

STUDI EKSPERIMEN PENGGUNAAN LPG SEBAGAI FLUIDA PENDINGIN PENGGANTI REFRIGERANT R22 PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA

Imron Rosyadi¹⁾, Ipick Setiawan²⁾, Muslih³⁾,

1) 2) 3) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Jl. Jend. Sudirman Km.3 Cilegon, 42435
E-mail: imron_hrs@yahoo.co.id

ABSTRAK

Mesin pendingin yang sudah umum dipakai di Indonesia selama ini menggunakan daur kompresi uap dimana dalam pengoperasiannya membutuhkan daya listrik yang cukup besar serta adanya efek buruk dari refrigeran yang digunakan terhadap lingkungan sekitar. Perlu dicari suatu refrigeran alternatif yang mampu menggantikan Freon yang aman, murah, ramah terhadap lingkungan dan tersedia di Indonesia. Salah satu refrigeran yang dapat digunakan adalah Hidrokarbon yaitu campuran butana propana yang dikenal sebagai Liquefied Petroleum Gas atau LPG. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa mesin kompresi uap dengan membandingkan antara R-22 dan LPG sebagai refrigerant pada mesin pengkondisian udara skala ½ PK di Laboratorium Prestasi Mesin Teknik Mesin Untirta. Hasil Pengujian menunjukkan bahwa fluida pendingin LPG memiliki performa dengan COP tertinggi sebesar 4,53 pada kondisi tanpa beban dengan tekanan 40 Psia dan masih lebih rendah dibandingkan R22 yaitu sebesar 5,72. Penggunaan energy listrik fluida LPG lebih sedikit dibandingkan dengan R22 sehingga secara ekonomis konsumsi energy listrik dapat lebih hemat.

Kata Kunci : Mesin pendingin, R-22, Hidrokarbon, LPG, COP

1. PENDAHULUAN

Pengkondisian udara merupakan suatu proses yang dilakukan terhadap udara dalam sebuah ruangan untuk mengatur temperatur, kelembaban, kebersihan, serta pendistribusiannya secara keseluruhan untuk mencapai tingkat kenyamanan yang dibutuhkan oleh penghuni ataupun kondisi tertentu yang disyaratkan bagi peralatan yang ada dalam ruangan tersebut.

Pemanasan global dan perusakan ozon merupakan salah satu penyebabnya adalah pemakaian zat jenis HCFC (*HydroChlorofluoride Carbonate*) yang mengandung refrigeran seperti jenis R-22. Refrigeran ini digunakan untuk mesin pengkondisian udara seperti AC split atau AC window. Refrigeran ini memiliki performa yang tinggi dan komponen yang tidak banyak dan mudah dalam perawatannya. Refrigeran dengan bahan hidrokarbon diharapkan dapat menggantikan fungsi dari refrigerant R22. Hal ini disebabkan karena jenis fluida ini yang lebih ramah lingkungan dimana fluida jenis ini lebih mudah diurai oleh lingkungan sehingga salah satu faktor penyebab pemanasan global dapat diminalkan. LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dipilih karena zat tersebut memiliki sifat termodinamika yang mendekati sifat termodinamika R-22. Hidrokarbon adalah suatu zat yang memiliki unsur utama Hidrogen dan Karbon adalah zat-zat yang tidak asing bagi kehidupan sehari-hari. Disamping mudah didapat harganya juga jauh lebih terjangkau dibandingkan dengan R22. Hanya saja fluida ini lebih flammable.

Komponen utama LPG terdiri dari Hidrokarbon ringan berupa Propana (C₃H₈) dan Butana (C₄H₁₀). Menurut M. Harun Vice President Corporate Communication, berdasarkan spesifikasi Elpiji yang dikeluarkan Direktorat Jendral Minyak & Gas Bumi No. 26525.K/10/DJM.T/2009. Komposisi campuran Elpiji Pertamina yang mengandung 50 persen Propane dan 50 persen Butane telah sesuai dengan ketentuan tersebut baik dari aspek komposisi maupun tekanan uapnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat prestasi mesin pendingin kompresi uap yang dihasilkan dengan cara membandingkan 2 fluida pendingin yaitu refrigerant

R22 dan retrofitnya LPG. Kriteria prestasi mesin pendingin akan dapat dilihat dari nilai *Coefficient Of Performance* setelah dilaksanakannya pengolahan data.

