,6	MC 22	2,1	31,34328
28	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 405	1	6,7	R22	4,5	MC 22	2,2	32,83582

29	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 405	1	6,7	R22	4,6	MC 22	2,1	31,34328
30	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Senat	1	5,9	R22	4,7	MC 22	1,2	20,33898
31	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Senat	1	5,8	R22	4,7	MC 22	1,1	18,96552
32	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Senat	1	5,7	R22	4,6	MC 22	1,1	19,29825
33	Floor	Daikin	R 125 LUY 15	5	R. Senat	1	12	R22	8	MC 22	4	33,33333
34	Split	Panasonic	CU PC 12 GKJ	1,5	R. BAPK	1	6,8	R22	5	MC 22	1,8	26,47059
35	Split	Panasonic	CU PC 7 GKJ	1	R. Kabag Kepegawaian	1	3,2	R22	2,3	MC 22	0,9	28,125
36	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Badan Audit Internal	1	6,8	R22	5,1	MC 22	1,7	25
37	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. B. Audit Int	1	4,7	R22	4	MC 22	0,7	14,89362
38	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Senat	1	5,6	R22	4,1	MC 22	1,5	26,78571
39	Split	Toshiba	RAS 10 UAX 4	1,5	R. Multimedia 3-Perpus	1	3,3	R22	2,3	MC 22	1	30,30303
40	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. Ka. BAUK	1	5	R22	4,1	MC 22	0,9	18
41	Split	Panasonic	CU C12 DKH	1,5	R. Kabag. Akutansi	1	6,1	R22	4,8	MC 22	1,3	21,31148
42	Split	Toshiba	RAS 125 AX1	1,5	R. BAPK	1	6,5	R22	4,1	MC 22	2,4	36,92308
43	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. 405	1	5,4	R22	4,1	MC 22	1,3	24,07407
44	Split	LG	S 18 LCF	2	R. Vicon	1	7	R22	5,7	MC 22	1,3	18,57143
45	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 405	1	6,2	R22	4,5	MC 22	1,7	27,41935
46	Split	LG	S 18 LCF	2	R. Vicon	1	6,9	R22	5,5	MC 22	1,4	20,28986
47	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Penjamin Mutu	1	6,2	R22	4,7	MC 22	1,5	24,19355
48	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Penjamin Mutu	1	5,8	R22	4,1	MC 22	1,7	29,31034
49	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Penjamin Mutu	1	6	R22	4,1	MC 22	1,9	31,66667
50	Split	Daikin	RE 35 JV1	1	R. PR3	1	5,5	R22	4,5	MC 22	1	18,18182
51	Split	Daikin	RE 35 JV1	1	R. Subbag. Kerjasama	1	4,2	R22	3,3	MC 22	0,9	21,42857
52	Split	Daikin	RE 35 JV1	1	R. Kabag. Perc. S1	1	4,2	R22	2,7	MC 22	1,5	35,71429
53	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Subbag Perc. S1	1	5,4	R22	3,6	MC 22	1,8	33,33333
54	Split	Daikin	R 25FV 1 M	1,5	R. Staff Perc. S1	1	5,3	R22	3	MC 22	2,3	43,39623
55	Split	Daikin	R 25FV 1 M	1,5	R. 216	1	5,8	R22	4,5	MC 22	1,3	22,41379
56	Split	Daikin	R 20 FW 1 M	1,5	R. Dapur	1	2,9	R22	1,4	MC 22	1,5	51,72414
57	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Rektor	1	6,8	R22	4,4	MC 22	2,4	35,29412
58	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Rektor	1	5,4	R22	4,5	MC 22	0,9	16,66667
59	Split	Daikin	R 25FV 1 M	1,5	R. Staff Rektor	1	5,4	R22	3,5	MC 22	1,9	35,18519
60	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1	R. Staff Ahli Rektor	1	6,2	R22	4,7	MC 22	1,5	24,19355
61	Split	Daikin	R 25FV 1 M	1,5	R. Rapat Pimpinan	1	5,8	R22	4,5	MC 22	1,3	22,41379

25	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1 R. Humas	1	6,822	4,8 MC 22	18	27,2723	
									1612,306	
Jumlah Daya PK				88	RATA-RATA PENURUNAN AMPER					26,0233

26 Januari 2011

PT. RASA MALU

Gubernur Widodo

Manajer Marketing

RS. BINA KASIH AMBARAWA  
PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	National	CU C123 KH	1,5	R. Anjani D	1	5,4	R22	4,3	MC 22	1,1	20,37037
2	Split	Sharp	AU A9 HY	1	R. Anjani A	1	2,9	R22	2,1	MC 22	0,8	27,58621
3	Split	Sharp	AU A9 HY	1	R. Dewi Sinta B (2)	1	2,1	R22	1,6	MC 22	0,5	23,80952
4	Split	Sharp	AU A9 HY	1	R. Dewi Sinta B (1)	1	2,3	R22	1,6	MC 22	0,7	30,43478
5	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Kamar Obat	1	2,2	R22	1,9	MC 22	0,3	13,63636
6	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin 1	1	3,4	R22	2,2	MC 22	1,2	35,29412
7	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin 2	1	3,1	R22	2,4	MC 22	0,7	22,58065
8	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin 3	1	3	R22	2,3	MC 22	0,7	23,33333
9	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin 4	1	3,2	R22	2,4	MC 22	0,8	25
10	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin	1	3,1	R22	2,1	MC 22	1	32,25806
11	Split	Panasonic	AU A12 HY	2,5	Kamar Utama	1	8,9	R22	5,4	MC 22	3,5	39,32584
12	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Laborat	1	7,5	R22	6,5	MC 22	1	13,33333
13	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik 1	1	7,5	R22	4,2	MC 22	3,3	44
14	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik 2	1	7,5	R22	4,2	MC 22	3,3	44
15	Split	Sharp	AU A9 HY	1	R. Apotik 3	1	3,2	R22	2,7	MC 22	0,5	15,625
JUMLAH DAYA/PK				18,5	RATA-RATA PENURUNAN AMPER							27,3725

Semarang, 2 Juni 2011

PT. Tri Usaha Maju

  
Gunawan Wibisono

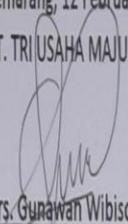
Manager Marketing

KANTOR PAJAK PRATAMA PEKALONGAN  
PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU S13 JKP	2	R. PDI 3 Server	1	8,8	R22	6,8	MC 22	2	22,72727
2	Split	Panasonic	CU S13 JKP	2	R. PDI 2	1	8,8	R22	6,8	MC 22	2	22,72727
3	Split	Panasonic	CU S13 JKP	2	R. PDI 1	1	8,7	R22	6,8	MC 22	1,9	21,83908
4	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Pengawasan dan Konsultasi 1	1	3,8	R22	2,5	MC 22	1,3	34,21053
5	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Pengawasan dan Konsultasi 2	1	3,8	R22	2,4	MC 22	1,4	36,84211
6	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Pengawasan dan Konsultasi 3	1	3,9	R22	2,3	MC 22	1,6	41,02564
7	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Ekstensifikasi 1	1	3,9	R22	2,2	MC 22	1,7	43,58974
8	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Ekstensifikasi 2	1	3,8	R22	2	MC 22	1,8	47,36842
9	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Ekstensifikasi Pajak	1	3,8	R22	2,8	MC 22	1	26,31579
10	Split	LG	SO 5 LG 2	0,5	Rumah dinas	1	2,2	R22	1,2	MC 22	1	45,45455
JUMLAH DAYA/PK				12,5	RATA-RATA AMPER						24,7204	

Semarang, 12 Februari 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
Drs. Gunawan Wibisono

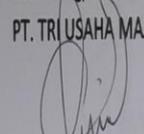
Manager Marketing

KANTOR PEGADAIAN CAB TEMBALANG  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	LG	HS CO96 QPAO	1	Kantor	1	3,8	R 22	2,4	MC 22	1,4	36,84211
2	Split	LG	HS CO96 QPAO	1	Kantor	1	3,6	R 22	2,8	MC 22	0,8	22,22222
3	Split	LG	HS CO96 QPAO	1	Kantor	1	3,6	R 22	2,9	MC 22	0,7	19,44444
4	Split	LG	HS CO96 QPAO	1	Kantor	1	3,2	R 22	2,2	MC 22	1	31,25
JUMLAH DAYA/PK				4	RATA-RATA AMPER						27,4397	

Semarang, 8 Maret 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
 Gunawan Wibisono

Manager Marketing



**APOTIK BINA HUSADA AMBARAWA**  
**PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK**

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN		KETERANGAN
											(Amp)	(%)	
1	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik	1	5	R 22	4,2	MC 22	0,8	16	Freon kurang
2	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Obat	1	3,2	R 22	2,7	MC 22	0,5	15,625	
3	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik	1	7,5	R 22	4,2	MC 22	3,3	44	
4	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik	1	4,9	R 22	6,5	MC 22	-1,6	-32,6531	Freon kurang
JUMLAH DAYA/PK				5,5	JUMLAH PENURUNAN AMPER							10,74299	

Semarang, 2 Juni 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
Drs. Gunawan Wibisono

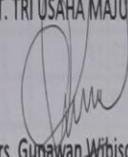
Manager Marketing

GEREJA KRISTEN INDONESIA EFFATHA  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Atas 2	1	4,2	R22	3,1	MC 22	1,1	26,19048
2	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 2	1	4	R22	3	MC 22	1	25
3	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 1	1	4,3	R22	3,1	MC 22	1,2	27,90698
4	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 3	1	4,3	R22	3	MC 22	1,3	30,23256
5	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 4	1	4	R22	3	MC 22	1	25
6	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 5	1	4,2	R22	3,1	MC 22	1,1	26,19048
7	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 6	1	4,2	R22	3,1	MC 22	1,1	26,19048
8	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Atas 1	1	4,1	R22	3,1	MC 22	1	24,39024
JUMLAH DAYA/PK				8	RATA-RATA AMPER						26,3786	

Semarang, 1 Juni 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
 Drs. Gunawan Wibisono

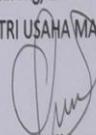
Manager Marketing

PT. INDONESIA STEEL TUBE WORKS  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK  
 TAHAP 2

