

Studi Eksperimental Unjuk Kerja Water Chillerr dengan Condensing Unit Model CU-PC9EKH-7 untuk R22 dan HCR22

Sudjud Darsopuspito , Abdul Rouf Ihwan

Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknologi Industri – ITS
Kampus ITS Sukolilo – Surabaya 60111
E-mail : sudjud@me.its.ac.id

Abstrak

Sistem refrigerasi memegang peran penting dalam kehidupan manusia. Hampir semua sistem refrigerasi menggunakan refrigeran sintetik seperti R-12, R-22, R-134a, R-502 dan sedikit sekali yang menggunakan refrigeran alami seperti hidrokarbon dan karbondioksida. Dominasi ini dapat dimaklumi karena refrigeran sintetik mempunyai sifat-sifat teknik yang sangat baik (kestabilan, tidak mudah terbakar, tidak beracun dan relatif mudah diperoleh). Di samping mempunyai karakteristik teknik yang baik, refrigeran sintetik yang mengandung chloor mempunyai efek merusak lapisan ozon (Ozone Depleting Potential/ODP) dan yang mengandung fluor menyebabkan pemanasan global (global Warming Potential). Pemakaian hidrokarbon sebagai refrigeran merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini, karena refrigeran hidrokarbon tidak mempunyai efek negatif terhadap lapisan ozon.

Pada penelitian ini dilakukan penggantian R-22 dengan HCR-22, dengan tanpa penggantian komponen sistem (drop-in substitute) water chiller dengan Condensing Unit Model CU-PC9EKH-7. Analisa dilakukan dengan membandingkan unjuk kerja mesin pendingin dengan R22 dan HCR22 pada variasi beban pendinginan dan variasi temperatur water yang sama.

Dari penelitian ini diketahui bahwa penggantian R22 dengan HCR22 akan mempunyai konsekuensi antara lain : penurunan kapasitas pendinginan sebesar 5 s/d 10 % untuk temperatur water 24.75 °C dan 8.3 s/d 12 % untuk temperatur water 20.25 °C, kenaikan coefficient of performance sebesar 5.6 % s/d 10.3 % untuk temperature water 24.75 °C dan untuk temperature 20.25 °C sebesar 4.6 % s/d 6.5 %.

Kata kunci : Refrigeran sintetik, Refrigeran hidrokarbon, HCR 22, coefficient of performance.

Pendahuluan

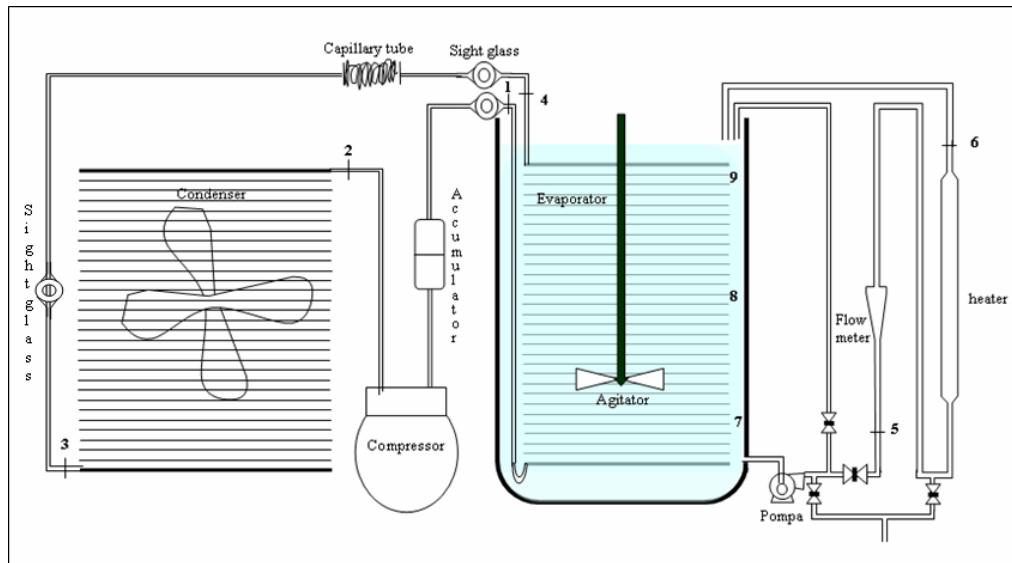
Di samping mempunyai karakteristik teknik yang baik ternyata refrigeran sintetik dari bahan Chloro Flouro Carbon (CFC) yang mengandung chlor dan fluor mempunyai efek negatif terhadap lingkungan, terutama sebagai penyebab timbulnya lubang ozon . Sehingga dicari alternatif refrigeran yang lebih aman terhadap lingkungan, salah satunya adalah refrigeran dari jenis hidrokarbon.