2. METODOLOGI PENELITIAN

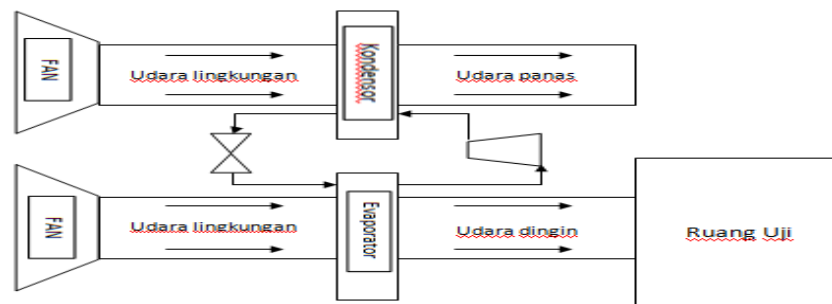
2.1. Spesifikasi Alat hasil modifikasi :

Mesin yang digunakan sebagai alat uji adalah mesin pengkondisian udara yang dibuat oleh mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan kapasitas ½ PK. Dalam Proses pembelajarannya, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Alat ini disamping digunakan untuk kepentingan penelitian juga biasanya digunakan mahasiswa untuk praktikum untuk menunjang teori yang sudah di pelajari pada mata kuliah system pendingin dan pengkondisian udara. Mesin pengkondisian udara ini terdiri dari 3 buah lampu untuk variasi pembebanan yaitu 40 W, 60W dan 100W. Ada 7 variasi pembebanan yang dilakukan yaitu pengujian dalam kondisi tanpa beban (0W), 40W, 60W, 100W, 140W, 160 W dan 200W.



Gambar 1 Mesin pendingin di Lab. Prestasi Mesin Teknik Mesin Untirta

Siklus terbuka, dengan refrigeran yang ada pada kompresor dihisap oleh katup hisap dan di kompresi sehingga tekanan dan suhu naik lalu dialirkan ke kondensor, didalam kondensor terjadi perpindahan panas dan perubahan fasa dari gas menjadi cair dan terjadi pembuangan kalor melalui kipas pendingin yang tercampur oleh udara lingkungan, sehingga suhu dan tekanan tetap, lalu refrigeran masuk kedalam katup ekspansi dimampatkan dan terjadi penurunan suhu dan tekanan, lalu masuk kedalam evaporator disini terjadi perpindahan panas dan perubahan fasa dari cair menjadi gas serta penyerapan kalor melalui kipas pendingin yang tercampur oleh udara keluar dan menghasilkan udara dingin pada ruang uji seperti pada gambar dibawah.



Gambar 2 Skema mesin pendingin kompresi uap

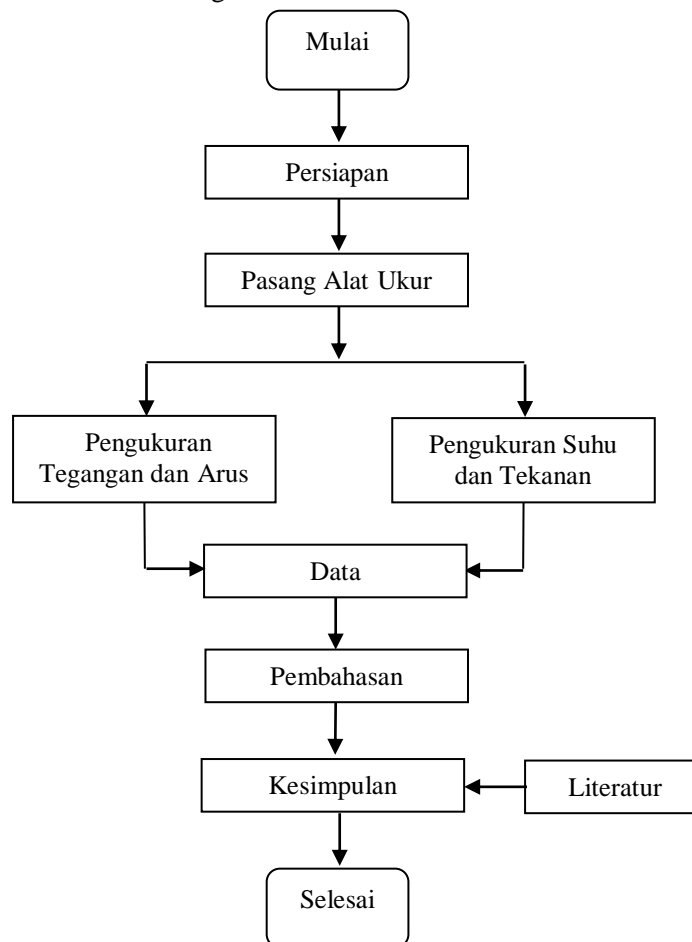
2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat dan bahan untuk pengujian di mesin pengkondisian udara yaitu :