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Mitsubishi	PU 16 VL JA	2	Gudang Sub Material	1	8	R22	5,6	MC 22	2,4	30
2	Split	Panasonic	CS PC 7 JKI	1	R. Teknisi	1	2,9	R22	2,3	MC 22	0,6	20,68966
3	Split	Mitsubishi	SRC 12 CK	2	R. Uji Tarik Pipa (Roof Shoop)	1	5,2	R22	3,9	MC 22	1,3	25
4	Split	Panasonic	CU S13 JKP	2	R. Winci 2	1	6,2	R22	3,2	MC 22	3	48,3871
5	Split	Panasonic	CU C18 HKP	2	R. Winci 1	1	9,9	R22	7	MC 22	2,9	29,29293
6	Split	Panasonic	CU PC5 JKI	0,5	R. EDP GALVA	1	2,1	R22	1,6	MC 22	0,5	23,80952
7	Split	Mitsubishi	PU UY65	3	R. Makan	1	8,2	R22	6	MC 22	2,2	26,82927
8	Split	Mitsubishi	MU C18 CV	2	Kamar Mr. Hayata 2	1	8,2	R22	6,2	MC 22	2	24,39024
9	Split	Mitsubishi	MS 09 BC	1	Kamar Tamu	1	3,9	R22	2,3	MC 22	1,6	41,02564
10	Split	Panasonic	CS PC7 JKI	1	Kamar Bp. Paolo	1	3,8	R22	1,7	MC 22	2,1	55,26316
11	Split	Mitsubishi	SRK 12 CR	2	R. Meeting 1	1	6	R22	3,8	MC 22	2,2	36,66667
12	Split	Mitsubishi	MU C18 CV	2	Kamar Mr. Hayata 1	1	7,8	R22	6,2	MC 22	1,6	20,51282
13	Split	Daikin	R 60 GH	3	R. Meeting 2	1	11	R22	8,9	MC 22	2,1	19,09091
14	Split	Mitsubishi	MV 18 VH	2	R. Kantor Bawah 2	1	9,5	R22	6,5	MC 22	3	31,57895
15	Split	Mitsubishi	MV 18 VH	2	R. Kantor Bawah 1	1	11	R22	7,8	MC 22	3,2	29,09091
16	Split	Panasonic	CU PC 5 JPI	1	R. Server	1	2,1	R22	1,4	MC 22	0,7	33,33333
17	Split	Panasonic	CSC 18 HKP	2	R. Kantor Atas 3	1	9,5	R22	7,4	MC 22	2,1	22,10526
18	Split	Mitsubishi	MS C24 VD	3	R. Kantor Atas 2	1	11	R22	8,6	MC 22	2,4	21,81818
19	Split	Mitsubishi	MS C24 VD	3	R. Kantor Atas 1	1	13,5	R22	10	MC 22	3,5	25,92593
20	Split	Panasonic	CU PC 5JKI	1	R. Recutting	1	2	R22	1,6	MC 22	0,4	20
21	Split	Panasonic	CU PC5 JKI	1	R. Kendaraan	1	2,2	R22	1,4	MC 22	0,8	36,36364
JUMLAH DAYA/PK				38,5	RATA-RATA AMPER						29,5797	

Semarang, 24 Februari 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
 Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

CV. PUTMASARI PERKASA  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU PC 7 GKJ	0,75	R. Ibu Maya	1	3,2	R 22	2,4	MC 22	0,8	25
2	Split	Panasonic	CU PC 9 GKJ	1	R. Staff 2	1	3,9	R 22	2,6	MC 22	1,3	33,33333
3	Split	LG	S 09 LS-1	1	R. Bp. Hepi	1	3,9	R 22	2,9	MC 22	1	25,64103
4	Split	Panasonic	CU PC 9 GKJ	1	R. Counter	1	4,2	R 22	2,7	MC 22	1,5	35,71429
5	Split	Panasonic	CU PC 9 GKJ	1	R. Staff 1	1	3,9	R 22	3	MC 22	0,9	23,07692
6	Split	Panasonic	CU PC 7 GKJ	0,75	R. Ibu Putma	1	3,6	R 22	2,1	MC 22	1,5	41,66667
JUMLAH DAYA/PK				5,5	RATA-RATA AMPER							30,7387

Semarang, 18 Januari 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
 Drs. Gunawan Wibisono

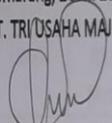
Manager Marketing

**BIMBINGAN BELAJAR NEW VARIANT  
PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK**

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA	LOKASI	UNIT	ARUS	FREON	ARUS	MUSICOOL	PENURUNAN	
				(PK)			(Amp)		(Amp)		(Amp)	(%)
1	Split	LG	HS CO96 QPAO	0,75	R. Kelas	1	3,9	R 22	1,7	MC 22	2,2	56,41026
2	Split	LG	HS CO96 QPAO	0,5	R. Kelas	1	3,4	R 22	2,2	MC 22	1,2	35,29412
3	Split	Mitsubishi	-	0,5	R. Kantor	1	3,1	R 22	2,5	MC 22	0,6	19,35484
4	Split	Mitsubishi	-	0,5	R. Kantor	1	3,3	R 22	2,3	MC 22	1	30,30303
5	Floor Standing	TCL	TAC-24CF/M	3	R. Staff	1	12,6	R 22	8,6	MC 22	4	31,74603
6	Floor Standing	TCL	TAC-24CF/M	3	R. Staff	1	12,6	R 22	8,4	MC 22	4,2	33,33333
JUMLAH DAYA/PK				8,25	RATA-RATA AMPER						34,40693	

Semarang, 2 Juni 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
Drs. Gunawan Wibisono

Manager Marketing

**BANK MUAMMALAT CAB SETIABUDI BANYUMANIK  
PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK**

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	LG	H5 C1246 48A6	1,5	Banyumanik	1	5,5	R 22	4	MC 22	1,5	27,27273
2	Split	LG	H5 C1216 45A6	1,5	Banyumanik	1	5,5	R 22	4,2	MC 22	1,3	23,63636
3	Split	Panasonic	CU PC 9EKH	1	Banyumanik	1	3,8	R 22	2,9	MC 22	0,9	23,68421
4	Split	National	CU C123 KH	1,5	Banyumanik	1,5	5,8	R 22	4	MC 22	1,8	31,03448
JUMLAH DAYA/PK				5,5	RATA-RATA AMPER				19,205			

**BANK MUAMMALAT CAB UNGARAN**

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU PC 9EKH	1	Ungaran	1	3,6		2,7		0,9	25
2	Split	Panasonic	CU PC 9EKH	1	Ungaran	1	3,8		2,8		1	26,31579
3	Split	National	CU C123 KH	1,5	Ungaran	1	5,9		4,3		1,6	27,11864
4	Split	National	CU C123 KH	1,5	Ungaran	1	5,6		4,4		1,2	21,42857
JUMLAH DAYA/PK				5	RATA-RATA AMPER				24,96575			

Semarang, 2 Juni 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
Drs. Gunawan Wibisono

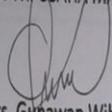
Manager Marketing

HOTEL SARASWATI  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	LG		0,5	Kantor	1	2,7	R 22	2,2	MC 22	0,5	18,51852
2	Split	LG		0,5	Kantor	1	2,4	R 22	1,7	MC 22	0,7	29,16667
3	Split	Panasonic		0,75	Kantor	1	3	R 22	1,9	MC 22	1,1	36,66667
4	Split	LG		0,75	Kantor	1	2,7	R 22	1,7	MC 22	1	37,03704
JUMLAH DAYA/PK				2,5	RATA-RATA AMPER						30,34723	

Semarang, 2 Juni 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
Drs. Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

RS. ROEMANI  
PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

TAHAP 1

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU PC 12 GKJ	1,5	R. Umar IIA 1	1	5,4	R 22	3,6	MC 22	1,8	33,33333
2	Split	Sanyo	SN A 12 DK	1,5	R. Shofa 1B 5	1	6,5	R 22	4,4	MC 22	2,1	32,30769
3	Split	Daikin	CU PC 9 EKH7	1	R. Poli 6	1	4	R 22	2,8	MC 22	1,2	30
4	Split	Daikin	CU PC 9 GKJ	1	R. Poli 7	1	4	R 22	3	MC 22	1	25
5	Split	Daikin	CU PC 9 GKJ	1	R. Poli 8	1	4	R 22	3,3	MC 22	0,7	17,5
6	Split	Daikin	CU PC 9 GKJ	1	R. Poli 9	1	4	R 22	3	MC 22	1	25
7	Split	Daikin	CU PC 12 EKH7	1,5	R. Poli 10	1	5,5	R 22	4,4	MC 22	1,1	20
8	Split	Daikin	CU PC 12 EKH7	1,5	R. Poli 11	1	5,5	R 22	3,8	MC 22	1,7	30,90909
JUMLAH DAYA/PK				10	RATA-RATA AMPER						26,7562	

TAHAP 2

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Daikin		1,5	R. Poli 1	1	5,5	R 22	4,2	MC 22	1,3	23,63636
2	Split	Daikin		1,5	R. Poli 2	1	5,5	R 22	3,8	MC 22	1,7	30,90909
3	Split	Daikin		1,5	R. Poli 3	1	5,5	R 22	3,5	MC 22	2	36,36364
JUMLAH DAYA/PK				4,5	RATA-RATA AMPER						30,303	

Semarang, 20 Mei 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
Gunawan Wibisono

Manager Marketing

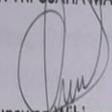


**SMPN 1 SEMARANG**  
**PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK**

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOI	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU PC 12 GKP	1,5	Ruang TU	1	6,6	R 22	4,6	MC 22	2	30,30303
2	Split	Panasonic	CU PC 12 GKP	1,5	Ruang Serbaguna	1	5,9	R 22	4,4	MC 22	1,5	25,42373
3	Split	Panasonic	CU PC 12 GKP	1,5	R. Laborat Bahasa	1	5,7	R 22	4,4	MC 22	1,3	22,80702
4	Split	Panasonic	CU PC 12 GKP	1,5	Ruang TU	1	7,3	R 22	5	MC 22	2,3	31,50685
5	Split	General	AO B9 AN6C	1	R. Kep. Sekolah	1	3,8	R 22	2,4	MC 22	1,4	36,84211
6	Split	General	AO B9 AN6C	1	R. Kep. Sekolah	1	3,6	R 22	2,3	MC 22	1,3	36,11111
7	Split	TCL	TAC 09 CS/R	1	R. Laborat Bahasa	1	3,7	R 22	2,8	MC 22	0,9	24,32432
8	Split	LG	HS C096 QPAO	1	R. Komputer	1	3,7	R 22	2,8	MC 22	0,9	24,32432
9	Split	LG	HS C096 QPAO	1	R. Komputer	1	4	R 22	3,3	MC 22	0,7	17,5
10	Split	Midea	MD 09 N	1	R. Serbaguna	1	3,9	R 22	2,5	MC 22	1,4	35,89744
JUMLAH DAYA/PK				12	RATA-RATA AMPER						23,7533	

Semarang, 6 Desember 2010

PT. TRI USAHA MAJU

  
Gunawan Wibisono

Manager Marketing

PT. INDONESIA STEEL TUBE WORKS  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK  
 TAHAP 1