Media pendingin dari bahan CFC untuk AC, lemari es / kulkas, cold storage, chiller, water dispenser, dan mesin pendingin lain untuk industri yang selama ini digunakan harus bersiap-siap tak dipakai lagi. Penolakan terhadap penggunaan refrigeran CFC telah tertuang dalam Konvensi Wina dan Protokol Montreal tahun 1987 dengan keharusan penghentian kegiatan produksi dan penggunaannya menjadikan HCFC sebagai refrigeran transisi yang suatu saat juga harus ditinggalkan. Pemerintah Indonesia sendiri telah memberi batas akhir untuk meng-impor CFC pada tahun 2007, sehingga perlu dikembangkan refrigeran alternatif yang tidak merusak lapisan ozon . Antara lain adalah refrigeran hidrokarbon atau HCR22

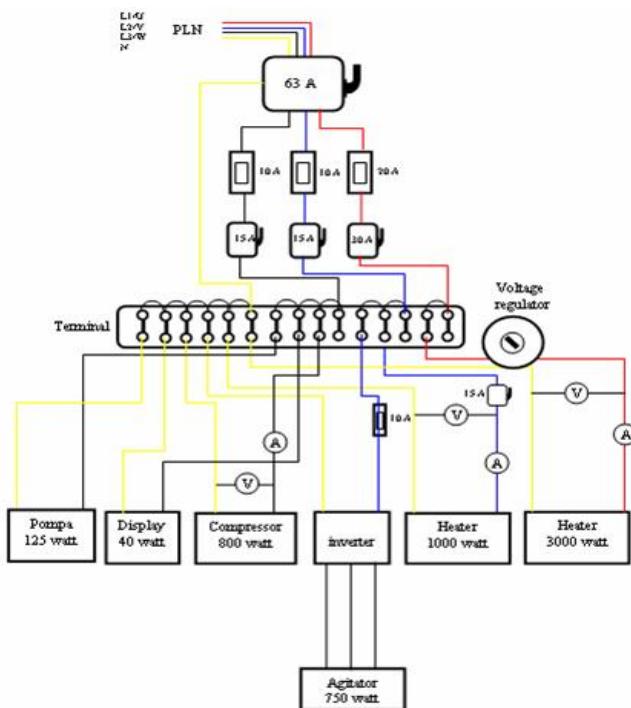
Dalam penelitian ini akan dikaji seberapa pengaruh penggantian refrigeran sintetik (R22) dengan HCR22 terhadap unjuk kerja mesin pendingin . Penelitian menggunakan seperangkat Condensing Unit Model CU-PC9EKH-7 untuk water chiller yang dilengkapi heater sebagai simulasi bebannya

Peralatan penelitian

Skema peralatan yang digunakan dalam penelitian ini seperti gambar dibawah :



Gambar 1 : Skema Peralatan Uji



Gambar 2 : Instalasi Listrik

Keterangan :

- | | | | | | |
|------|---------------------|------|--------------------|------|---------------|
| Cp 1 | = outlet evaporator | Cp 4 | = inlet evaporator | Cp 7 | = high drum |
| Cp 2 | = inlet kondensor | Cp 5 | = inlet heater | Cp 8 | = medium drum |
| Cp 3 | = outlet kondensor | Cp 6 | = outlet heater | Cp 9 | = low drum |

Spesifikasi Peralatan Percobaan:

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1. Condensing unit | 3. Single Heater |
| Merk | : Panasonic |
| Model | : CS-PC9EKH-7 |
| Kapasitas pendinginan | : 2.65 – 2.70 kW |
| Sumber tegangan | : 220 – 240 V, 50 Hz, 1 fasa |
| Daya listrik | : 845 – 885 Watt |
| 2. Evaporator | 4. Paralel Heater |
| Panjang | : 3 x 15 m / 3 laluan. |
| Diameter | : 3/8 inch |
| Material | : tembaga |
| | Model : Skt 1006 |
| | Listrik : 220 v / 1000 Watt |
| | Jumlah : 1 buah |
| | Model : Skt 1006 |
| | Listrik : 220 v / 1000 Watt |
| | Jumlah : 3 buah heater |