1. Alat uji mesin pengkondisian udara
2. Termometer digital
3. Clamp meter
4. Stopwatch
5. Anemometer

2.3. Prosedur Pengujian

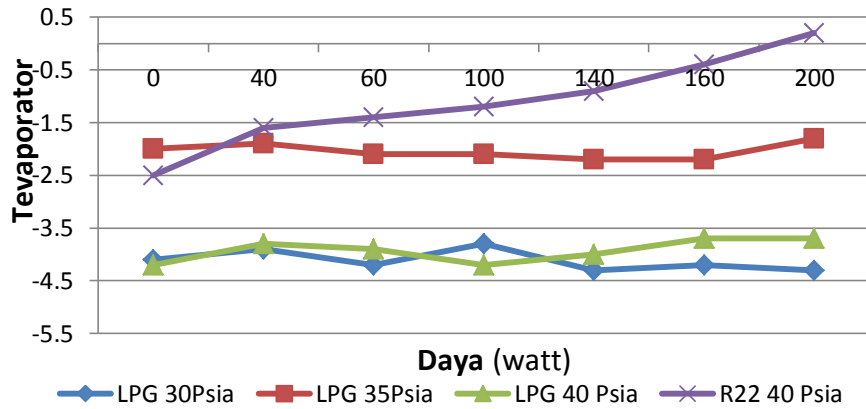
Pengujian ini dilakukan pada unit mesin pendingin kompresi uap di Laboratorium Prestasi Mesin di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan jenis refrigeran LPG dan R-22 sebagai pembanding. Pada unit mesin dipasangkan 3 buah unit lampu untuk mendapatkan data-data analisa yang diperlukan. Pengujian dilakukan pada mesin dalam keadaan *steady* selama satu jam (60 menit). Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian dan penyelesaian adalah sebagai berikut :



Gambar 2 Diagram Alir Prosedur Penelitian

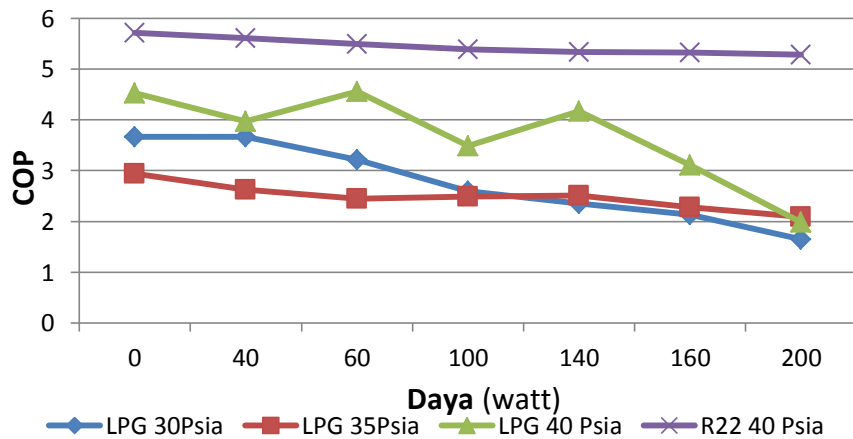
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dengan menggunakan perhitungan Suhu evaporator, laju aliran masa refrigeran, Efek Refrigensi, Prestasi Kerja Mesin, maka didapat hasil sebagai berikut :