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	National	CU C9 KH	0,5	Kantor PT. ISTW	1	1,9	R 22	1,2	MC 22	0,7	36,84211
2	Split	National	CU C9 KH	0,5	Kantor PT. ISTW	1	1,9	R 22	1,3	MC 22	0,6	31,57895
3	Split	National	CU C9 KH	1	Kantor PT. ISTW	1	3,8	R 22	2,9	MC 22	0,9	23,68421
4	Split	National	CU C9 KH	1	Kantor PT. ISTW	1	3,9	R 22	2,8	MC 22	1,1	28,20513
5	Split	National	CU C9 KH	1	Kantor PT. ISTW	1	4,3	R 22	3,4	MC 22	0,9	20,93023
6	Split	National	CU C9 KH	1	Kantor PT. ISTW	1	3,9	R 22	3,3	MC 22	0,6	15,38462
7	Split	Carrier	CU C9 KH	1	Kantor PT. ISTW	1	3,7	R 22	3	MC 22	0,7	18,91892
8	Split	Hitachi	CU C9 KH	1	Kantor PT. ISTW	1	2,4	R 22	1,5	MC 22	0,9	37,5
9	Split	Panasonic	CU PC 18 GKJ	2	Kantor PT. ISTW	1	7,8	R 22	6,3	MC 22	1,5	19,23077
10	Split	Hitachi	CU PC 18 GKJ	0,75	Kantor PT. ISTW	1	2,5	R 22	1,9	MC 22	0,6	24
11	Split	Hitachi	CU PC 18 GKJ	0,75	Kantor PT. ISTW	1	2,5	R 22	1,9	MC 22	0,6	24
JUMLAH DAYA/PK				10,5	RATA-RATA AMPER						26,6928	

Semarang, 10 Februari 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
 Drs. Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

PT. PUALAM MAS GROUP  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU PC 7 GKJ	0,75	R. Bp. Hendrik	1	3,8	R 22	2,2	MC 22	1,6	42,10526
2	Split	Mitsubishi	MU 07 NP	0,75	R. Bp. Sadono D.	1	2,9	R 22	2,1	MC 22	0,8	27,58621
3	Split	Sharp	AP 09 MEY	0,5	R. Bp. Putut	1	2,2	R 22	1	MC 22	1,2	54,54545
4	Split	LG	C 09 LCR	1	Ruang kantor	1	3,8	R 22	2,8	MC 22	1	26,31579
5	Split	Daikin	LE 25 GP1	1	Ruang kantor	1	3,3	R 22	2,4	MC 22	0,9	27,27273
JUMLAH DAYA/PK				4	RATA-RATA AMPER						35,56508	

Semarang, 22 Desember 2010

PT. TRI USAHA MAJU



Gunawan Wibisono

Manager Marketing



KEPUTUSAN  
MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN  
REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR: 790/MPP/Kep/12/2002

TENTANG

PERUBAHAN KEPUTUSAN MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN  
NOMOR 110/MPP/Kep/1/1998 TENTANG LARANGAN MEMPRODUKSI DAN  
MEMPERDAGANGKAN BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON SERTA  
MEMPRODUKSI DAN MEMPERDAGANGKAN BARANG BARU YANG  
MENGUNAKAN BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON (OZONE DEPLETING  
SUBSTANCES) SEBAGAIMANA TELAH DIUBAH DENGAN  
KEPUTUSAN MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN  
NOMOR 410/MPP/Kep/9/1998

MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN,

- Menimbang :
- a. Bahwa chlorofluorocarbon (CFC), khususnya CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114, dan CFC-115, masih dibutuhkan penggunaannya bagi berbagai industri di Indonesia;
  - b. Bahwa Indonesia, sesuai dengan Protokol Montreal dan Amandemen Copenhagen, Konvensi Wina, mempunyai kewajiban untuk menghapus penggunaan bahan perusak ozon kelompok CFC secara bertahap sampai dengan 1 Januari 2010;
  - c. Bahwa sehubungan hal tersebut pada huruf a dan b di atas, maka dipandang perlu untuk mengubah Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 110/MPP/Kep/1/1998 sebagaimana telah diubah dengan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 410/MPP/Kep/9/1998.
- Mengingat :
1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun.

2. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1992 tentang Pengesahan Vienna Convention for Protection of the Ozone Layer dan Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer as Adjusted and Amended by the Second Meeting of the Parties London, 27-29 June 1990.
3. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 92 Tahun 1998 tentang Pengesahan Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Copenhagen, 1992 (Protokol Montreal tentang Zat-zat yang Merusak Lapisan Ozon, Copenhagen, 1992)
4. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 228/M Tahun 2001 tentang Pembentukan Kabinet Gotong Royong.
5. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 102 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi dan Tata Kerja Departemen.
6. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 109 Tahun 2001 tentang Unit Organisasi dan Tugas Eselon I Departemen.
7. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 410/MPP/Kep/9/1998 tentang Perubahan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 110/MPP/Kep/1/1998 tentang Larangan Memproduksi dan Memperdagangkan Bahan Perusak Lapisan Ozon serta Memproduksi dan Memperdagangkan Barang Baru yang Menggunakan Bahan Perusak Lapisan Ozon (Ozone Depleting Substances).
8. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 86/MPP/Kep/3/2001 tentang Organisasi Tata Kerja Departemen Perindustrian dan Perdagangan.

perhatikan : Surat Menteri Negara Lingkungan Hidup  
 No. B1634/MENLH/9/2001  
 tanggal 24 September 2001 perihal Amandemen  
 Kepmen Perindag.

MEMUTUSKAN :

Menetapkan

PERUBAHAN KEPUTUSAN MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN NOMOR 110/MPP/Kep/1/1998 TENTANG LARANGAN MEMPRODUKSI DAN MEMPERDAGANGKAN BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON SERTA MEMPRODUKSI DAN MEMPERDAGANGKAN BARANG BARU YANG MENGGUNAKAN BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON (OZONE DEPLETING SUBSTANCES) SEBAGAIMANA TELAH DIUBAH DENGAN KEPUTUSAN MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN NOMOR 410/MPP/Kep/9/1998.

Pasal 1

1. Mengubah Pasal 2 dan Pasal 4 Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 110/MPP/Kep/1/1998 sehingga berbunyi sebagai berikut :

"Pasal 2

- (1) Bahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 angka 1, dilarang untuk diproduksi.
- (2) Barang sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 angka 2 yang menggunakan bahan perusak lapisan ozon dilarang untuk diproduksi kecuali barang yang menggunakan Chlorofluorocarbon (CFC) yaitu CFC-11 (HS 2903.41.000), CFC-12 (HS 2903.42.000), CFC-113 (HS 2903.43.000), CFC-114 (HS 2903.44.000), dan CFC-115 (HS 2903.44.000), sebagai bahan dalam industri metered dose inhalasi dan industri kecil menengah foam, aerosol, dan solven.
- (3) Ketentuan sebagaimana tercantum dalam ayat (2) berlaku mulai tanggal ditetapkan Keputusan ini."

"Pasal 4

1. Terhadap bahan dan barang sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 angka 1 dan angka 2 yang masih ada setelah ditetapkan keputusannya ini hanya boleh diperdagangkan dan dipergunakan sampai dengan 31 Desember 2007."
2. Kelentuan lainnya yang tercantum dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 410/MPP/Kep/9/1998 dinyatakan tetap berlaku.

Pasal II

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengumuman keputusan ini dengan menempatkannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta  
Pada tanggal : 2 Desember 2002  
MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN  
REPUBLIK INDONESIA



RINI M SUMARNO SOEWANDI



# WALIKOTA PALEMBANG

## PERATURAN WALIKOTA PALEMBANG

NOMOR 40 TAHUN 2008

TENTANG

LARANGAN PENGGUNAAN CHLORO FLUORO CARBON (CFC)

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

WALIKOTA PALEMBANG,

- Menimbang :**
- a. bahwa berdasarkan ketentuan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 33/M-IND/PER/4/2007 tentang Larangan Memproduksi Bahan Perusak Lapisan Ozon, sejalan dengan kebijakan pemerintah untuk menghapus penggunaan bahan perusak lapisan ozon (BPO) ke atmosfer yang berasal dari kegiatan retrofit dan recycle refrigeran, perlu mengatur larangan penggunaan Chloro Fluoro Carbon (CFC);
  - b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud pada huruf a, perlu menetapkan Peraturan Walikota Palembang tentang Larangan Penggunaan Chloro Fluoro Carbon (CFC).
- Mengingat :**
1. Undang-Undang Nomor 28 Tahun 1959 tentang Pembentukan Daerah Tingkat II dan Kotapraja di Sumatera Selatan (Lembaran Negara RI Tahun 1959 Nomor 73, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 1821);
  2. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Tahun 1984 Nomor 22, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3274);
  3. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan lingkungan Hidup (Lembaran Negara RI Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 3699);
  4. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2004 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan (Lembaran Negara RI Tahun 2004 Nomor 53, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 4389);
  5. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara RI Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 4437) sebagaimana telah diubah terakhir kali dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang Perubahan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara RI Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 4844);
  6. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 1986 tentang Kewenangan Pengaturan, Pembinaan, dan Pengembangan Industri (Lembaran Negara Tahun 1986 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3330);
  7. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 138, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4153);
  8. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara RI Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 4737);
  9. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1992 tentang Pengesahan Vienna Convention for Protection of the Ozone Layer dan Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer as Adjusted and Amended by the second Meeting of the Parties London, 27-29 June 1990 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1992 Nomor 50);

Pasal 11

- (1) Pemusnahan Refrigerant Sintetis terutama Chloro Fluoro Carbon (CFC) dalam hal kasusnya telah memperoleh putusan Pengadilan yang sudah mempunyai kekuatan hukum tetap, dilakukan oleh Pejabat Kejaksaan disaksikan oleh Pejabat Kepolisian Negara Republik Indonesia, Pejabat Pemerintah Kota dan Pejabat dari Instansi terkait lainnya.
- (2) Pemusnahan Refrigerant Sintetis terutama Chloro Fluoro Carbon (CFC) sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dilakukan dengan pembuatan Berita Acara yang sekurang-kurangnya memuat :
  - a. nama, jenis, sifat dan jumlah ;
  - b. keterangan tempat, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun dilakukan pemusnahan ;
  - c. keterangan mengenai pemilik atas asal bahan perusak lapisan ozon (BPO) berupa freon ; dan
  - d. tanda tangan dan identitas lengkap pelaksana dan Pejabat yang menyaksikan pemusnahan.

BAB VIII

SANKSI

Pasal 12

- (1) Seluruh bahan Refrigerant Sintetis terutama Chloro Fluoro Carbon (CFC) yang masih ada dan/atau dipergunakan dalam Daerah, setelah berlakunya Peraturan ini akan diberikan peringatan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
- (2) Orang dan/atau badan yang melanggar ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dikenakan sanksi berupa penytiaan dan/atau pencabutan Surat Izin Tempat Usaha (SITU), Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP), Izin Usaha Industri (IUI) atau Tanda Daftar Perdagangan (TDP) dan atau sanksi lainnya.

BAB IX

KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 13

- (1) Sejak ditetapkannya Peraturan ini, setiap orang dan atau badan yang menyimpan, menyediakan, memperdagangkan, menjual, menjadi agen Refrigerant Sintesis terutama Chloro Fluoro Carbon (CFC) dan yang mengoperasikan alat-alat dalam Daerah diwajibkan untuk mengganti Refrigerant Sintetis tersebut terutama Chloro Fluoro Carbon (CFC) dengan Refrigerant Hidrokarbon.
- (2) Pelaksanaan seluruh ketentuan dalam Peraturan ini, dilakukan paling lambat tanggal 1 Januari 2010.

BAB X

PENUTUP

Pasal 14

Hal-hal yang bersifat teknis yang belum cukup diatur dalam Peraturan ini, akan ditetapkan lebih lanjut oleh Walikota.



