

UJI EKSPERIMENTAL MINYAK PELUMAS KOMPRESOR HERMETIK DENGAN REFRIGERAN PENGGANTI CAMPURAN PROPANA DAN N-BUTANA (PNB)

Berkah Fajar TK¹⁾

Abstrak

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan kompresor hermetik yang biasa digunakan untuk lemari es berefrigeran R-12. Lemari es (mesin pendingin) yang digunakan adalah dua buah lemari es yang masing-masing diisi PNB dan R-12. Alat kontrol mesin tersebut dilepas dan kedua mesin tersebut dihidupkan secara kontinyu selama 2000 jam. Setelah pengujian ini harga viskositas dan kandungan logam di dalam minyak pelumas tidak berubah secara berarti untuk kedua mesin pendingin tersebut. Keasamaan, kandungan air dan kerak tidak ada perubahan sebelum dan setelah kedua pengujian tersebut. Secara visualisasi katub tekan dan hisap kedua kompresor mengalami perubahan warna, karena terbakarnya minyak pelumas.

1. PENDAHULUAN

SO₂, NH₃ dan hidrokarbon telah lama digunakan sebagai refrigeran untuk mesin pendingin, tetapi refrigeran tersebut masih dipandang masih mempunyai kelemahan, antara lain beracun dan mudah terbakar. Tahun 1930 diperkenalkan refrigeran CFC untuk mengatasi masalah racun dan kemudahan terbakar yang dipunyai oleh refrigeran alami. Sejak saat itu produk refrigeran CFC sangat berkembang pesat dan hampir menguasai kebutuhan refrigeran. Perkembangan penggunaan CFC mulai dievaluasi setelah diduga CFC menyebabkan perusakan ozon. Melalui Vienna Convention (Maret 1985) dan Montreal Protocol (September 1985) penggunaan CFC dibatasi [4].

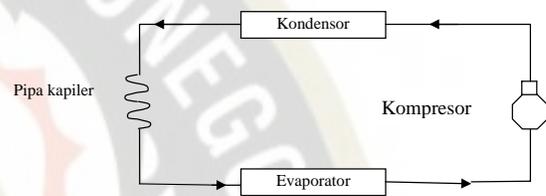
R-12 sebagai refrigeran sangat umum digunakan di Indonesia, sehingga dengan dibatasi penggunaan refrigeran menyebabkan masalah terhadap mesin pendingin yang telah terlanjur menggunakan R-12 sebagai refrigeran. Mesin pendingin yang menggunakan R-12 umumnya adalah lemari es dan mesin pendingin untuk mobil (AC mobil). Di Indonesia refrigeran campuran propana dan n-butana dapat mengganti R-12 secara langsung tanpa harus mengganti komponen mesin pendingin yang lain (drop-in-substitute).

Komponen mesin pendingin yang paling penting adalah kompresor. Kompresor untuk lemari pendingin umumnya dari tipe hermetik kompresor. Penggunaan refrigeran campuran ini akan mempengaruhi penggunaan pelumas pada kompresor. Refrigeran ini tidak mengandung unsur chlorine, sehingga tidak mempunyai kemampuan untuk pelumasan [4].

Minyak pelumas untuk kompresor ini sudah terintegrasi dengan kompresor tersebut, sehingga penggantian refrigeran dari R-12 ke refrigeran PNB perlu dikaji kecocokan bagian kompresor terhadap minyak pelumas dan refrigeran yang digunakan. Penelitian ini akan menguji perubahan viskositas minyak pelumas, kandungan logam minyak pelumas, keasamaan minyak pelumas dan titik nyala minyak pelumas [3].

2. EKSPERIMEN

2.1. Peralatan dan Prosedur Eksperimen



Gambar 1.

Pada gambar 1. dapat dilihat komponen utama mesin pendingin adalah sebuah kompresor, sebuah kondensator, sebuah pipa kapiler dan sebuah evaporator. Penelitian ini menggunakan sebuah kompresor hermetik dengan spesifikasi teknik sebagai berikut :

- Arus : 63 Ampere
- Frekuensi : 50 Hz
- Daya : 71 W
- Kapasitas oli : 215 cc

Alat pengatur temperatur mesin pendingin ini dilepas, sehingga mesin pendingin ini dapat bekerja secara kontinyu terus menerus [1,5].

