

Lampiran
Peraturan Menteri Negara
Lingkungan Hidup
Nomor : 02 Tahun 2007
Tanggal : 8 Pebruari 2007

A. UMUM

Refrigerasi adalah suatu proses penyerapan energi (“panas” atau “kalor”) dari suatu ruang atau benda sehingga temperaturnya berada di bawah temperatur sekitarnya. Mesin refrigerasi atau disebut juga mesin pendingin adalah mesin yang dapat menimbulkan efek refrigerasi tersebut. Refrigeran adalah zat yang digunakan sebagai fluida kerja dalam proses penyerapan panas.

Berdasarkan jenis siklusnya mesin refrigerasi dapat dikelompokkan menjadi:

1. Mesin refrigerasi siklus termodinamika;
2. Mesin refrigerasi siklus termo-elektrik;
3. Mesin refrigerasi siklus termo-magnetik.

Yang termasuk mesin refrigerasi siklus termodinamika antara lain:

1. Mesin refrigerasi Siklus Kompresi Uap;
2. Mesin refrigerasi Siklus Absorpsi;
3. Mesin refrigerasi Siklus Jet Uap;
4. Mesin refrigerasi Siklus Udara;
5. Mesin refrigerasi Tabung Vorteks.

Berdasarkan aplikasinya, mesin refrigerasi dapat dikelompokkan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok Aplikasi Mesin Refrigerasi

Jenis Aplikasi Mesin refrigerasi	Contoh
Refrigerasi Domestik	Lemari es, <i>dispenser</i> air
Refrigerasi Komersial	Pendingin minuman botol, box es krim, lemari pendingin <i>supermarket</i>
Refrigerasi Industri	Pabrik es, <i>cold storage</i> , mesin pendingin untuk industri proses
Refrigerasi Transport	<i>Refrigerated truck, train and containers</i>
Pengkondisian udara domestik dan komersial	<i>AC window, split, dan package.</i>
<i>Chiller</i>	<i>Water cooled and air cooled chillers</i>
<i>Mobile Air Conditioner (MAC)</i>	AC mobil

Kelompok refrigeran yang banyak digunakan dan mempunyai aspek lingkungan yang penting adalah refrigeran halokarbon, yaitu refrigeran dengan molekul yang memiliki atom-atom halogen (fluor atau khlor) dan karbon. Refrigeran halokarbon terbagi menjadi beberapa jenis sebagai berikut:

1. **Refrigeran CFC (*chlorofluorocarbon*)**, yaitu refrigeran halokarbon dengan molekul yang terdiri dari atom-atom khlor (Cl), fluor (F), dan karbon (C). Contoh refrigeran ini yang cukup populer adalah refrigeran CFC-11 (trichloro-fluoro-carbon, CFCl_3), CFC-12 (dichloro-difluoro-carbon, CF_2Cl_2), dan lain-lain.
2. **Refrigeran HCFC (*hydrochlorofluorocarbon*)**, yaitu refrigeran halokarbon dengan molekul yang terdiri dari atom-atom hidrogen (H), khlor (Cl), fluor (F), dan karbon (C). Salah satu refrigeran ini yang populer adalah refrigeran HCFC-22 (chloro-difluoro-metil, CHF_2Cl).
3. **Refrigeran HFC (*hydrofluorocarbon*)**, yaitu refrigeran halokarbon dengan molekul yang terdiri dari atom-atom hidrogen (H), fluor (F), dan karbon (C). Salah satu contoh refrigeran ini yang populer adalah HFC-134a ($\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$).

Refrigeran juga dikelompokkan berdasarkan tingkat keamanannya menurut tingkat nyala dan tingkat racun. Berdasarkan tingkat nyala, refrigeran dibagi menjadi tiga kelas, yaitu :

1. Kelas 1: refrigeran yang ‘tidak dapat’ terbakar;
2. Kelas 2: refrigeran yang relatif sukar terbakar;
3. Kelas 3: refrigeran yang relatif mudah terbakar.