Musik... angan... mperSamb... H-mec... ORN... erta  
K  
a  
0  
7  
3

Pasal 15

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan ini dengan penempatannya dalam Berita Daerah Kota Palembang.

Ditetapkan di Palembang  
pada tanggal 21 Oktober 2008

WALIKOTA PALEMBANG,

dto

H. EDDY SANTANA PUTRA

8

LAMPIRAN PERATURAN WALIKOTA PALEMBANG  
 NOMOR : 40 TAHUN 2008  
 TANGGAL : 21 OKTOBER 2008  
 TENTANG : LARANGAN PENGGUNAAN CIILORO  
 FLURO CARBON (CFC).

DAFTAR BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON (BPO)

No	Nomor HS	Zat Kimia	Uraian Barang (Description of Good)
01	2903.14.00.00	CCl4 (CTC)	Karbon Tetraklorida (Carbon Tetrachlorida)
02	2903.19.00.00	CH3CCl3 (Methyl Chlorofom/TCA)	1.1.1. Trikloroetana (Trichloroethane MeNl)
03	2903.30.20.00	CH3Br (Metil Bromida)	Turunan Fluorinasi, Brominasi atau Iodinasi dari HC asiklik (Fluorinated, Brominated or Iodinated derivative or Cyclic HC)
04	2903.41.00.00	CFC-II	Trikloro fluoro metana (Trichloro Fluoro Methane)
05	2903.42.00.00	CFC-12	Dikloro difluoro metana (Dichloro Difluoro Methane)
06	2903.43.00.00	CFC-113	Trikloro trifluoro etana (Trichloro Trifluoro Ethane)
07	2903.44.00.00	CFC-114	Dikloro Tetra Fluoro Etana (Dichloro Tetra Fluoro Ethane)
08	2903.44.00.00	CFC-115	Kloro Pentafluoro Etana (Chloro Pentafluoro Ethane)
09	2903.45.10.00	CFC-13	Klorotrifluoro Metana (Chlorotrifluoro Methane)
010	2903.45.22.00	CFC-112	Tetrakloro difluoro Etana (Tetrachloro difluoro Ethane)
011	2903.45.21.00	CFC-111	Pentakloro fluoro Etana (Pentachloro fluoro Ethane)
012	2903.45.37.00	CFC-217	Kloro Heptafluoro Propana (Chloro Heptafluoro Propane)
013	2903.45.36.00	CFC-216	Dikloro Hexafluoro Propana (Dichloro Hexafluoro Propane)
014	2903.45.35.00	CFC-215	Trikloro Pentafluoro Propana (Trichloro Pentajluoro Propane)
015	2903.45.34.00	CFC-214	Tetrakloro Tetrafluoro Propana (Tetrachloro Tetrajluoro Propane)
016	2903.45.33.00	CFC-213	Pentakloro Trifluoro Propana (Pentachloro Trijuoro Propane)
017	2903.45.32.00	CFC-212	Heksakloro Difluoro Propana (Hexachloro Dijluoro Propane)
018	2903.45.31.00	CFC-211	Heptakloro Fluoro Propana (Heptachloro Fluoro Propane)
019	2903.46.00.00	Halon-1211	Bromo Klorodifluoro Metana (Bromo Chlorodijluoro Methane)
020	2903.46.00.00	Halon-1301	Bromo Trifluoro Metana (Bromo Trifluoro Methane)
021	2903.46.00.00	Halon-2402	Dibromo Tetra Fluoro Etana (Dibromo Tetra Fluoro Ethane)
022	3824.71.00.00	R-500	Blended antara CFC-12/HFC-152a
023	3824.71.00.00	R-502	Campuran mengandung turunan perhalogenasi dari HC Asiklik (acylic hydrocarbons) mengandung dua atau lebih Halogens berbeda :

- Mengandung HC Asiklik Perhalogenasi (acylic Hydrocarbon perhalogenated) hanya flour (flourine) dan klor chlorine
- Mengandung R-115/HFC-22 (Klorodifluoro Etana)

WALIKOTA PALEMBANG,

dto

H. EDDY SANTANA PUTRA,

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)  
PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

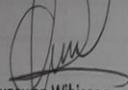
NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	LG	CU PC9 GKJ	2	Ruang LP3	1	7,7	R22	6,4	MC 22	1,3	16,88312
2	Split	Panasonic	CU PC9 GKJ	1,5	Ruang LP3	1	4	R22	3,3	MC 22	0,7	17,5
4	Split	LG	HSC 1865 SA8	2	Ruang LP3	1	7,7	R22	6	MC 22	1,7	22,07792
4	Split	Panasonic	CU PC9 GKJ	1,5	Ruang Kep BAAKK	1	4,7	R22	3,3	MC 22	1,4	29,78723
5	Split	Panasonic	CU PC9 GKJ	1,5	Ruang LP3	1	3,8	R22	2,4	MC 22	1,4	36,84211
6	Split	Toshiba	RAS 10 UAX u	1,5	Ruang PPL	1	5,3	R22	4,2	MC 22	1,1	20,75472
7	Split	Panasonic	CU C12 DKH	1,5	Ruang PPL	1	5,1	R22	3,8	MC 22	1,3	25,4902
8	Split	Himida	HMD 12T	1,5	R. Pertemuan LPM	1	6	R22	4,6	MC 22	1,4	23,33333
9	Split	Himida	HMD 12T	1,5	R. TU LPM 1	1	6	R22	4,6	MC 22	1,4	23,33333
10	Split	Himida	HMD 12T	1,5	R. TU LPM 2	1	6,3	R22	5,2	MC 22	1,1	17,46032
11	Split	Akira	AC S19 CGA	1,5	R. Kabag MAWA	1	7,7	R22	6	MC 22	1,7	22,07792
12	Split	Daikin	RE 25 JV1	1	R. MAWA	1	3,9	R22	2,8	MC 22	1,1	28,20513
13	Split	Panasonic	CU S13 HKP	1	R. LEMLIT 1	1	6,2	R22	5,3	MC 22	0,9	14,51613
14	Split	Himida	HMD 18T	1,5	R. LEMLIT 2	1	12,4	R22	8,2	MC 22	4,2	33,87097
15	Split	Himida	HMD 18T	1,5	R. LEMLIT 3	1	14,6	R22	9	MC 22	5,6	38,35616
16	Split	LG	HCS 1264 DA2	1,5	R. Perpus 6034	1	5,3	R22	4,6	MC 22	0,7	13,20755
17	Split	Toshiba	RAS 10 UAX 4	1,5	R. Multimedia-Perpus	1	3	R22	2,2	MC 22	0,8	26,66667
18	Split	Toshiba	RAS 09 NASX 1	1,5	R. PPL	1	3,3	R22	2,4	MC 22	0,9	27,27273
19	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Pimp. Perpus	1	5	R22	4	MC 22	1	20
20	Split	Toshiba	RAS 10 UAX U	1,5	R. Multimedia 2	1	3,1	R22	2,3	MC 22	0,8	25,80645
21	Split	Panasonic	CU PC 12 GKJ	1,5	R. 405	1	6,6	R22	4,8	MC 22	1,8	27,27273
22	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. 405	1	5,3	R22	4,1	MC 22	1,2	22,64151
23	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. 405	1	5,7	R22	4,2	MC 22	1,5	26,31579
24	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. 405	1	5,4	R22	4	MC 22	1,4	25,92593
25	Floor	Daikin	R 125 LUY 15	5	R. Senat	1	12	R22	8,7	MC 22	3,3	27,5
26	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 404	1	6,2	R22	4,7	MC 22	1,5	24,19355
27	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 404	1	6,7	R22	4,6	MC 22	2,1	31,34328
28	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 405	1	6,7	R22	4,5	MC 22	2,2	32,83582

29	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 405	1	6,7	R22	4,6	MC 22	2,1	31,34328
30	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Senat	1	5,9	R22	4,7	MC 22	1,2	20,33898
31	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Senat	1	5,8	R22	4,7	MC 22	1,1	18,96552
32	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Senat	1	5,7	R22	4,6	MC 22	1,1	19,29825
33	Floor	Daikin	R 125 LUY 15	5	R. Senat	1	12	R22	8	MC 22	4	33,33333
34	Split	Panasonic	CU PC 12 GKJ	1,5	R. BAPK	1	6,8	R22	5	MC 22	1,8	26,47059
35	Split	Panasonic	CU PC 7 GKJ	1	R. Kabag Kepegawaian	1	3,2	R22	2,3	MC 22	0,9	28,125
36	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Badan Audit Internal	1	6,8	R22	5,1	MC 22	1,7	25
37	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. B. Audit Int	1	4,7	R22	4	MC 22	0,7	14,89362
38	Split	Daikin	RE 35 JV1	1,5	R. Senat	1	5,6	R22	4,1	MC 22	1,5	26,78571
39	Split	Toshiba	RAS 10 UAX 4	1,5	R. Multimedia 3-Perpus	1	3,3	R22	2,3	MC 22	1	30,30303
40	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. Ka. BAUK	1	5	R22	4,1	MC 22	0,9	18
41	Split	Panasonic	CU C12 DKH	1,5	R. Kabag. Akutansi	1	6,1	R22	4,8	MC 22	1,3	21,31148
42	Split	Toshiba	RAS 125 AX1	1,5	R. BAPK	1	6,5	R22	4,1	MC 22	2,4	36,92308
43	Split	Panasonic	CU C12 HKP	1,5	R. 405	1	5,4	R22	4,1	MC 22	1,3	24,07407
44	Split	LG	S 18 LCF	2	R. Vicon	1	7	R22	5,7	MC 22	1,3	18,57143
45	Split	Panasonic	CU PC12 GKJ	1,5	R. 405	1	6,2	R22	4,5	MC 22	1,7	27,41935
46	Split	LG	S 18 LCF	2	R. Vicon	1	6,9	R22	5,5	MC 22	1,4	20,28986
47	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Penjamin Mutu	1	6,2	R22	4,7	MC 22	1,5	24,19355
48	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Penjamin Mutu	1	5,8	R22	4,1	MC 22	1,7	29,31034
49	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Penjamin Mutu	1	6	R22	4,1	MC 22	1,9	31,66667
50	Split	Daikin	RE 35 JV1	1	R. PR3	1	5,5	R22	4,5	MC 22	1	18,18182
51	Split	Daikin	RE 35 JV1	1	R. Subbag. Kerjasama	1	4,2	R22	3,3	MC 22	0,9	21,42857
52	Split	Daikin	RE 35 JV1	1	R. Kabag. Perc. S1	1	4,2	R22	2,7	MC 22	1,5	35,71429
53	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Subbag Perc. S1	1	5,4	R22	3,6	MC 22	1,8	33,33333
54	Split	Daikin	R 25FV 1 M	1,5	R. Staff Perc. S1	1	5,3	R22	3	MC 22	2,3	43,39623
55	Split	Daikin	R 25FV 1 M	1,5	R. 216	1	5,8	R22	4,5	MC 22	1,3	22,41379
56	Split	Daikin	R 20 FW 1 M	1,5	R. Dapur	1	2,9	R22	1,4	MC 22	1,5	51,72414
57	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Rektor	1	6,8	R22	4,4	MC 22	2,4	35,29412
58	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1,5	R. Rektor	1	5,4	R22	4,5	MC 22	0,9	16,66667
59	Split	Daikin	R 25FV 1 M	1,5	R. Staff Rektor	1	5,4	R22	3,5	MC 22	1,9	35,18519
60	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1	R. Staff Ahli Rektor	1	6,2	R22	4,7	MC 22	1,5	24,19355
61	Split	Daikin	R 25FV 1 M	1,5	R. Rapat Pimpinan	1	5,8	R22	4,5	MC 22	1,3	22,41379