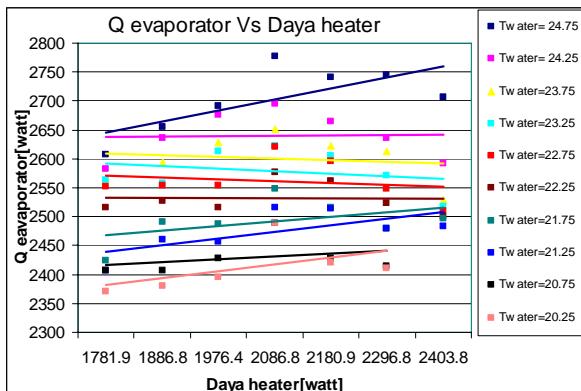
Metodologi

Pengambilan data dilakukan pada laju aliran massa water konstan sebesar 5 lpm , pada range temperatur water antara 20 s/d 25 °C , dengan interval pengambilan data setiap penurunan temperatur water 0.5 °C . Sedangkan voltage paralel heater divariasikan pada : 170 volt – 200 volt dengan interval 5 volt . Data yang diambil meliputi penunjukan : $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8, T_9, P_1, P_2, P_3, P_4, V_{comp}, I_{comp}, V_{heater\ I}, I_{heater\ I}, V_{heater\ II}, I_{heater\ II}$ dan m_{water}

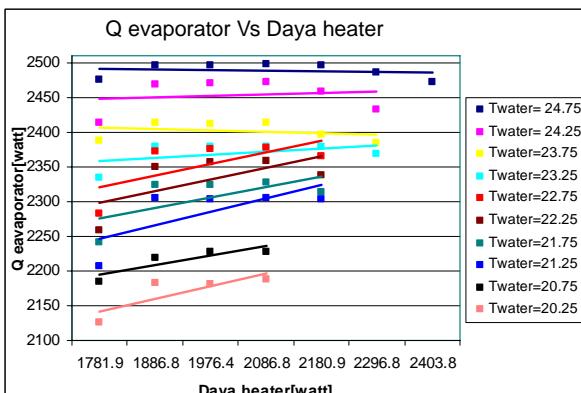
Flow Chard pengambilan data sebagaimana tertera pada lampiran .

Hasil dan Pembahasan

a. Kapasitas Pendinginan terhadap Variasi Daya Heater pada Berbagai Temperatur Water.



Gambar 3 : $Q_{evap} = f(\text{daya heater})$ untuk R.22



Gambar 4 : $Q_{evap} = f(\text{daya heater})$ untuk HCR.22

Dari hasil perhitungan dapat dibuat dua buah grafik kapasitas pendinginan (Q_{evap}) sebagai fungsi daya heater untuk setiap perubahan temperatur water dalam drum.

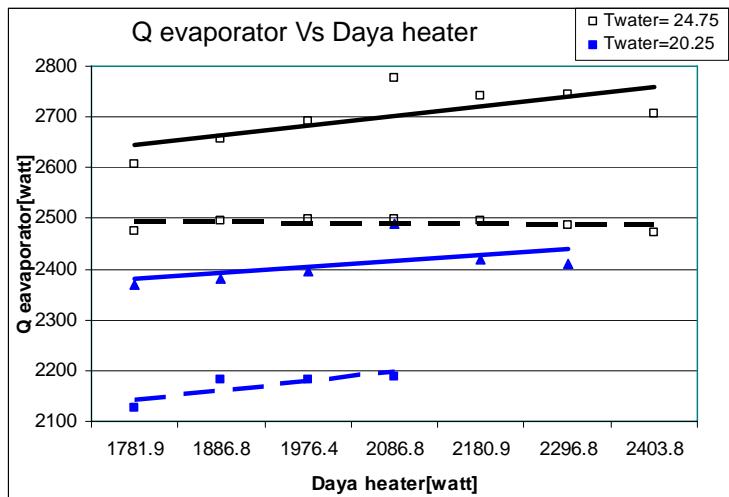
Dari grafik gambar : 3 untuk R22 dapat dilihat bahwa pada daya heater ≥ 2403.8 watt, temperatur water tidak mampu turun sampai 20 °C dan pada daya heater < 2403.8 watt, temperatur water mampu turun sampai 20 °C .

