

**PERAWATAN MESIN PENDINGIN (CHILLER) YORK YCHA 175  
PADA FASILITAS OPERASI SARANA PENUNJANG  
PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF**

Budiyono  
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif

**ABSTRAK**

**PERAWATAN MESIN PENDINGIN (CHILLER) YORK YCHA 175 PADA FASILITAS OPERASI SARANA PENUNJANG PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF.** Telah dilakukan perawatan preventif terhadap mesin pendingin di fasilitas operasi sarana penunjang. Perawatan bertujuan untuk mempertahankan kinerja mesin pendingin selalu beroperasi optimal dalam mendukung proses pengolahan limbah. Metode yang digunakan adalah melakukan pengumpulan data spesifikasi operasi peralatan dan dilanjutkan dengan pelaksanaan kegiatan perawatannya. Hasil yang diperoleh, mesin pendingin beroperasi optimal dengan nilai data pengamatan prosentase arus 104%, tekanan hisap 73 Psi, tekanan olie 68 Psi dan tekanan *discharge* 267 Psi.

Kata kunci : perawatan, pendingin

**ABSTRACT**

**MAINTENANCE OF CHILLER YORK YCHA 175 AT SUPPORTING FACILITY OF RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT.** Preventive maintenance of chiller at supporting facility has been done. The maintenance aims to maintain chiller performance at optimal operation in supporting waste management. The method used is collecting the specification of device operation and then continuing with maintenance execution. The maintenance result shows that the chiller optimal operation can be achieved at perception percentage current data value 104%, suction pressure 73 Psi, Oil pressure 68 Psi and discharge pressure 267 Psi.

Kata kunci : maintenance, cooling

**PENDAHULUAN**

Fasilitas sarana penunjang merupakan sekelompok peralatan di Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif yang berfungsi menyediakan media dan energi untuk mendukung proses pengolahan limbah radioaktif. Peralatan yang ada di fasilitas ini diantaranya *boiler, chiller, compressor, cooling tower*, pompa, *generator set* dan *uninterrupted power supply (UPS)*. Media yang dihasilkan antara lain uap, udara bertekanan, air demin, air dingin dari *chiller* atau *cooling tower*, air servis dan domestik. Sedangkan energinya adalah energi listrik, baik untuk jaringan distribusi normal dari PLN maupun *emergency* dari *generator set* dan UPS.

Mesin pendingin merupakan salah satu unit sarana penunjang yang berfungsi mensuplai air dingin ke IPLR. Peralatan yang disuplai mesin pendingin diantaranya adalah empat buah mesin AHU (*Air handling unit*) yaitu AHU untuk pendinginan ruang perkantoran, AHU untuk pendinginan ruang proses, AHU untuk pendinginan ruang tangki destilat, dan AHU untuk pendinginan ruang tangki limbah. Selain itu air dingin juga digunakan untuk pendinginan tangki soda sistem

kolom netralisasi dan HE (*heat exchanger*) di sistem evaporasi.

Sebagian besar air dingin yang dihasilkan mesin pendingin di fasilitas operasi sarana penunjang berguna untuk keperluan sistem VAC (*ventilation air conditioning*). Sistem VAC berfungsi menjaga agar ruangan IPLR berada pada keadaan hampa parsial terhadap tekanan udara luar (*negative pressure*), membatasi kemungkinan adanya kontaminasi di dalam ruang dengan cara menghembuskan udara segar, dan pengolahan serta evakuasi udara yang keluar dari Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif. Empat persyaratan fasilitas nuklir yang berhubungan dengan pengoperasian VAC yaitu temperatur, kelembaban, tekanan negatif dan *pressure drop* hepa filter. Di IPLR temperatur dijaga untuk ruangan type A < 25 °C, ruangan type B < 28 °C dan untuk ruangan type C < 50 °C. Kelembaban untuk ruangan type A < 60%, ruangan type B < 60% dan untuk ruangan type C > 60%.