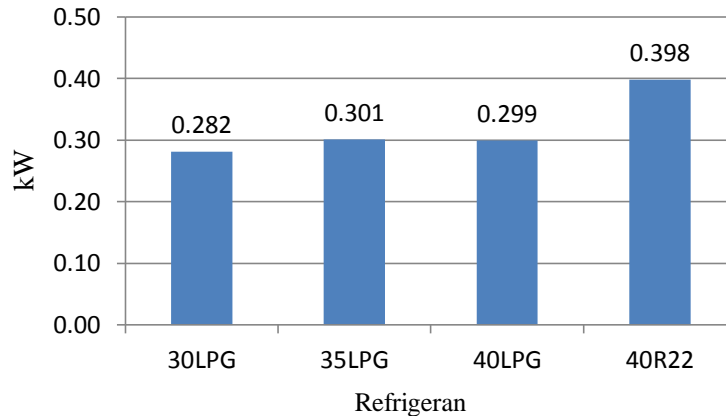
Gambar 4.1 Grafik Hubungan T_{eva} dengan daya

Grafik 4.1 menunjukkan semakin tinggi daya yang diberikan maka T_{evap} maka semakin naik pada R22 tekanan 40 psia, sedangkan pada LPG tekanan 40 psia terjadi sedikit kenaikan bahkan cenderung stabil.



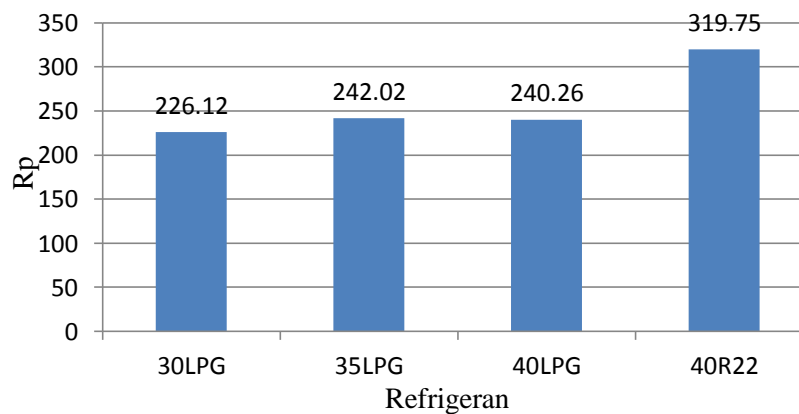
Gambar 4.2. Grafik Hubungan Beban (Watt) Terhadap COP

Grafik pada (Gambar 4.2) di bawah berikut ini menunjukkan bahwa jika dibandingkan antara LPG dan R22 pada tekanan yang sama yaitu 40 psia, maka COP terendah terdapat pada LPG sebesar 1,99 sedangkan pada R22 adalah 5,29 pada beban yang sama yaitu 200 Watt, hal ini disebabkan oleh daya masukan kompresor yang rendah dan kapasitas evaporator yang cenderung kecil. COP terbesar terdapat pada beban 0 Watt (tanpa pembebanan) pada masing-masing tekanan refrigeran LPG 40 psia yaitu sebesar 4,53 sedangkan pada R22 40 psia adalah 5,72.



Gambar 4.3. Grafik Daya Masukan Kompresor pada COP Tertinggi

Grafik pada (Gambar 4.3) di bawah menunjukkan pemakaian daya listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan kompresor untuk pengujian menggunakan LPG menunjukkan daya yang lebih kecil yaitu 0,299 kW dibandingkan dengan pengujian menggunakan R22 yaitu 0,398 kW pada tekanan masing-masing 40 psia. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan LPG sebagai refrigeran pada mesin pendingin kompresi uap lebih hemat konsumsi listrik dibandingkan dengan menggunakan R22.