Sedangkan ditinjau dari tingkat racun yang dimilikinya, refrigeran dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Kelompok A: refrigeran yang tidak bersifat racun;
2. Kelompok B: refrigeran yang bersifat racun.

Atas dasar kombinasi pada tingkat nyala kelas 1, kelas 2, dan kelas 3 serta tingkat racun pada kelompok A dan kelompok B, maka refrigeran diklasifikasikan menjadi enam kelompok keamanan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kelompok keamanan refrigeran berdasarkan tingkat nyala dan tingkat racun

Kelompok Tingkat Nyala	Kelompok Tingkat Racun	
	A	B
Kelas 1	A1	B1
Kelas 2	A2	B2
Kelas 3	A3	B3

Daftar refrigeran berdasarkan kelompok keamanan sebagaimana dimaksud dalam tabel 2 merujuk pada SNI Nomor 06-6500-2000.

B. PANDUAN RECYCLE

Panduan recycle ini berlaku untuk sistem refrigerasi dari jenis siklus termodinamika yang diaplikasikan untuk keperluan seperti yang tercantum pada tabel 1.

1. Peralatan yang Diperlukan

a) Mesin Recycle

- 1) Berdasarkan mekanisme kerja, terdapat dua jenis mesin *recycle* yang dapat digunakan, yaitu :
 - a. Mesin *recycle* laluan tunggal (*single pass recycling machine*); atau
 - b. Mesin *recycle* laluan majemuk (*multi pass recycling machine*).

Proses *recycle* dengan mesin laluan majemuk lebih direkomendasikan untuk digunakan karena dapat memberikan hasil yang lebih baik.

- 2) Berdasarkan jenis refrigeran yang *directed*, terdapat dua jenis mesin *recycle* yang dapat digunakan, yaitu:
 - a. mesin yang hanya dapat menangani satu jenis refrigeran saja;
 - b. mesin yang dapat menangani beberapa jenis refrigeran (*multi refrigeran*).

Mesin yang digunakan harus sesuai dengan jenis refrigeran yang *directed*.

- 3) Penggunaan satu mesin secara khusus untuk satu jenis refrigeran saja direkomendasikan untuk menjaga kemurnian refrigeran yang *directed*.
- 4) Mesin *recycle* harus digunakan dan dirawat sesuai dengan buku petunjuk operasi (*operation manual*). Buku petunjuk sekurang-kurangnya memuat informasi sebagai berikut:
 - a. prosedur penggunaan;
 - b. prosedur perawatan dan servis berkala yang dengan jelas menyatakan komponen yang memerlukan perawatan dan/atau penggantian secara teratur;
 - c. tempat untuk mendapatkan suku cadang dan reparasi;
 - d. nama, alamat, dan nomor telepon pembuat.
- 5) Mesin *recycle* harus dapat dioperasikan dalam kisaran temperatur kerja 10 – 50°C selama waktu operasi yang diperlukan.

b) Selang Penghubung

- 1) Untuk mencegah refrigeran yang terlepas ke atmosfer, direkomendasikan untuk menggunakan selang penghubung yang dilengkapi dengan katup isolasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.a.

- 2) Jika tidak tersedia selang dengan katup isolasi, diwajibkan menggunakan adapter selang berkatup yang dapat dihubungkan ke selang yang ada sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.b.
- 3) Bahan selang dan *seal* harus sesuai (*compatible*) dengan jenis refrigeran yang digunakan. Jika bahan selang atau *seal* tidak sesuai dapat terjadi kebocoran/kerusakan .
- 4) Konektor pada ujung selang mempunyai bentuk standar yang sesuai dengan jenis refrigeran yang digunakan. Jika tidak tersedia selang dengan konektor yang sesuai, dapat menggunakan adapter konektor yang sesuai. Gambar 2 memperlihatkan contoh adapter konektor R134a ke R12 untuk AC mobil yang menggunakan refrigeran R-134a.
- 5) Spesifikasi tekanan selang harus sesuai dengan tekanan sistem di mana selang digunakan.