Sedangkan pada grafik gambar : 4 untuk HCR22 dapat dilihat bahwa pada daya heater ≥ 2066.8 watt , temperatur water tidak mampu turun sampai 20 °C dan pada daya heater < 2066.8 watt, temperatur water mampu turun sampai 20 °C .

Temperatur water akan selalu turun sampai kapasitas pendinginan Q_{evap} sama dengan beban pendinginan (daya heater).

Untuk mendapatkan perbedaan yang jelas, maka analisa perbandingan performansi water chiller dengan 2 jenis refrigerant dilakukan pada dua temperature water yaitu 24.75 °C dan 20.25 °C.

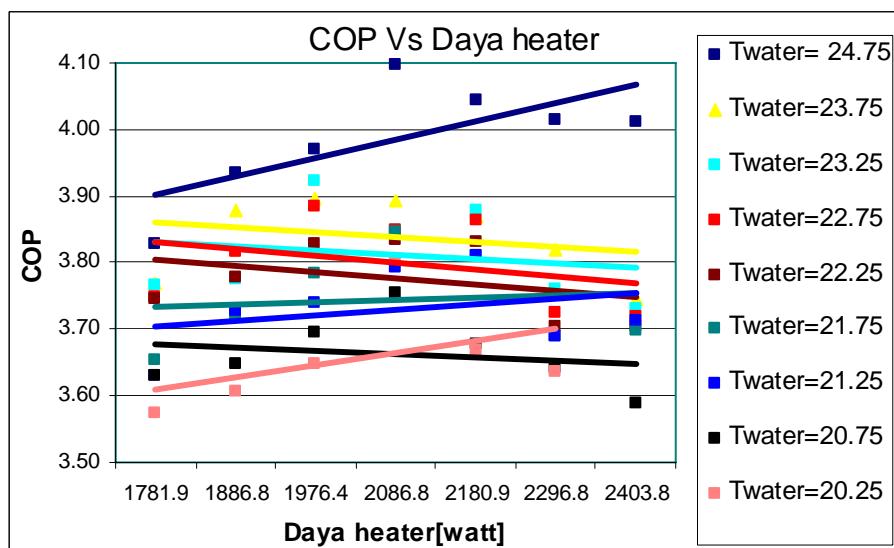
Hal ini bisa dilihat seperti pada grafik gambar : 5 berikut :



Gambar 5 : $Q_{evap} = f(daya\ heater)$

b. Coefficient of Performance terhadap Variasi Daya Heater pada Berbagai Temperatur Water.

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada semua variasi daya heater, dapat dibuat dua buah grafik. coefficient of performance sebagai fungsi daya heater untuk setiap perubahan temperatur temperature water dalam drum seperti pada gambar : 6 dan 7 . Daya heater yang dimaksud dalam grafik $COP = f(daya\ heater)$ adalah hasil perkalian antara tegangan dan arus heater , sedangkan temperatur water yang dimaksud adalah rata rata temperatur water pada range 0.5°C .



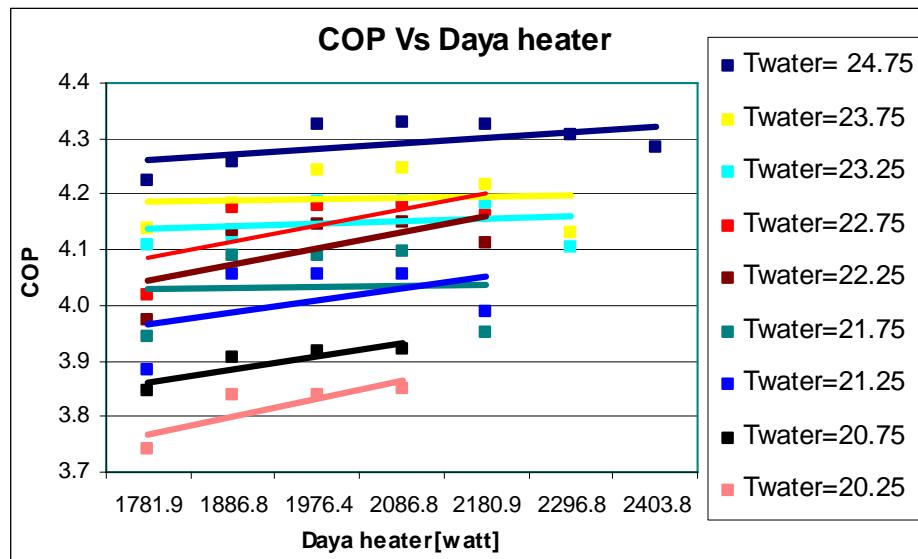
Gambar 6 : $COP = f(daya\ heater)$ untuk R.22