62	Split	Panasonic	CU PC12 EKH7	1	R. Humas	1	6,6	R22	4,8	MC 22	1,8	27,27273
												1615,306
JUMLAH DAYA/PK				98	RATA-RATA PENURUNAN AMPER							26,0533

Semarang, 17 Januari 2011

PT. TRI USAHA MAJU



Gunawan Wibisono

Manager Marketing



RS. BINA KASIH AMBARAWA  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	National	CU C123 KH	1,5	R. Anjani D	1	5,4	R22	4,3	MC 22	1,1	20,37037
2	Split	Sharp	AU A9 HY	1	R. Anjani A	1	2,9	R22	2,1	MC 22	0,8	27,58621
3	Split	Sharp	AU A9 HY	1	R. Dewi Sinta B (2)	1	2,1	R22	1,6	MC 22	0,5	23,80952
4	Split	Sharp	AU A9 HY	1	R. Dewi Sinta B (1)	1	2,3	R22	1,6	MC 22	0,7	30,43478
5	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Kamar Obat	1	2,2	R22	1,9	MC 22	0,3	13,63636
6	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin 1	1	3,4	R22	2,2	MC 22	1,2	35,29412
7	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin 2	1	3,1	R22	2,4	MC 22	0,7	22,58065
8	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin 3	1	3	R22	2,3	MC 22	0,7	23,33333
9	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin 4	1	3,2	R22	2,4	MC 22	0,8	25
10	Split	Sharp	AU A9 HY	1	Ruang Bersalin	1	3,1	R22	2,1	MC 22	1	32,25806
11	Split	Panasonic	AU A12 HY	2,5	Kamar Utama	1	8,9	R22	5,4	MC 22	3,5	39,32584
12	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Laborat	1	7,5	R22	6,5	MC 22	1	13,33333
13	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik 1	1	7,5	R22	4,2	MC 22	3,3	44
14	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik 2	1	7,5	R22	4,2	MC 22	3,3	44
15	Split	Sharp	AU A9 HY	1	R. Apotik 3	1	3,2	R22	2,7	MC 22	0,5	15,625
JUMLAH DAYA/PK				18,5	RATA-RATA PENURUNAN AMPER							27,3725

Semarang, 2 Juni 2011

PT. Tri'Usaha Maju

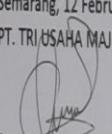
  
 Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

KANTOR PAJAK PRATAMA PEKALONGAN  
PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU S13 JKP	2	R. PDI 3 Server	1	8,8	R22	6,8	MC 22	2	22,72727
2	Split	Panasonic	CU S13 JKP	2	R. PDI 2	1	8,8	R22	6,8	MC 22	2	22,72727
3	Split	Panasonic	CU S13 JKP	2	R. PDI 1	1	8,7	R22	6,8	MC 22	1,9	21,83908
4	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Pengawasan dan Konsultasi 1	1	3,8	R22	2,5	MC 22	1,3	34,21053
5	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Pengawasan dan Konsultasi 2	1	3,8	R22	2,4	MC 22	1,4	36,84211
6	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Pengawasan dan Konsultasi 3	1	3,9	R22	2,3	MC 22	1,6	41,02564
7	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Ekstensifikasi 1	1	3,9	R22	2,2	MC 22	1,7	43,58974
8	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Ekstensifikasi 2	1	3,8	R22	2	MC 22	1,8	47,36842
9	Split	Panasonic	CU PC7 JKP	1	R. Ekstensifikasi Pajak	1	3,8	R22	2,8	MC 22	1	26,31579
10	Split	LG	SO 5 LG 2	0,5	Rumah dinas	1	2,2	R22	1,2	MC 22	1	45,45455
JUMLAH DAYA/PK				12,5	RATA-RATA AMPER						24,7204	

Semarang, 12 Februari 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
Drs. Gunawan Wibisono

Manager Marketing

KANTOR PEGADAIAN CAB TEMBALANG  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	LG	HS C096 QPAO		1 Kantor	1	3,8	R 22	2,4	MC 22	1,4	36,84211
2	Split	LG	HS C096 QPAO		1 Kantor	1	3,6	R 22	2,8	MC 22	0,8	22,22222
3	Split	LG	HS C096 QPAO		1 Kantor	1	3,6	R 22	2,9	MC 22	0,7	19,44444
4	Split	LG	HS C096 QPAO		1 Kantor	1	3,2	R 22	2,2	MC 22	1	31,25
JUMLAH DAYA/PK				4	RATA-RATA AMPER				27,4397			

Semarang, 8 Maret 2011

PT. TRI USAHA MAJU



Gunawan Wibisono

Manager Marketing

APOTIK BINA HUSADA AMBARAWA  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN		KETERANGAN
											(Amp)	(%)	
1	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik	1	5	R 22	4,2	MC 22	0,8	16	Freon kurang
2	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Obat	1	3,2	R 22	2,7	MC 22	0,5	15,625	
3	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik	1	7,5	R 22	4,2	MC 22	3,3	44	
4	Split	Sharp	AU A12 HY	1,5	R. Apotik	1	4,9	R 22	6,5	MC 22	-1,6	-32,6531	Freon kurang
JUMLAH DAYA/PK				5,5	JUMLAH PENURUNAN AMPER				10,74299				

Semarang, 2 Juni 2011  
 PT. TRI USAHA MAJU

  
 Drs. Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

GEREJA KRISTEN INDONESIA EFFATHA  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Atas 2	1	4,2	R22	3,1	MC 22	1,1	26,19048
2	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 2	1	4	R22	3	MC 22	1	25
3	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 1	1	4,3	R22	3,1	MC 22	1,2	27,90698
4	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 3	1	4,3	R22	3	MC 22	1,3	30,23256
5	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 4	1	4	R22	3	MC 22	1	25
6	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 5	1	4,2	R22	3,1	MC 22	1,1	26,19048
7	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Bawah 6	1	4,2	R22	3,1	MC 22	1,1	26,19048
8	Split	Sharp	AP 09 MEY	1	R. Atas 1	1	4,1	R22	3,1	MC 22	1	24,39024
JUMLAH DAYA/PK				8	RATA-RATA AMPER				26,3786			

Semarang, 1 Juni 2011  
 PT. TRI USAHA MAJU

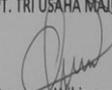
  
 Drs. Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

PT. INDONESIA STEEL TUBE WORKS  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK  
 TAHAP 2

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Mitsubishi	PU 16 VL JA	2	Gudang Sub Material	1	8	R22	5,6	MC 22	2,4	30
2	Split	Panasonic	CS PC 7 JJK	1	R. Teknisi	1	2,9	R22	2,3	MC 22	0,6	20,68966
3	Split	Mitsubishi	SRC 12 CK	2	R. Uji Tarik Pipa (Rool Shoop)	1	5,2	R22	3,9	MC 22	1,3	25
4	Split	Panasonic	CU S13 JKP	2	R. Winci 2	1	6,2	R22	3,2	MC 22	3	48,3871
5	Split	Panasonic	CU C18 HKP	2	R. Winci 1	1	9,9	R22	7	MC 22	2,9	29,29293
6	Split	Panasonic	CU PCS JJK	0,5	R. EDP GALVA	1	2,1	R22	1,6	MC 22	0,5	23,80952
7	Split	Mitsubishi	PU UY65	3	R. Makan	1	8,2	R22	6	MC 22	2,2	26,82927
8	Split	Mitsubishi	MU C18 CV	2	Kamar Mr. Hayata 2	1	8,2	R22	6,2	MC 22	2	24,39024
9	Split	Mitsubishi	MS 09 BC	1	Kamar Tamu	1	3,9	R22	2,3	MC 22	1,6	41,02564
10	Split	Panasonic	CS PC7 JJK	1	Kamar Bp. Paolo	1	3,8	R22	1,7	MC 22	2,1	55,26316
11	Split	Mitsubishi	SRK 12 CR	2	R. Meeting 1	1	6	R22	3,8	MC 22	2,2	36,66667
12	Split	Mitsubishi	MU C18 CV	2	Kamar Mr. Hayata 1	1	7,8	R22	6,2	MC 22	1,6	20,51282
13	Split	Daikin	R 60 GH	3	R. Meeting 2	1	11	R22	8,9	MC 22	2,1	19,09091
14	Split	Mitsubishi	MV 18 VH	2	R. Kantor Bawah 2	1	9,5	R22	6,5	MC 22	3	31,57895
15	Split	Mitsubishi	MV 18 VH	2	R. Kantor Bawah 1	1	11	R22	7,8	MC 22	3,2	29,09091
16	Split	Panasonic	CU PC 5 JPK	1	R. Server	1	2,1	R22	1,4	MC 22	0,7	33,33333
17	Split	Panasonic	CSC 18 HKP	2	R. Kantor Atas 3	1	9,5	R22	7,4	MC 22	2,1	22,10526
18	Split	Mitsubishi	MS C24 VD	3	R. Kantor Atas 2	1	11	R22	8,6	MC 22	2,4	21,81818
19	Split	Mitsubishi	MS C24 VD	3	R. Kantor Atas 1	1	13,5	R22	10	MC 22	3,5	25,92593
20	Split	Panasonic	CU PC 5JKJ	1	R. Recutting	1	2	R22	1,6	MC 22	0,4	20
21	Split	Panasonic	CU PC5 JJK	1	R. Kendaraan	1	2,2	R22	1,4	MC 22	0,8	36,36364
JUMLAH DAYA/PK				38,5	RATA-RATA AMPER						29,5797	

Semarang, 24 Februari 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
 Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

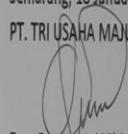


CV. PUTMASARI PERKASA  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU PC 7 GKJ	0,75	R. Ibu Maya	1	3,2	R 22	2,4	MC 22	0,8	25
2	Split	Panasonic	CU PC 9 GKJ	1	R. Staff 2	1	3,9	R 22	2,6	MC 22	1,3	33,33333
3	Split	LG	S 09 LS-1	1	R. Bp. Hepi	1	3,9	R 22	2,9	MC 22	1	25,64103
4	Split	Panasonic	CU PC 9 GKJ	1	R. Counter	1	4,2	R 22	2,7	MC 22	1,5	35,71429
5	Split	Panasonic	CU PC 9 GKJ	1	R. Staff 1	1	3,9	R 22	3	MC 22	0,9	23,07692
6	Split	Panasonic	CU PC 7 GKJ	0,75	R. Ibu Putma	1	3,6	R 22	2,1	MC 22	1,5	41,66667
JUMLAH DAYA/PK				5,5	RATA-RATA AMPER				30,7387			