(a)



(b)

Gambar 1: (a) Katup isolasi pada ujung selang; (b) Adapter selang berkatup



Gambar 2: Beberapa contoh adapter konektor selang

c) Tangki Penampung Refrigeran Hasil Recycle

- 1) Refrigeran hasil *recycle* harus ditampung dalam tangki yang dirancang untuk pemakaian berulang (*refillable*), bukan dalam tangki sekali pakai (*disposable*) yang biasa digunakan untuk kemasan refrigeran baru.
- 2) Untuk menginformasikan jenis refrigeran, tangki penampung harus diberi label identitas yang menginformasikan jenis refrigeran secara jelas.

d) Pompa Vakum

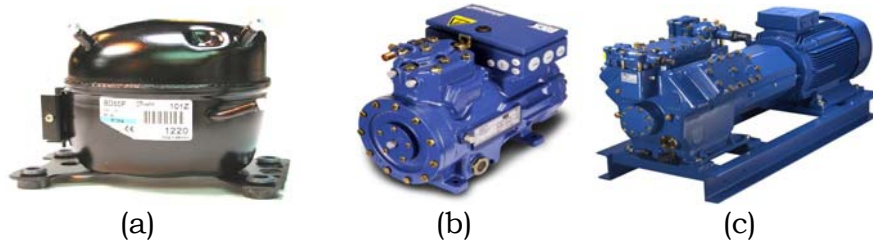
- 1) Pompa vakum diperlukan untuk pengosongan tangki penampung refrigeran hasil *recycle* (saat persiapan *recycle*). Beberapa mesin *recycle* telah dilengkapi dengan pompa vakum. Jika mesin *recycle* tidak dilengkapi dengan pompa vakum, maka diperlukan pompa vakum terpisah.
- 2) Direkomendasikan untuk menggunakan pompa vakum yang dapat mencapai tekanan 75 mmHg absolut atau tekanan lebih rendah supaya diperoleh hasil yang baik.
- 3) Pompa vakum harus dioperasikan dan dirawat sesuai dengan buku petunjuk.

e) Pressure Gauge dan Termometer

- 1) *Pressure gauge* dan termometer diperlukan untuk menentukan jumlah gas yang tidak dapat mengembun (*non-condensable gas*) yang ada dalam tangki refrigeran hasil *recycle* dengan membandingkan data hasil pengukuran dengan data sifat refrigeran.
- 2) *Pressure gauge* yang digunakan dianjurkan mempunyai ketelitian 6,5 Pa atau 1 psi.

2. Proses Recycle

- 1) Refrigeran yang *direcycle* dapat berupa:
 1. refrigeran yang masih berada dalam sistem refrigerasi;
 2. refrigeran yang ada di dalam tangki penampung refrigeran hasil *recovery*.
- 2) Refrigeran yang berasal dari sistem refrigerasi dengan kompresor hermetik atau semi hermetik yang terbakar tidak boleh *direcycle* karena banyak mengandung kotoran dan tingkat keasaman yang terlalu tinggi.
- 3) Refrigeran sebagaimana dimaksud pada angka 2 harus direklamasi atau diperlakukan sebagai limbah dan dikelola sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- 4) Limbah lain dari proses *recycle*, yaitu *sludge* dan minyak pelumas, harus diperlakukan sebagai limbah dan dikelola sesuai dengan peraturan yang berlaku.



(a) (b) (c)
Gambar 3: Contoh berbagai jenis kompresor; (a) hermetik, (b) semi-hermetik, dan (c) terbuka

3. Pencatatan

Setiap proses *recycle* harus dicatat dalam buku log bengkel/perusahaan yang melakukan *recycle* sebagaimana diatur dalam Pasal 4 ayat (3) Peraturan Menteri ini.