Untuk mensuplai air dingin, sistem sarana penunjang mempunyai empat unit mesin pendingin merk YORK type YCHA 175. Pada desain operasi (operasi normal), dioperasikan tiga unit mesin pendingin dan satu unit mesin pendingin yang lain pada posisi cadangan (*stand by*). Setiap unit terdiri

dari dua sistem rangkaian *refrigerator* yang masing-masing berkapasitas 70 TR untuk sistem 1 dan 100 TR untuk sistem 2. Setiap mesin menggunakan sistem control berbasis mikro komputer untuk mengendalikan operasinya.

Seperti halnya peralatan yang lain, mesin pendingin ini juga memerlukan perawatan yang spesifik. Perawatan dalam bentuk preventif bertujuan untuk mempertahankan kinerja mesin pendingin selalu beroperasi optimal dalam mendukung proses pengolahan limbah radioaktif. Sedangkan perawatan kuratif dilakukan untuk memperbaiki peralatan yang telah rusak sehingga berfungsi normal kembali. Dalam tulisan ini akan dipaparkan kegiatan perawatan preventif terhadap mesin pendingin YORK type YCHA 175 pada fasilitas operasi sarana penunjang di Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.

## METODE

Untuk menjaga mesin pendingin selalu dalam kondisi optimal beroperasi di fasilitas Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif, maka dilakukan kegiatan perawatan secara preventif. Kegiatan dilaksanakan dalam dua tahap yaitu identifikasi data komponen peralatan sistem pendingin dan pelaksanaan perawatannya.

### Data Komponen Peralatan Sistem Pendingin

Peralatan sistem pendingin yang perlu dirawat secara preventif dikelompokkan menjadi dua yaitu peralatan mekanik dan kelistrikan. Data pengelompokan komponen yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel-1 dibawah ini.

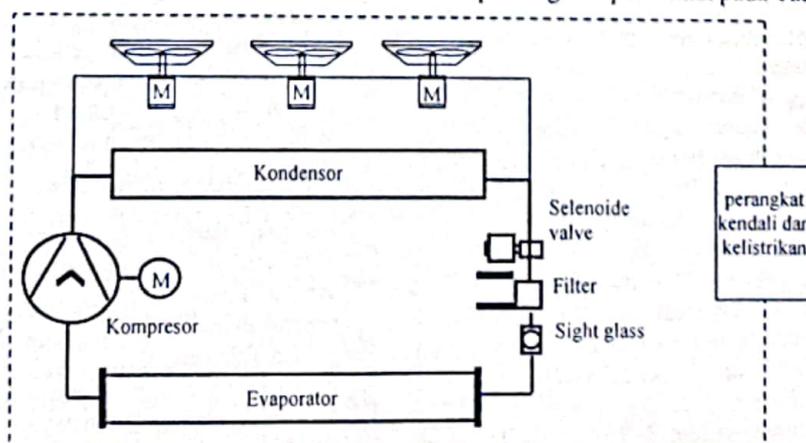
Tabel-1. Data peralatan sistem mesin pendingin

Perangkat mekanik	Perangkat kelistrikan
Kompresor <i>(motor, housing, bearing, valves, pistons, connecting rods, crankshaft, lubrication, capacity control)</i> Evaporator <i>(pressure 150 Psi)</i> Condenser <i>(casing, condenser coil, condenser fan)</i> Rangkaian <i>refrigerant</i> <i>(piping, thermal expansion valve, line liquid selenoide valve)</i>	Micrologic board Analog input board Relay output board RP relay (permissive) Power supply Motor current board Transducer (pressure, temperature) Kontrol kelistrikan

Daftar peralatan sistem pendingin pada Table-1 jika digambarkan secara diagram blok dapat dilihat pada Gambar-1. Diagram menunjukkan letak dan hubungan antar komponen peralatan yang akan dilakukan perawatan. Proses yang terjadi dalam sistem ini, *Refrigerant* di evaporator berubah fase menjadi gas dengan mengambil panas di sekitarnya. Gas dihisap oleh kompresor dan dinaikkan tekanannya untuk kemudian dialirkan ke kondensor. Di kondensor, panas dibuang ke udara sekitar

melalui hembusan motor fan. Gas dikembalikan ke evaporator berujud cair setelah melewati *thermal expansion valve*. Proses ini berulang secara terus menerus sehingga suhu air yang keluar dari evaporator turun hingga 3°C.