Semarang, 18 Januari 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
 Drs. Gunawan Wibisono

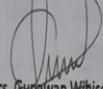
Manager Marketing

BIMBINGAN BELAJAR NEW VARIANT  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA	LOKASI	UNIT	ARUS	FREON	ARUS	MUSICOO	PENURUNAN	
				(PK)			(Amp)		(Amp)		(Amp)	(%)
1	Split	LG	HS CO96 QPAO	0,75	R. Kelas	1	3,9	R 22	1,7	MC 22	2,2	56,41026
2	Split	LG	HS CO96 QPAO	0,5	R. Kelas	1	3,4	R 22	2,2	MC 22	1,2	35,29412
3	Split	Mitsubishi	-	0,5	R. Kantor	1	3,1	R 22	2,5	MC 22	0,6	19,35484
4	Split	Mitsubishi	-	0,5	R. Kantor	1	3,3	R 22	2,3	MC 22	1	30,30303
5	Floor Standing	TCL	TAC-24CF/M	3	R. Staff	1	12,6	R 22	8,6	MC 22	4	31,74603
6	Floor Standing	TCL	TAC-24CF/M	3	R. Staff	1	12,6	R 22	8,4	MC 22	4,2	33,33333
JUMLAH DAYA/PK				8,25	RATA-RATA AMPER				34,40693			

Semarang, 2 Juni 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
 Drs. Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

BANK MUAMMALAT CAB SETIABUDI BANYUMANIK  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN		
											(Amp)	(%)	
1	Split	LG	H5 C1246 48A6	1,5	Banyumanik	1	5,5	R 22	4	MC 22	1,5	27,27273	
2	Split	LG	H5 C1216 45A6	1,5	Banyumanik	1	5,5	R 22	4,2	MC 22	1,3	23,63636	
3	Split	Panasonic	CU PC 9EKH	1	Banyumanik	1	3,8	R 22	2,9	MC 22	0,9	23,68421	
4	Split	National	CU C123 KH	1,5	Banyumanik	1,5	5,8	R 22	4	MC 22	1,8	31,03448	
JUMLAH DAYA/PK				5,5	RATA-RATA AMPER						19,205		

BANK MUAMMALAT CAB UNGARAN

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN		
											(Amp)	(%)	
1	Split	Panasonic	CU PC 9EKH	1	Ungaran	1	3,6		2,7		0,9	25	
2	Split	Panasonic	CU PC 9EKH	1	Ungaran	1	3,8		2,8		1	26,31579	
3	Split	National	CU C123 KH	1,5	Ungaran	1	5,9		4,3		1,6	27,11864	
4	Split	National	CU C123 KH	1,5	Ungaran	1	5,6		4,4		1,2	21,42857	
JUMLAH DAYA/PK				5	RATA-RATA AMPER						24,96575		

Semarang, 2 Juni 2011

PT. TRI USAHA MAJU



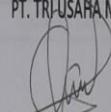
Drs. Gunawan Wibisono  
 Manager Marketing

HOTEL SARASWATI  
 PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	LG		0,5	Kantor	1	2,7	R 22	2,2	MC 22	0,5	18,51852
2	Split	LG		0,5	Kantor	1	2,4	R 22	1,7	MC 22	0,7	29,16667
3	Split	Panasonic		0,75	Kantor	1	3	R 22	1,9	MC 22	1,1	36,66667
4	Split	LG		0,75	Kantor	1	2,7	R 22	1,7	MC 22	1	37,03704
JUMLAH DAYA/PK				2,5	RATA-RATA AMPER				30,34723			

Semarang, 2 Juni 2011

PT. TRI-USAHA MAJU

  
 Drs. Gunawan Wibisono

Manager Marketing

RS. ROEMANI  
PERHITUNGAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK

TAHAP 1

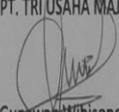
NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Panasonic	CU PC 12 GKJ	1,5	R. Umar IIA 1	1	5,4	R 22	3,6	MC 22	1,8	33,33333
2	Split	Sanyo	SN A 12 DK	1,5	R. Shofa 1B 5	1	6,5	R 22	4,4	MC 22	2,1	32,30769
3	Split	Daikin	CU PC 9 EKH7	1	R. Poli 6	1	4	R 22	2,8	MC 22	1,2	30
4	Split	Daikin	CU PC 9 GKJ	1	R. Poli 7	1	4	R 22	3	MC 22	1	25
5	Split	Daikin	CU PC 9 GKJ	1	R. Poli 8	1	4	R 22	3,3	MC 22	0,7	17,5
6	Split	Daikin	CU PC 9 GKJ	1	R. Poli 9	1	4	R 22	3	MC 22	1	25
7	Split	Daikin	CU PC 12 EKH7	1,5	R. Poli 10	1	5,5	R 22	4,4	MC 22	1,1	20
8	Split	Daikin	CU PC 12 EKH7	1,5	R. Poli 11	1	5,5	R 22	3,8	MC 22	1,7	30,90909
JUMLAH DAYA/PK				10	RATA-RATA AMPER				26,7562			

TAHAP 2

NO	JENIS	MERK	MODEL	DAYA (PK)	LOKASI	UNIT	ARUS (Amp)	FREON	ARUS (Amp)	MUSICOOOL	PENURUNAN	
											(Amp)	(%)
1	Split	Daikin		1,5	R. Poli 1	1	5,5	R 22	4,2	MC 22	1,3	23,63636
2	Split	Daikin		1,5	R. Poli 2	1	5,5	R 22	3,8	MC 22	1,7	30,90909
3	Split	Daikin		1,5	R. Poli 3	1	5,5	R 22	3,5	MC 22	2	36,36364
JUMLAH DAYA/PK				4,5	RATA-RATA AMPER				30,303			

Semarang, 20 Mei 2011

PT. TRI USAHA MAJU

  
Gurawan Wibisono

Manager Marketing



HYDROCARBON REFRIGERANT  
**MUSICOOL**  
 EFFICIENT ENERGY & ENVIRONMENTALLY FRIENDLY



### 1. MUSICOOL Refrigerant Composition and Purity

PROPERTIES	MC-22	MC-12	MC-134
Ethane, % wt	< 0.5	traces	traces
Propane, % wt	> 99.5	*	**
i-Butane, % wt	< 0.3	*	**
n-Butane, % wt	< 0.3	*	**
Pentane	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm
n-Hexane	< 50 ppm	< 50 ppm	< 50 ppm
Olefins	< 0.03% wt	< 0.03% wt	< 0.03% wt
Water Content	< 10 ppm	< 10 ppm	< 10 ppm
Sulphur Content	< 2 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm

Keterangan :

1. Propriety information MC-12
2. Propriety information MC-134

### 2. Physical and Thermodynamics Properties MUSICOOL Refrigerant

PROPERTIES	MC-12	CFC-12	MC-134	HFC-134a	MC-22	CFC-22
Enthalpy Liquid, kJ/kg	261	224	261	235	265	230
Enthalpy, v, kJ/kg	602	363	601	412	601	413
Density, l, kg/m <sup>3</sup>	533	1311	531	1207	492	1191
Density, v, kg/m <sup>3</sup>	12.56	36.83	12.90	32.35	20.56	44.23
Specific Heat, l, kJ/kg.K	2.53	0.99	2.53	1.42	2.73	1.26
Specific Heat, v, kJ/kg.K	1.88	0.70	1.89	1.03	2.07	0.87
Viscosity, l, uPa-s	129	189	128	195	97.2	164
Viscosity, v, uPa-s	7.9	11.6	7.9	11.7	8.3	12.5
Thermal Conductivity, l, mW/m.K	92	67	92	81	94	83
Thermal Conductivity, v, mW/m.K	17	10	18	14	19	11
Surface Tension, N/m .10 <sup>-3</sup>	9.6	8.5	9.5	8.1	7.0	8.1
Speed of Sound, m/s, l	785	512	780	506	723	541
Speed of Sound, m/s, v	212	135	212	144	215	160
Saturated Pressure, bar	5.5	6.5	5.7	6.7	9.5	10.4
Temperatur Glide, 0C	7.6		7.7		0	

Note :

l-Saturated liquid, v-Saturated vapour.  
 All condition given at 25 °C (dew point)