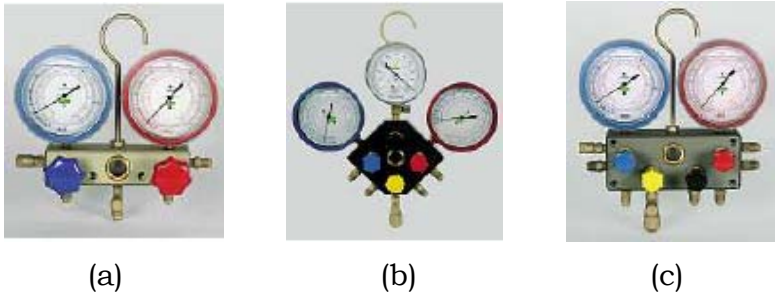
C. PANDUAN RETROFIT

Panduan retrofit ini berlaku untuk sistem refrigerasi dari jenis siklus termodinamika, kompresi uap yang diaplikasikan untuk keperluan seperti yang tercantum pada tabel 1.

1. Peralatan yang Diperlukan

a) Manifold dan Pressure Gauge

Manifold yang direkomendasikan adalah yang dilengkapi dengan dua pressure gauge (tekanan rendah dan tinggi), tiga saluran penghubung (saluran tekanan rendah dan tinggi, serta saluran servis), dan dua katup pengatur. Manifold ini dikenal sebagai manifold dua laluan (*two way*) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.a.



Gambar 4 : Berbagai jenis manifold; (a) 2 laluan, (b) 3 laluan, dan (c) 4 laluan

b) Selang Penghubung

- 1) Untuk mengurangi refrigeran yang terlepas ke atmosfer, direkomendasikan untuk menggunakan selang penghubung yang dilengkapi dengan katup isolasi atau menggunakan adapter selang berkatup.
- 2) Selang penghubung harus tahan terhadap jenis refrigeran dan pelumas yang digunakan serta tekanan refrigeran mesin refrigerasi.
- 3) Direkomendasikan untuk menggunakan konektor selang yang mempunyai standar bentuk sesuai dengan jenis refrigeran sehingga selang tersebut hanya digunakan untuk satu jenis refrigeran saja.
- 4) Untuk mengurangi resiko terjadinya kontaminasi refrigeran, penggunaan adapter konektor tidak dianjurkan.

c) Mesin Recovery Refrigeran

- 1) Proses *recovery* dapat dilakukan dengan dua cara:
 - a. secara pasif (tanpa bantuan mesin *recovery*): melalui proses pendinginan atau dengan bantuan kompresor mesin refrigerasi;
 - b. secara aktif (dengan bantuan mesin *recovery*).

- 2) Direkomendasikan untuk melakukan *recovery* secara aktif karena dapat meminimalkan jumlah refrigeran yang terlepas ke atmosfer dan akan diperoleh refrigeran yang kontaminasi minyak pelumas relatif kecil atau tidak ada.
- 3) *Recovery* aktif dapat dilakukan dengan salah satu jenis mesin *recovery* berikut:
 - a. mesin *recovery* yang berdiri sendiri,
 - b. mesin dengan fungsi *recovery* dan fungsi lain, misalnya mesin 2R (*Recovery-Recycle*) atau mesin 3R (*Recovery-Recycle-Recharge*).
- 4) Mesin *recovery* harus digunakan dan dirawat sesuai dengan buku petunjuk operasi (*operation manual*). Buku petunjuk sekurang-kurangnya memuat informasi sebagai berikut:
 - a. prosedur penggunaan;
 - b. prosedur perawatan dan servis berkala yang dengan jelas menyatakan komponen yang memerlukan perawatan dan/atau penggantian secara teratur;
 - c. tempat untuk mendapatkan suku cadang dan reparasi;
 - d. nama, alamat, dan nomor telepon pembuat mesin.