Gambar 4.4. Grafik Biaya Operasi Mesin (Rp) pada COP Tertinggi

Grafik pada (Gambar 4.4) menunjukkan bahwa biaya operasi untuk menjalankan satu mesin pendingin kompresi uap dengan refrigeran LPG akan lebih rendah bila dibandingkan dengan menggunakan R22. Penghematan daya listrik jika mesin digunakan setiap hari kerja selama 24 jam dalam 1 bulan pada penggunaan refrigeran LPG dibandingkan R22 pada masing-masing tekanan 40 psia dan COP optimum adalah Rp. 59.145,8 per unit mesin.

4. KESIMPULAN

Hasil studi tentang uji performa mesin pendingin pada alat uji pengkondisian udara dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Fluida pendingin LPG dapat digunakan sebagai pengganti refrigerant R22.
2. Hasil Pengujian menunjukkan bahwa fluida pendingin LPG memiliki performa dengan COP tertinggi sebesar 4,53 pada kondisi tanpa beban dengan tekanan 40 Psia dan masih lebih rendah dibandingkan R22 yaitu sebesar 5,72.

3. Perbandingan masukan refrigeran 40 psia R22 adalah 0,3 kg dan 40 psia LPG adalah 0,2 kg sehingga biaya LPG dapat menghemat biaya Rp 8833,3 per unit mesin.
4. Penghematan daya listrik pada mesin pendingin kompresi uap menggunakan refrigeran LPG jika digunakan setiap hari selama 24 jam dalam 1 bulan dibandingkan R22 pada masing-masing tekanan 40 psia dan COP optimum adalah Rp. 59.145,8 per unit mesin.
5. LPG dapat digunakan sebagai refrigeran pada mesin pendingin kompresi uap berdasarkan analisa data COP dan penghematan biaya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar Wiranto, Saito Heizo. 1980. *Penyegaran Udara*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [2] Rahmawati Indah. 2011. *Analisa perbandingan konsumsi energi pada mesin pendingin jenis variabel refrigerant volume (VRV) II dengan variable refrigeran volume (VRV) III untuk kapasitas 40 HP*
- [3] *Diktat Mesin Pendingin*. Universitas Sumatra Utara
- [4] Setiawan Ipick. 2002. *Analisa Kerja Mesin Pendingin Kompresi Uap Terhadap Penggunaan Berbagai Jenis Refrigerant*. Tugas Akhir, Program Strata-1 Teknik Mesin UNTIRTA.
- [5] Stoecker, W. F. dan Jones J. W. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. 2th ed terjemahan Supratman Hara. Penerbit Erlangga, Jakarta
- [6] ---, *Sistem Refrigerasi dan Tata Udara*, Jilid 2.
- [7] Tri Setiopotro Novandri. 2007. *Peningkatan Kinerja Sistem Pengkondisian Udara Tipe Pendingin Air melalui Penggantian Refrigerant Primer dan Sekunder*. Tesis, Program Pasca Sarjana Teknik Mesin ITB.
- [8] Hardi Arto. 2013. *Uji Performa Mesin Pendingin Pada Alat Uji Pengkondisian Udara*. Tugas Akhir, Program Strata-1 Teknik Mesin UNTIRTA.
- [9] Bitzer, (2012). *Refrigerant Report*. Bitzer International, 15th Edition, 71065 Sindelfingen, Germany, www.bitzer.de Accessed on March 8, 2012.
- [10] Fatouh, M., Ibrahim, T.A., and Mostafa, A., (2010). Performance assessment of a direct expansion air conditioner working with R407C as an R22 alternative. *Applied Thermal Engineering* 30: 127–133.
- [11] Chen, W., (2008). A comparative study on the performance and environmental characteristics of R410A and R22 residential air conditioners. *Applied Thermal Engineering* 28: 1-7.
- [12] Park, K., Shim, Y., and Jung, D., (2008). Performance of R433A for replacing R22 used in residential air-conditioners and heat pumps *Applied Energy* 85: 896-900.
- [13] Torrella, E., Cabello, R., Sanchez, D., Larumbe, J.A., and Llopis, R., (2010). On-site study of R22 substitution for HFC non-azeotropic blends (R417A, R422D) on a water chiller of a centralized HVAC system. *Energy and Buildings* 42: 1561-1566