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi kapasitas masing-masing komponen mekanik untuk mengetahui kemampuan kompresor, kondensor dan evaporator. Data kapasitas komponen mekanik mesin pendingin dapat dilihat pada Table-2.



Gambar-1. Blok diagram komponen utama *chiller* unit

Tabel-2. Data kapasitas komponen mekanik mesin pendingin

Komponen	Sistem 1	Sistem 2
Kompresor	JS64E.S	JS84E.T
Kapasitas control (%)	100,71,43,29	100,86,57,29
Kapasitas oli (galon)	3	3
Kondenser (cfm)	11.000	11.000
Evaporator		
Refrigerant R-22(lbs)	116	116
Volume (galon)	33	
Kecepatan (Gpm)	150 – 640	

Sebelum perawatan juga dilakukan kegiatan identifikasi data kelistrikan. Kegiatan untuk mengetahui nilai arus, tegangan, phase dan frekuensi tenaga listrik pada saat mesin pendingin beroperasi. Data kelistrikan mesin pendingin dapat dilihat pada Table-3.

Sebagai pembandingan antara nilai data operasi normal dengan nilai batas yang diijinkan maka perlu dilakukan penentuan nilai seting batas operasi. Jika nilai data operasi berada diluar batas seting maka sistem pendingin akan secara otomatis *shutdown*. Data seting batas operasi mesin pendingin diperlihatkan pada Tabel-4.

Tabel-3 Data kelistrikan mesin pendingin

Komponen	Sistem 1	Sistem 2
Arus minimum (Ampere)	207	281
Arus maksimum (Ampere)	300	400
Tegangan (volt)	342 - 440	
Phase	3	
Frekuensi (Hz)	50	

Tabel-4. Data seting batas operasi mesin pendingin

Komponen	Sistem 1 & Sistem 2
Prosentase arus motor (%)	30 s/d 115
Tekanan hisap (Psi)	> 44
Tekanan discharge (Psi)	< 395
Tekanan olie (Psi)	>20
Suhu lingkungan (°F)	35 – 130
Suhu air keluar (°F)	> 36

### Pelaksanaan Perawatan Preventif

#### Perawatan Harian

- Pemeriksaan level olie kompresor  
Level olie dilihat pada bagian *sight glass* saat kompresor dioperasikan. Jika level terlihat kurang dari setengah maka dilakukan penambahan
- Pemeriksaan tekanan olie  
Tekanan olie minimum 20 Psi lebih besar dari tekanan hisap  
( $P_{olie} = P_{hisap} + 20 \text{ Psi}$ )
- Pemeriksaan *Superheated* kompresor  
*Superheated* yang benar terukur antara (10 – 15)°F di kompresor.
- Pemeriksaan tekanan dan temperatur  
Tekanan olie diperiksa dengan memutar *rotary switch* ke posisi 10 untuk sistem 1 dan posisi 14 untuk sistem 2. Tekanan hisap diperiksa dengan memutar *rotary switch* ke posisi 9 untuk sistem 1 dan posisi 13 untuk sistem 2. Tekanan *discharge* diperiksa dengan memutar *rotary switch* ke posisi 11 untuk sistem 1 dan posisi 15 untuk sistem 2. Temperatur air masuk diperiksa dengan