d) Pompa Vakum

- 1) Diwajibkan untuk menggunakan pompa vakum untuk membersihkan sistem dari sisa refrigeran lama dan gas lain yang tidak diinginkan.
- 2) Direkomendasikan untuk menggunakan pompa vakum yang dapat mencapai tekanan 75 mmHg absolut atau tekanan lebih rendah.
- 3) Pompa vakum harus dioperasikan dan dirawat sesuai dengan buku petunjuk operasi.

e) Tangki Penampung

- 1) Refrigeran hasil *recovery* harus dikumpulkan dalam tangki penampung untuk refrigeran yang sejenis.
- 2) Tangki penampung refrigeran hasil *recovery* harus diberi label yang menyatakan jenis refrigeran.
- 3) Tangki penampung refrigeran hasil *recovery* yang direkomendasikan adalah yang dirancang untuk pemakaian berulang (*refillable*), bukan tangki sekali pakai (*disposable*) yang biasa digunakan untuk kemasan refrigeran baru.
- 4) Pada kondisi dimana kompresor hermetik atau semi hermetik terbakar atau mengalami kerusakan akibat temperatur berlebih, maka refrigeran hasil *recovery* harus disimpan pada tangki penampung khusus untuk direklamasi atau dimusnahkan.



(a)



(b)

Gambar 5: Alat deteksi kebocoran; (a) jenis elektronik, dan (b) jenis halida

f) Alat Deteksi Kebocoran (*Leak Detector*)

- 1) Untuk memeriksa kebocoran mesin refrigerasi direkomendasikan untuk menggunakan alat deteksi kebocoran. Jika tidak tersedia alat deteksi kebocoran, kebocoran dapat diperiksa dengan menggunakan air sabun.
- 2) Jenis alat deteksi kebocoran harus peka terhadap jenis refrigeran yang ditangani. Alat deteksi kebocoran jenis halida (*halide leak detector*) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.b hanya boleh digunakan untuk refrigeran kelompok A1 atau B1, yaitu jenis refrigeran yang 'tidak dapat' terbakar.
- 3) Alat deteksi-kebocoran jenis elektronik direkomendasikan untuk digunakan karena sensitif dan dapat menjangkau tempat yang sempit.

2. Proses Retrofit

a) Persiapan retrofit

Sebelum melakukan pekerjaan *retrofit*, wajib dilakukan pemeriksaan terhadap:

- 1) Kebocoran tiap komponen yang dapat diindikasikan dengan adanya noda-noda minyak. Selain itu, tes kebocoran dengan menggunakan pendeteksi kebocoran atau air sabun harus dilakukan terhadap seluruh sistem.
- 2) Kondisi semua pipa dan selang;
- 3) Kondisi kondensor dan evaporator, terutama terhadap korosi yang terjadi, atau hambatan aliran udara;
- 4) Seluruh sistem instalasi dan kesesuaian pemasangan dengan buku petunjuk operasi sistem refrigerasi;

- 5) Kesesuaian sistem refrigerasi dan lingkungan di mana mesin refrigerasi ditempatkan terhadap SNI 06-6500-2000 terutama untuk memastikan jenis refrigeran sesuai dengan mesin refrigerasi dan ruang yang ada.

b) Pelaksanaan retrofit

- 1) Jika sistem tidak dilengkapi dengan katup penguras/pengisian, maka pengosongan refrigeran harus dilakukan dengan menggunakan tang penusuk atau alat yang fungsinya sama untuk menghindari terlepasnya refrigeran ke atmosfer sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.
- 2) Pada proses *retrofit* yang mengganti refrigeran ke jenis refrigeran kelompok A2 atau kelompok A3, harus dipastikan bahwa komponen listrik yang digunakan adalah jenis yang kedap gas atau diisolasi sehingga kedap gas.
- 3) Sebelum sistem diisi dengan refrigeran baru, harus dilakukan pemeriksaan kebocoran sesuai standar yang berlaku. Jika ternyata ada kebocoran, sistem harus diperbaiki dahulu sebelum dilakukan pengisian refrigeran.