Dari grafik gambar : 6 untuk R22 dapat dilihat bahwa pada daya heater ≥ 2403.8 watt, temperatur water tidak mampu turun sampai 20°C dan pada daya heater < 2403.8 watt, temperatur water mampu turun sampai 20°C .

Sedangkan pada grafik gambar : 7 untuk HCR22 dapat dilihat bahwa pada daya heater ≥ 2066.8 watt, temperatur water tidak mampu turun sampai 20°C dan pada daya heater < 2066.8 watt, temperatur water mampu turun sampai 20°C sehingga garis $COP = f(daya\ heater)$ kedua refrigeran untuk temperatur water tertentu bisa mencakup semua variasi daya heater dan untuk temperatur yang lain hanya mencakup beberapa daya heater saja.

Dari grafik gambar : 5 terlihat pada semua variasi daya heater, kapasitas pendinginan R22 selalu lebih besar dari pada kapasitas pendinginan HCR22.

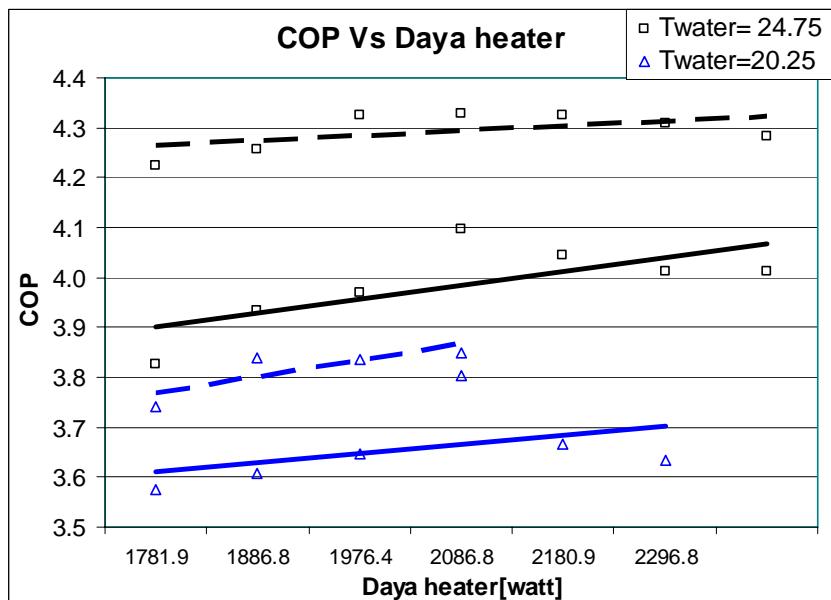
Walaupun penggunaan HCR22 mempunyai efek refrigerasi yang lebih besar dibanding dengan R22, kapasitas pendinginan HCR22 akan lebih kecil daripada R22 karena laju aliran massa R22 jauh lebih besar jika dibandingkan dengan laju aliran massa HCR22.



Gambar 7 : $COP = f(daya\ heater)$ untuk HCR.2

Dari grafik gambar : 7 diatas dapat dilihat bahwa coefficient of performance akan naik ketika beban pendinginan (daya heater) naik. Ketika daya heater ditambah, temperatur dan tekanan evaporator akan meningkat dan menyebabkan laju alir massa refrigeran meningkat. Naiknya laju alir massa refrigeran ini meningkatkan koefisien perpindahan panas sisi refrigeran dan kapasitas pendinginan. Pada daya heater besar ini, kompresor harus mengompresikan lebih banyak lagi massa refrigeran sehingga daya input kompressor akan meningkat. Bertambahnya daya input kompressor ini tidak signifikan bila dibanding bertambahnya kapasitas pendinginan, sehingga dengan naiknya daya heater COP akan bertambah.