Pada penelitian ini digunakan dua buah mesin pendingin. Satu mesin diisi refrigeran R-12 dan lainnya diisi refrigeran PNB. Mesin ini dijalankan secara kontinyu selama 2000 jam secara simultan. Setelah 2000 jam refrigeran dikosongkan dari sistem, kemudian kompresor dilepas dari sistem dan minyak pelumas dituang di botol untuk dianalisa perubahan viskositas, kandungan logam, keasamaan dan titik nyala minyak pelumas [3,4].

Viskositas minyak pelumas diukur dengan *Viscometer* pada suhu 40⁰ C dan 100⁰ C, metal content diukur dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma, water and soot content* dianalisa dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* dan analisa *total acid number* dengan *Titrimeter* [1,2,3,5]. Selain itu kompresor dibuka untuk dianalisa perubahan bagian kompresor secara visual.

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

Hasil Eksperimen dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Pengujian Minyak Pelumas

No	Pemeriksaan	Metode	Hasil Pengujian			
			New oil	R-12	HCR-12	Nilai Maksimal yang masih diijinkan
1	Viskositas Kinematik cSt	ASTM 445				± 30 %
	- Pada 40 °C		22,17	19,35	20,34	
	- Pada 100 °C		4,29	3,97	4,05	
2	Total Acid Number mg KOH/g	ASTM D-664	0,07	0,07	0,07	0,3
3	Flash Point COC °C	ASTM D-93	180	168	172	-
4	Infrared	FTIR				
	Low		0	0	0	0
	High		0,70	0	0	0
5	Water	ASTM D-5185	0	0	0	0
	Metal Contents ppm					
	Al		0	0	1	10
	Mn		0	0	0	15
	Cu		0	2	3	15
	Fe		0	0	0	25
Si	0	3	3	15		

Tabel 1 memperlihatkan hasil pemeriksaan minyak pelumas sebelum dan setelah digunakan untuk mesin pendingin berefrigeran R-12 dan PNB.

Viskositas minyak pelumas sebelum digunakan adalah 22,17 cSt dan 4,29 cSt untuk masing-masing temperatur 40⁰ C dan 100⁰ C. Kemudian mengalami penurunan menjadi 19,35 cSt (40⁰ C) dan 3,97 cSt (100⁰ C) setelah digunakan untuk mesin pendingin dengan refrigeran R12. Viskositas minyak pelumas ini juga menurun menjadi 20,34 cSt (40⁰ C) dan 4,05 cSt (100⁰ C) setelah digunakan untuk mesin pendingin berefrigeran PNB. Penurunan ini disebabkan kemungkinan larutnya refrigeran ke dalam minyak pelumas [2,3]. Tetapi perubahan tersebut masih dibawah ambang batas perubahan viskositas minyak pelumas sebesar ± 30 %.

Penggunaan kedua refrigeran ini tidak merubah TAN. TAN ini sebelum pengujian dan setelah pengujian sebesar 0,07mg KOH/g. Hal ini menunjukkan, bahwa selama proses pengujian tidak terjadi hidrolisa atau minyak pelumas tidak bereaksi dengan air [2,3].

Dari pengujian *flash point* terjadi penurunan. Sebelum pengujian *flash point* minyak pelumas adalah 180⁰ C, setelah digunakan pada mesin pendingin berefrigeran R-12 menjadi 168⁰ C dan setelah digunakan untuk mesin pendingin berefrigeran PNB menjadi 172⁰ C. Penurunan ini disebabkan adanya peningkatan kandungan logam di dalam minyak pelumas setelah digunakan.

Penambahan kandungan logam ke dalam minyak pelumas tidak terlalu berarti. Kenaikkan kandungan ini masih jauh dibawah ambang batas (lihat tabel 1). Penambahan logam disebabkan oleh adanya gesekan antara bagian yang bergerak [2,3]. Dari tabel 1 ditunjukkan, bahwa gesekan yang terjadi tidak terlalu besar dan tingkat gesekan adalah hampir sama untuk sistem yang menggunakan R-12 maupun PNB.