(a)



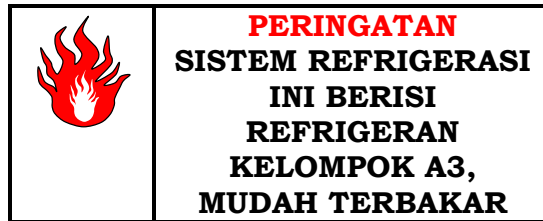
(b)

Gambar 6 Alat penyadap refrigeran; (a) tang penusuk, dan (b) klem penyadap

3. Pelabelan dan Pencatatan

a) Pelabelan

- 1) Setelah *retrofit*, sistem harus diberi label sebagaimana diatur dalam Pasal 3 ayat (3) huruf a Peraturan Menteri ini.
- 2) Jika *retrofit* dilakukan ke refrigeran kelompok A2 atau kelompok A3, sistem dan ruang mesin harus diberi label peringatan refrigeran dapat terbakar sesuai dengan standar yang ada.



Gambar 7: Contoh label peringatan refrigeran kelompok A3

b) Pencatatan

Setiap proses *retrofit* harus dicatat dalam buku log bengkel/perusahaan yang melakukan *retrofit* sebagaimana diatur dalam Pasal 3 ayat (3) huruf b Peraturan Menteri ini.

D. ISTILAH

BPO (Bahan Perusak Ozon) adalah bahan kimia yang berpotensi untuk merusak lapisan ozon di atmosfer, sebagai contoh *chlorofluorocarbon* (CFC), *Carbontetrachloride* (CTC), *Methyl Chloroform* (TCA), Metil Bromida, Halon, *Hydrochlorofluorocarbon* (HCFC).

Chlorofluorocarbon (CFC) adalah senyawa kimia yang terdiri dari atom chlor (Cl), fluor (F), dan karbon (C).

Hydrocarbon (HC) adalah senyawa kimia terdiri dari atom hidrogen (H) dan karbon (C).

Hydrochlorofluorocarbon (HCFC) adalah senyawa kimia yang terdiri dari atom hidrogen (H), chlor (Cl), fluor (F), dan karbon (C).

Hidrofluorocarbon (HFC) adalah senyawa kimia yang terdiri dari atom hidrogen (H), fluor (F), dan karbon (C).

Teknisi adalah tenaga teknik yang memiliki kemampuan keahlian dan bekerja di bidang refrigerasi dan tata-udara.

Kompresor hermetik adalah jenis kompresor dengan motor penggerak yang terdapat di dalam kompresor itu sendiri dengan rumah (*casing*) yang dirancang secara permanen (dilas).

Kompresor semi-hermetik adalah jenis kompresor dengan motor penggerak yang terdapat di dalam kompresor itu sendiri dengan rumah (*casing*) yang dapat dibongkar pasang.

Kompresor terbuka adalah jenis kompresor dengan motor penggerak yang terdapat di luar kompresor.

Recycle atau **daur ulang** adalah proses peningkatan kemurnian refrigeran bekas dengan peralatan khusus, melalui proses fisika dengan jalan penyaringan dan pemisahan minyak pelumas dan gas yang tidak dapat mengembun (*non-condensable gas*) untuk digunakan kembali.

Recovery adalah proses pemindahan refrigeran dari dalam suatu sistem refrigerasi ke dalam suatu tabung/tangki penampung.

Reklamasi adalah proses ulang terhadap refrigeran yang pernah dipakai untuk mengembalikan kemurniannya sehingga memenuhi standar kemurnian refrigeran baru; proses ini harus disertai dengan proses pengujian kemurnian sesuai dengan standar yang ada.

Retrofit atau **konversi** adalah proses penggantian jenis refrigeran suatu sistem refrigerasi.

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang
Penaatan Lingkungan,

Hoetomo, MPA.