Grafik perbandingan coefficient of performance R22 dengan HCR22 pada variasi daya heater berikut ini dibuat dengan menggabungkan grafik gambar : 6 dan 7 . Seperti pada perbandingan kapasitas pendinginan, perubahan coefficient of performance terhadap variasi daya heater dibandingkan pada temperatur water 24.75°C dan 20.25°C seperti pada gambar : 8 dibawah .



Gambar 8 : $COP = f(daya\ heater)$

Dari gambar : 8 Grafik perbandingan coefficient of performance (COP) R22 dan HCR22 pada variasi daya heater diatas terlihat bahwa COP HCR22 selalu lebih besar dari pada COP R22. Pada daya heater yang sama kapasitas pendinginan R22 selalu lebih besar dari pada kapasitas HCR22. Laju alir massa R22 pada satu daya heater yang sama jauh lebih besar dari pada HCR22 sehingga kebutuhan daya input compressor R22 akan jauh lebih besar dari pada daya input kompresor R22. Kenaikan kapasitas pendinginan sebanding dengan kenaikan daya heater, dari kesebandingan : dapat dijelaskan bahwa pada suatu daya heater atau kapasitas pendinginan yang sama dan daya input kompresor HCR22 yang lebih kecil COP HCR22 akan lebih besar dari pada COP R22.

Dari data dan perhitungan didapat bahwa pada penggantian R22 dengan HCR22 akan diperoleh kenaikan coefficient of performance sebesar 5.6 % s/d 10.3 % untuk temperature water 24.75 °C dan untuk temperature 20.25 °C sebesar 4.6 % s/d 6.5 %.

Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan :

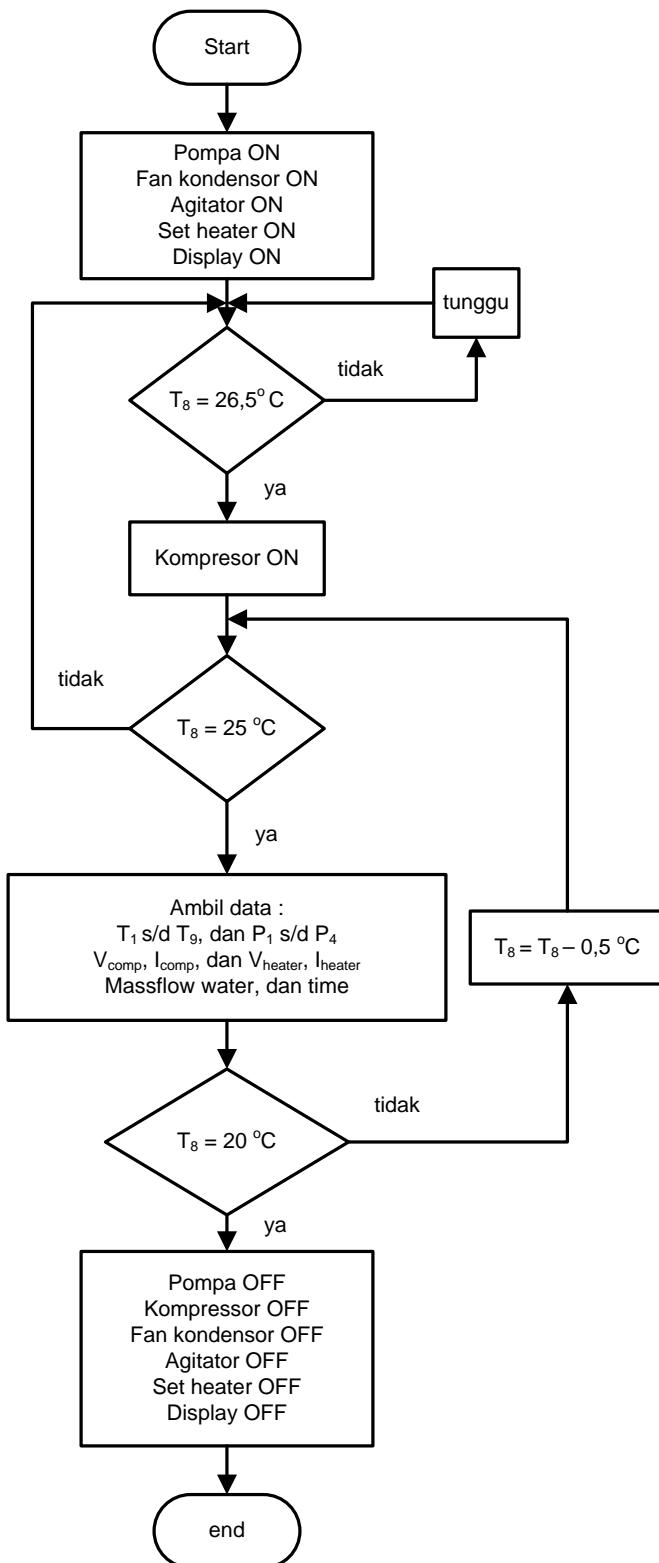
1. Penggantian refrigeran R22 dengan HCR22 dapat dilakukan tanpa penggantian komponen maupun minyak pelumas mesin.
2. Untuk mengganti refrigeran R22 dengan HCR22 diperlukan HCR sekitar 30 – 40 % massa R22.
3. Pada penggantian refrigeran R22 dengan HCR22, akan didapatkan penurunan kapasitas pendinginan sebesar 5 s/d 10 % untuk temperatur water 24.75 °C dan 8.3 s/d 12 % untuk temperatur water 20.25 °C.
4. Pada penggantian R22 dengan HCR22 akan diperoleh kenaikan coefficient of performance sebesar 5.6 % s/d 10.3 % untuk temperature water 24.75 °C dan untuk temperature 20.25 °C sebesar 4.6 % s/d 6.5 %.