Selain dianalisa perubahan fisik, kimia dan kandungan minyak pelumas, bagian kompresor juga diamati secara visual untuk melihat pengaruh penggunaan refrigeran dengan minyak pelumas yang sama terhadap perubahan fisik bagian-bagian kompresor. Bagian kompresor yang diamati adalah piston, silinder liner, *crankshaft*, katub tekan dan katub hisap. Tidak ada perubahan secara visual untuk piston silinder liner dan *crankshaft*. Perubahan secara visual terjadi di katub hisap dan katub tekan.



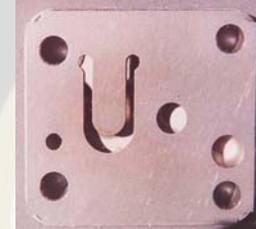
a. HCR-12



b. R-12



c. HCR-12



d. R-12

Gambar 2 :

- Katub Hisap setelah pengujian dengan menggunakan HCR-12
- Katub Hisap setelah pengujian dengan menggunakan R-12
- Katub tekan setelah pengujian dengan menggunakan HCR-12
- Katub Hisap setelah pengujian dengan menggunakan R-12

Pada gambar 2a. adalah gambar katub hisap setelah pengujian dengan menggunakan PNB dan gambar 2b adalah gambar katub hisap setelah pengujian R12. Pada katub ini terjadi perubahan warna dari putih mengkilap menjadi kecoklat-coklatan di sekitar lubang hisap. Perubahan ini disebabkan oleh terbakarnya minyak pelumas. Perubahan ini tidak terlalu banyak disebabkan pada katub ini temperatur kerja tidak terlalu tinggi.

Pada gambar 2c. adalah gambar katub tekan setelah pengujian dengan menggunakan PNB dan gambar 2d adalah gambar katub tekan setelah pengujian R12. Pada kedua katub tersebut terjadi perubahan merata keseluruhan permukaannya. Warna coklat yang terjadi pada permukaan ini disebabkan oleh terbakarnya minyak pelumas karena temperatur yang tinggi.

3. KESIMPULAN

1. Tidak terjadi perubahan viskositas yang berarti setelah pengujian menggunakan Refrigeran PNB maupun R-12.
 2. TAN tidak terjadi perubahan setelah pengujian menggunakan PNB maupun R-12. Hal ini membuktikan tidak terjadi hidrolisis.
 3. Flash point menurun dari 180°C menjadi 168°C dan 172°C untuk penelitian refrigeran R-12 dan PNB.
 4. Tidak terjadi perubahan kandungan air dan kerak setelah penelitian.
 5. Kandungan logam tidak berubah secara berarti. Hal ini disebabkan gesekan yang terjadi diantara bagian yang diam dan bergerak tidak besar (pelumasan terjadi secara baik).
6. Perubahan secara visual terjadi dengan adanya perubahan warna dari putih mengkilap menjadi kecoklat-coklatan. Perubahan warna ini hanya terjadi pada sekitar lubang hisap dan diseluruh permukaan lubang tekan. Kedua perubahan ini terjadi pada pengujian PNB dan R-12.
 7. Dari seluruh perubahan yang terjadi tidak terjadi perbedaan yang berarti antara pengujian R-12 maupun PNB. Oleh karena itu dapat disimpulkan, penggantian refrigeran dari R-12 ke PNB dapat dilakukan secara langsung tanpa mengganti kompresor dan minyak pelumas yang telah ada. Catatan sebelum diganti R-12 harus dikuras lebih dahulu dari sistem dengan mesin recovery.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ardy Anjar S, Uji eksperimental minyak pelumas pada kompresor hermetik dengan refrigeran HCR-12, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Undip
2. Devotta S et.al (1999), Life cycle testing of hermetic compressors with alternatives to CFC12, Seminar on ODS phase out: Solution of the refrigerant sector, Kuta, Bali, Indonesia, 56-60.
3. Devotta S et.al(1998), Compressor life testwith HC refrigerants, IIF-IIR-section B and E, Oslo, Norway, 625-631.
4. N.P.Tandian et.al.Performance testing of Indonesian hydrocarbon refrigerants, Seminar on ODS phase out: Solution of the refrigerant sector, Kuta, Bali, Indonesia, 130-137
5. Purwanto, Uji eksperimental minyak pelumas pada kompresor hermetik dengan refrigeran R-12, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Undip