5

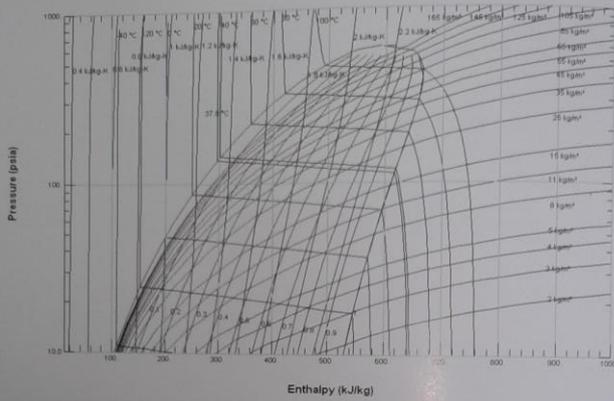


[www.pertamina.com](http://www.pertamina.com)  
<http://gasdam.pertamina.com>

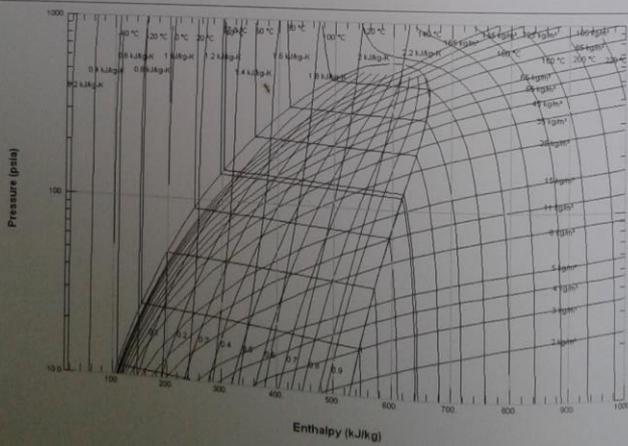


### 3. Vapour Pressure Temperature Chart

#### PH DIAGRAM MC-12



#### PH DIAGRAM MC-134







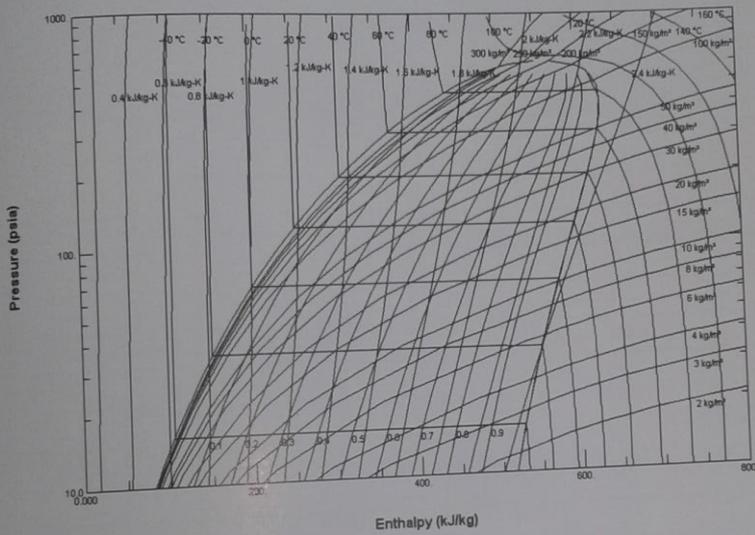
HYDROCARBON REFRIGERANT

**MUSI COOL**

EFFICIENT ENERGY & ENVIRONMENTALLY FRIENDLY



### PH DIAGRAM MC-22





#### 4. Thermodynamics Properties of Saturated MUSIcool

### MUSI COOL MC-12

TEMP. °C	PRESSURE (ABS) BAR	LIQUID (BUBBLE POINT)			VAPOUR (DEW POINT)		
		Volume dm <sup>3</sup> /kg	Enthalpy kJ/kg	Entropy kJ/kg-K	Volume dm <sup>3</sup> /kg	Enthalpy kJ/kg	Entropy kJ/kg-K
-40	0.75	1.6646	108.48	0.63991	780.82	518.75	2.4365
-35	0.93	1.6802	119.45	0.68636	624.30	525.12	2.4244
-30	1.14	1.6962	130.55	0.73232	504.44	531.50	2.4138
-25	1.39	1.7129	141.77	0.77784	411.58	537.90	2.4047
-20	1.68	1.7301	153.13	0.82295	338.83	544.29	2.3968
-15	2.01	1.7480	164.62	0.86769	281.25	550.68	2.3901
-10	2.39	1.7666	176.26	0.91210	235.24	557.07	2.3845
-5	2.82	1.7859	188.05	0.95619	198.14	563.44	2.3799
0	3.31	1.8061	200.00	1.0000	167.97	569.78	2.3761
5	3.86	1.8271	212.11	1.0436	143.25	576.10	2.3731
10	4.47	1.8491	224.38	1.0869	122.83	582.38	2.3709
15	5.16	1.8721	236.83	1.1300	105.85	588.61	2.3693
20	5.92	1.8963	249.46	1.1730	91.628	594.78	2.3683
25	6.75	1.9217	262.28	1.2158	79.649	600.88	2.3677
30	7.67	1.9485	275.30	1.2585	69.496	606.90	2.3676
35	8.68	1.9768	288.53	1.3011	60.840	612.83	2.3678
40	9.78	2.0068	301.97	1.3437	53.421	618.64	2.3682
45	10.98	2.0387	315.64	1.3862	47.028	624.31	2.3689
50	12.28	2.0728	329.55	1.4288	41.490	629.83	2.3696
55	13.69	2.1093	343.72	1.4714	36.669	635.16	2.3703
60	15.21	2.1488	358.18	1.5142	32.452	640.28	2.3708
65	16.85	2.1916	372.95	1.5571	28.744	645.13	2.3712
70	18.62	2.2385	388.07	1.6004	25.467	649.66	2.3711
75	20.51	2.2904	403.59	1.6440	22.556	653.82	2.3704
80	22.54	2.3487	419.58	1.6883	19.956	657.51	2.3690





HYDROCARBON REFRIGERANT  
**MUSI COOL**  
 EFFICIENT ENERGY & ENVIRONMENTALLY FRIENDLY



### MUSI COOL MC-134

TEMP. °C	PRESSURE (ABS) BAR	LIQUID (BUBBLE POINT)			VAPOUR (DEW POINT)		
		Volume Dm <sup>3</sup> /Kg	Enthalpy Kj/Kg	Entropy Kj/Kg-k	Volume Dm <sup>3</sup> /Kg	Enthalpy Kj/Kg	Entropy Kj/Kg-k
-40	0.78	1.6690	108.22	0.63896	754.52	519.69	2.4415
-35	0.96	1.6847	119.22	0.68552	603.76	526.05	2.4292
-30	1.18	1.7009	130.35	0.73160	488.23	532.41	2.4183
-25	1.44	1.7177	141.60	0.77724	398.64	538.79	2.4089
-20	1.74	1.7352	152.99	0.82247	328.41	545.16	2.4008
-15	2.08	1.7532	164.52	0.86733	272.78	551.53	2.3939
-10	2.47	1.7720	176.19	0.91185	228.29	557.88	2.3881
-5	2.92	1.7916	188.02	0.95606	192.39	564.22	2.3832
0	3.42	1.8119	200.00	1.0000	163.19	570.53	2.3792
5	3.99	1.8332	212.15	1.0437	139.23	576.81	2.3760
10	4.62	1.8555	224.46	1.0872	119.43	583.04	2.3735
15	5.32	1.8788	236.95	1.1304	102.96	589.23	2.3717
20	6.10	1.9034	249.63	1.1735	89.157	595.35	2.3704
25	6.96	1.9291	262.50	1.2165	77.523	601.39	2.3696
30	7.91	1.9564	275.57	1.2594	67.656	607.35	2.3692
35	8.95	1.9851	288.84	1.3021	59.241	613.21	2.3691
40	10.08	2.0157	302.34	1.3449	52.023	618.94	2.3692
45	11.31	2.0482	316.08	1.3876	45.799	624.54	2.3696
50	12.64	2.0829	330.06	1.4303	40.406	629.96	2.3699
55	14.09	2.1202	344.31	1.4731	35.708	635.19	2.3703
60	15.65	2.1605	358.85	1.5161	31.596	640.19	2.3705
65	17.33	2.2044	373.72	1.5593	27.978	644.91	2.3704
70	19.14	2.2527	388.95	1.6028	24.778	649.29	2.3699
75	21.09	2.3062	404.59	1.6468	21.933	653.27	2.3687
80	23.17	2.3667	420.73	1.6914	19.389	656.75	2.3667





HYDROCARBON REFRIGERANT  
**MUSI COOL**  
 EFFICIENT ENERGY & ENVIRONMENTALLY FRIENDLY



### MUSI COOL MC-22

TEMP. °C	PRESSURE (ABS) BAR	LIQUID (BUBBLE POINT)			VAPOUR (DEW POINT)		
		Volume Dm <sup>3</sup> /kg	Enthalpy Kj/kg	Entropy Kj/kg-K	Volume Dm <sup>3</sup> /kg	Enthalpy Kj/kg	Entropy Kj/kg-K
-40	1.11	1.7267	104.76	0.6261	382.61	528.31	2.4434
-35	1.37	1.7444	116.14	0.6742	314.15	534.27	2.4306
-30	1.67	1.7628	127.66	0.7218	260.16	540.19	2.4191
-25	2.03	1.7819	139.31	0.7690	217.15	546.08	2.4088
-20	2.44	1.8018	151.12	0.8158	182.57	551.93	2.3996
-15	2.91	1.8226	163.08	0.8623	154.51	557.72	2.3915
-10	3.45	1.8443	175.21	0.9085	131.57	563.45	2.3842
-5	4.05	1.8670	187.52	0.9544	112.65	569.11	2.3778
0	4.74	1.8908	200.00	1.0000	96.950	574.68	2.3721
5	5.50	1.9159	212.68	1.0455	83.821	580.17	2.3670
10	6.36	1.9424	225.55	1.0908	72.774	585.54	2.3624
15	7.31	1.9703	238.64	1.1359	63.420	590.79	2.3583
20	8.35	2.0000	251.96	1.1810	55.453	595.90	2.3545
25	9.51	2.0315	265.51	1.2261	48.629	600.84	2.3510
30	10.78	2.0651	279.32	1.2711	42.752	605.60	2.3476
35	12.16	2.1012	293.40	1.3163	37.663	610.14	2.3443
40	13.67	2.1401	307.78	1.3615	33.234	614.42	2.3409
45	15.32	2.1823	322.48	1.4070	29.359	618.41	2.3373
50	17.10	2.2284	337.53	1.4527	25.951	622.05	2.3333
55	19.04	2.2793	353.00	1.4988	22.938	625.26	2.3287
60	21.13	2.3361	368.94	1.5456	20.257	627.96	2.3232
65	23.39	2.4006	385.43	1.5931	17.857	630.03	2.3166
70	25.82	2.4752	402.59	1.6418	15.692	631.28	2.3083

www.pertamina.com  
 http://gasdom.pertamina.com

10





KEPUTUSAN  
MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN  
REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR: 790/MPP/Kep/12/2002

TENTANG

PERUBAHAN KEPUTUSAN MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN  
NOMOR 110/MPP/Kep/1/1998 TENTANG LARANGAN MEMPRODUKSI DAN  
MEMPERDAGANGKAN BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON SERTA  
MEMPRODUKSI DAN MEMPERDAGANGKAN BARANG BARU YANG  
MENGUNAKAN BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON (OZONE DEPLETING  
SUBSTANCES) SEBAGAIMANA TELAH DIUBAH DENGAN  
KEPUTUSAN MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN  
NOMOR 410/MPP/Kep/9/1998

MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN,

Menimbang

- a. Bahwa chlorofluorocarbon (CFC), khususnya CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114, dan CFC-115, masih dibutuhkan penggunaannya bagi berbagai industri di Indonesia;
- b. Bahwa Indonesia, sesuai dengan Protokol Montreal dan Amendemen Copenhagen, Konvensi Wina, mempunyai kewajiban untuk menghapus penggunaan bahan perusak ozon kelompok CFC secara bertahap sampai dengan 1 Januari 2010;
- c. Bahwa sehubungan hal tersebut pada huruf a dan b diatas, maka dipandang perlu untuk mengubah Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 110/MPP/Kep/1/1998 sebagaimana telah diubah dengan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 410/MPP/Kep/9/1998.

Mengingat

1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun.

2. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1992 tentang Pengesahan Vienna Convention for Protection of the Ozone Layer dan Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer as Adjusted and Amended by the Second Meeting of the Parties London, 27-29 June 1990.
  3. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 92 Tahun 1998 tentang Pengesahan Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Copenhagen, 1992 (Protokol Montreal tentang Zat-zat yang Merusak Lapisan Ozon, Copenhagen, 1992)
  4. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 228/M Tahun 2001 tentang Pembentukan Kabinet Gotong Royong.
  5. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 102 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi dan Tata Kerja Departemen.
  6. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 109 Tahun 2001 tentang Unit Organisasi dan Tugas Eselon I Departemen.
  7. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 410/MPP/Kep/9/1998 tentang Perubahan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 110/MPP/Kep/1/1998 tentang Larangan Memproduksi dan Memperdagangkan Bahan Perusak Lapisan Ozon serta Memproduksi dan Memperdagangkan Barang Baru yang Menggunakan Bahan Perusak Lapisan Ozon (Ozone Depleting Substances).
  8. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 86/MPP/Kep/3/2001 tentang Organisasi Tata Kerja Departemen Perindustrian dan Perdagangan.
- Surat Menteri Negara Lingkungan Hidup  
No. B1634/MENLH/9/2001  
tanggal 24 September 2001 perihal Amandemen  
Kepmen Perindag.