Daftar Pustaka

- Stoecker F, Jones, J, W (Supratman Hara). 1989. **Refrigerasi dan pengkondisian udara.** Erlangga, edisi kedua, Jakarta.*
- M.J. Moran, H.N. Shapiro 1996. **Fundamental Of Engineering thermodynamics.** John Wiley & Sons, inc New York.*
- F.D.Incropera, D.D.Dewit. 2002. **Fundamentals of Heat and Mass Transfer.** John Wiley&sons, edisi keempat Newyork.*
- Badjabir,Abdul Aziz. **Refrigerasi.** Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya.*
- Darmawan P, Ari, 2006. **Modul Pelatihan Untuk Teknisi AC Mobil.** Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.*
- Prajitno,Harjanto.G. 2005. "Musicool the generation of the hydrocarbon refrigerant". Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV. Bali.*
- Greg-Harjanto,Suhanan. 2005. "Iso-butane, propane for refrigerant". Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV. Bali.*

Lampiran I

Flow Chard Pengambilan Data



Lampiran II
Peralatan Penelitian



BIODATA

- a. Nama Lengkap dan Gelar : ***Ir. Sudjud Darsopuspito , MT***
- b. Tempat dan Tgl. Lahir : Solo ; 29 Agustus 1949
- c. Alamat Kantor : Jurusan Teknik Mesin FTI – ITS
Kampus ITS Keputih Sukolilo - Surabaya 60111
Telp. 031.5946230 Fax. 031.5922941
E-mail : sudjud@me.its.ac.id
- d. Alamat Rumah : Jl. Teknik Arsitektur J – 3
Perumahan ITS Keputih Sukolilo
Surabaya 60111 . Telp. 031.5931052
- e. Riwayat Pendidikan : - Sarjana Teknik (Insinyur)
Fakultas Teknik Mesin ITS , 1979 .
- Magister Teknik , Program Pasca Sarjana ITS
JurusanTeknik Mesin , 1999 .
- f. Pekerjaan : - 1976 s/d sekarang sebagai Dosen Tetap di
Jurusan Teknik Mesin FTI – ITS
- g. Organisasi Profesi : - Persatuan Insinyur Indonesia (PII) sejak tahun : 1981 .
- Komite Nasional Indonesia - World Energy Coference
sejak 1987.
- h. Bidang Ilmu : Applied Thermodynamic :
 - Internal Combustion Engines
 - Refrigeration System