MEMUTUSKAN :

Menetapkan

PERUBAHAN KEPUTUSAN MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN NOMOR 110/MPP/Kep/1/1998 TENTANG LARANGAN MEMPRODUKSI DAN MEMPERDAGANGKAN BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON SERTA MEMPRODUKSI DAN MEMPERDAGANGKAN BARANG BARU YANG MENGGUNAKAN BAHAN PERUSAK LAPISAN OZON (OZONE DEPLETING SUBSTANCES) SEBAGAIMANA TELAH DIUBAH DENGAN KEPUTUSAN MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN NOMOR 410/MPP/Kep/9/1998.

Pasal 1

1. Mengubah Pasal 2 dan Pasal 4 Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 110/MPP/Kep/1/1998 sehingga berbunyi sebagai berikut :

"Pasal 2

- (1) Bahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 angka 1, dilarang untuk diproduksi.
- (2) Barang sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 angka 2 yang menggunakan bahan perusak lapisan ozon dilarang untuk diproduksi kecuali barang yang menggunakan Chlorofluorocarbon (CFC) yaitu CFC-11 (HS 2903.41.000), CFC-12 (HS 2903.42.000), CFC-113 (HS 2903.43.000), CFC-114 (HS 2903.44.000), dan CFC-115 (HS 2903.44.000), sebagai bahan dalam industri metered dose inhalasi dan industri kecil menengah foam, aerosol, dan solven.
- (3) Ketentuan sebagaimana tercantum dalam ayat (2) berlaku mulai tanggal ditetapkan Keputusan ini."

"Pasal 4

1. Terhadap bahan dan barang sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 angka 1 dan angka 2 yang masih ada setelah ditetapkan keputusannya ini hanya boleh diperdagangkan dan dipergunakan sampai dengan 31 Desember 2007."
2. Kelentuan lainnya yang tercantum dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 410/MPP/Kep/9/1998 dinyatakan tetap berlaku.

Pasal II

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengumuman keputusan ini dengan menempatkannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta  
Pada tanggal : 2 Desember 2002  
MENTERI PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN  
REPUBLIK INDONESIA



RINI M SUMARNO SOEWANDI

## BAB 9

### PENUTUP

#### 9.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengambilan data, analisa dan perhitungan yang diperoleh, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut Musicool merupakan sumber energi baru yang dapat digunakan sebagai alternative pengganti bahan refrigerant yang ramah lingkungan. Dengan sifat termodinamika yang lebih baik, maka aefek refrigerasi menjadi lebih baik sehingga Proses pendinginan lebih cepat serta Temperatur udara keluaran pada evaporator lebih rendah/dingin sehingga efek pemanasan keluaran dapat dikurangi (mengurangi efek pemanasan global). Pada perhitungan COP, terlihat bahwa *performance* yang dihasilkan MUSIcool dengan kerja yang lebih kecil 2,8 menghasilkan pendinginan yang lebih besar dibandingkan dengan kerja yang dibutuhkan *freon* 3,1. Dari pengambilan data terlihat bahwa temperatur yang dihasilkan menggunakan MUSIcool MC-12 lebih rendah (7,1 °C) dibandingkan menggunakan *freon* R-12 (7,6 °C), dengan tekanan yang dibutuhkan MUSIcool lebih kecil (28 Psi). Dibandingkan dengan pendingin sintetik, hidrokarbon (MUSIcool) yang menghasilkan COP lebih tinggi yang berarti menghemat lebih banyak energi dalam bentuk konsumsi listrik. Efek pendinginan yang sama dapat dicapai dengan hidrokarbon (MUSIcool) dengan berat 30% lebih rendah dari refrigeran sintetis. Kerja kompresi R22 yaitu 19.2 dan untuk R290 yaitu 50.7.R290 lebih ringan 67%. Konsumsi daya R22 sebesar 0.30 kw dan R290 sebesar 0.26. R290 hal ini pengaruhi oleh kerja kompresor yang ringan sehingga akan berdampak konsumsi daya listrik. Konsumsi daya R290 42% lebih hemat dari R22. kalor yang di serap R 22 lebih kecil dibandingkan dengan yang menggunakan hidrokarbon.

## DAFTAR PUSTAKA

- An ECOFRIG, 1997. Refrigeration Appliances using Hydrocarbon Refrigerant, Indian Institute of Technology Department Of Mechanical Engineering Haus khas, 110016 New Delhi. and INFRAS, CH-8002 Zurich
- Aziz, A. (2013). Komparasi Katup Ekspansi Termostatik. Prosiding Sntk Topi 2013 (hal. 1907-0500). Pekanbaru: Azridjal Aziz.
- Benouali, J. J. (2003). Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Fuel Consumption of Mobile Air Conditioning
- Chandrasekharan, M. (2014.). Exergy Analysis of Vapor Compression Refrigeration System Using R12 and R134a as Refrigerants. Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Konduktifitas Thermal Rendah Untuk Mengurangi Rugi Kalor, 2.
- Daly, S. (2006.). Automotive Air-conditioning and Climate Control Systems. Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Konduktifitas Thermal Rendah Untuk Mengurangi Rugi Kalor, 13.
- Domanski, PA dan Payne, WV, 2002. *Properti dan kinerja siklus refrigeran memadukan operasi di dekat dan di atas titik kritis refrigeran*, ARTI-21CR / 50010, Institut Teknologi Pendingin dan Pendinginan, 4301 N. Fairfax Drive, Suite 425, Arlington, Virginia 22203 (akan diterbitkan).
- G.F.Hundy (2010), *Refrigerant and Air Conditioning*, E-Book, Edisi IV.
- GFHundy (2010), *Pendingin dan Pendingin Udara*, E-Book Raharjo s (2010), *Analisis kinerja mesin pendingin dengan menggunakan MUSIcool Refrigeran hidrokarbon dari kilang migas*, simposium Nasional RAPI IX 2010, ISSN: 1412-19612
- Imam Abadi, A. S. (2006). Aplikasi Metode Neuro-Fuzzy Pada Sistem Pengendalian Antisurge Kompresor . Jurnal Teknik Elektro, 93 - 104.
- K., Shah, R.;& S., Bhatti, M. ( 2006.). Automotive Air-Conditioning . Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Konduktifitas Thermal Rendah Untuk Mengurangi Rugi Kalor, 1.
- McLinden, M., 1987. Evaluasi Termodinamika Refrigeran dalam Kompresi Uap Siklus Menggunakan Properti Mengurangi, International Journal of Refrigeration, Vol. 11, hlm. 134-143.

- Michael J. Moran ( 2004 ), Termodinamika Teknik, edisi 4.
- Miller, Max, & Miller, Mark R.. 2006. Refrigeration and Air Conditioning. The McGraw-Hill Companies. USA.
- Moran, Michael J. Dan Shapiro, Howard N. (2004), Termodinamika Teknik Jilid 2 Edisi 4, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Motta, SFY dan Domanski, PA, 2000. *Kinerja R-22 dan alternatifnya bekerja di suhu luar yang tinggi*, Konferensi Pendinginan Internasional Kedelapan di Universitas Purdue, Lafayette Barat, Indiana, AS, 25-28 Juli, hlm.47-54.  
*Pendinginan*, Milan, Italia.
- Permen Menteri ESDM No.14 tahun 2012 tentang manajemen energi.
- Pornomo, B. C. (2015). Analisa Performa Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Dengan Refrigeran Campuran Musicool Dan Co2 Aplikasi Ac MobiL. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Powell, R.L. 2001. CFC phase out; have we met the challenge. *Journal of Fluorine* 114, 237-250.
- PT PERTAMINA, 2010. Hydrocarbon Refrigerant MUSIcool. Edisi 2010
- PT TRI USAHA MAJU, 2011. Retrofit MUSIcool.
- Pudjanarsa, Astu. Dan Nursuhut, Djati. (2006), Mesin Konversi energi, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Hundy, GF. (2010), Refrigerant and Air Conditioning, E-Book, Edisi 4
- R. K. Shah. ( 2006.). Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Automotive Air-Conditioning .
- Raharjo Samsudi (2010), *Analisa performa mesin pendingin dengan menggunakan MUSIcool Hydrocarbon refrigerant dari kilang migas*, simposium Nasional RAPI IX 2010, ISSN:1412-19612
- Raharjo, Samsudi. (2010), Analisa Performa Mesin Pendingin dengan Menggunakan MUSIcool Hydrocarbon Refrigerant dari Kilang Migas, Simposium Nasional RAPI IX 2010, ISSN:1412-19612.
- Raharjo, Samsudi. (2011), Efektifitas Penggunaan MUSIcool Pada Mesin Pengkondisian Udara Merk Panasonic dan Toshiba, Prosiding Seminar Nasional Sains 2, Unwahas.
- Stoecker, Wilbert F. Dan Jones, Jerold W. (1996), Refrigerasi dan pengkondisian udara, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suara Merdeka; Kerusakan Ozon mengakibatkan kangker kulit dan katarak meningkat, 21Oktober 2010.

- Teng, T. P.; Alsaad, M. A.,;. ( 2012. 1998). Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan . Retrofit assessment of The , 10.
- Vance Payne, W dan. Domanski, Piotr A (1997) Perbandingan R22 dan R410A Air Kondisioner yang Beroperasi pada Suhu Sekitar Tinggi, Institut Standar dan Teknologi Nasional, Gaithersburg, Maryland USA 20899. Domanski, PA, 1999. Evolusi Aplikasi Refrigerant, *Proc Kongres Internasional pada*
- Wang, Shan K.. 2001. Handbook of Air Conditioning and Refrigeration. McGraw-Hill. New York.
- Wongwises, S. &. (2005). Experimental study of hydrocarbon mixtures to replace HFC-134a in a domestic refrigerator. Pengembangan Katup Ekspansi Ac Dari Material Dengan Konduktifitas Thermal Rendah Untuk Mengurangi Rugi Kalor, 11.



Samsudi Raharjo MT. MM. born in Yogyakarta on May 17, 1960. He achieved Bachelor degree at Faculty of Engineering Muhammadiyah University. He also achieved his bachelor degree from FKT IKIP Semarang, Master of Engineering in Diponegoro University. He currently teach Refrigeration and Air Conditioning in Universitas Muhammadiyah Semarang.

#### **Google Scholar :**

1. Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom
2. Analisa Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Sifat Mekanik Paduan Alumunium Adc 12
3. Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja Karbon
4. Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Elektroplating Terhadap Ketebalan Serta Kekerasan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom
5. Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rambut Manusia
6. Analisis Hasil Produk Alat Pertanian Menggunakan Tungku Pack Kaburising Dengan Tungku Konvensional. Traksi. Vol. 5. No. 1
7. Pembuatan Briket Bioarang Dari Limbah Abu Ketel, Jarak Dan Gliserin
8. Efektifitas Penggunaan Musicool Pada Mesin Ac
9. Anatisa Performa Mesin Pendingin Dengan Menggunakan Musicool Hydrocarbon Refrigerant Dari Kilang Migas, Simposium Nasional Rapi Ix 2010
10. Model Dan Optimasi Variabel Suhu Pembentukan Kerak Caco3 Pada Pipa Beraliran Laminer