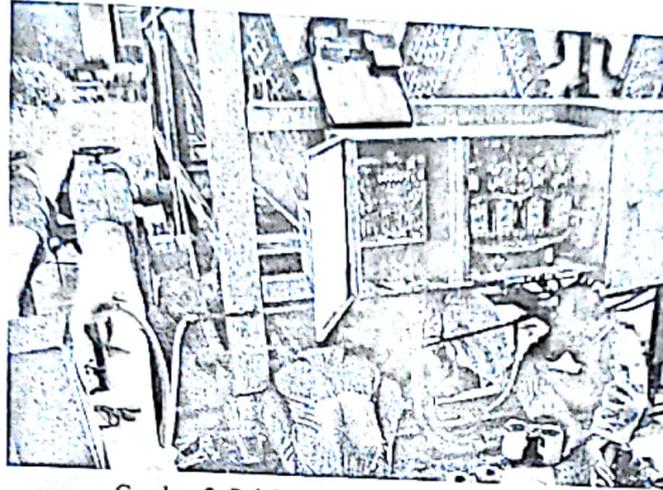
memutar *rotary switch* ke posisi 1, sedangkan air keluar dengan memutar *rotary switch* ke posisi 2. Temperatur udara luar diperiksa dengan memutar *rotary switch* ke posisi 6. Pelaksanaan kegiatan perawatan mesin pendingin diperlihatkan pada Gambar-2.

#### Perawatan Mingguan

- Pemeriksaan warna olie kompresor  
Olie baru berwarna jernih. Apabila olie di kompresor berwarna coklat gelap, maka harus dilakukan penggantian karena telah terkontaminasi dengan material lain.
- Pemeriksaan rangkaian *refrigerant* dari kebocoran.  
Apabila kuantitas *refrigerant* berkurang yang diindikasikan dengan turunnya tekanan hisap sampai dibawah 44 Psi, maka perlu dilakukan penambahan.

#### Perawatan Tahunan

- Pemeriksaan seting sistem control disesuaikan dengan standar yang dipersyaratkan. Nilai seting sistem control dapat dilihat pada Tabel-4.
- Penggantian olie kompresor

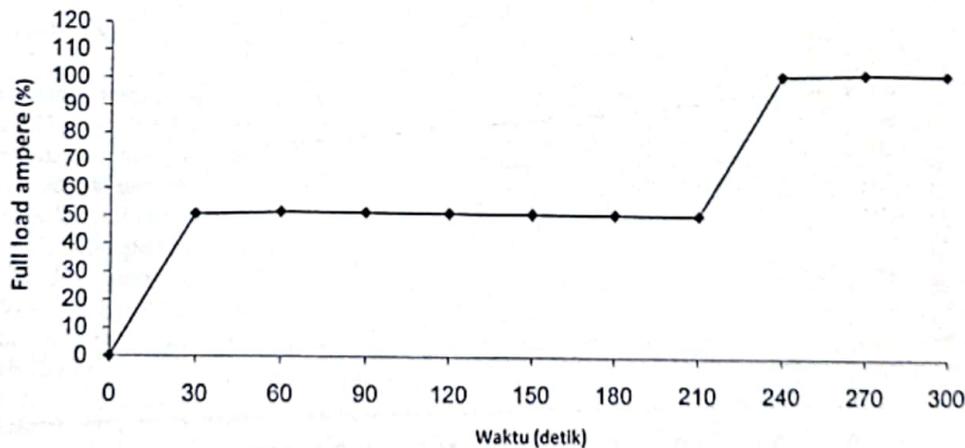


Gambar-2. Pelaksanaan perawatan mesin pendingin.

### PEMBAHASAN

Pengendalian arus motor kompresor menggunakan MCB (*motor current board*) yang terhubung ke enam transformator arus. Besarnya arus motor dinyatakan dalam bentuk prosentase arus FLA (*full load ampere*). Untuk 100 % arus FLA sama dengan sinyal 4 VDC (*Volt direct current*).

Sistem dapat beroperasi apabila prosentase arus berada diatas 30 % FLA (1,2 VDC) dan dibawah 115 % FLA (4,6 VDC). Sistem ini berguna untuk menjamin bahwa semua kontaktor berfungsi dengan baik dalam mensuplai daya motor kompresor. Grafik hubungan antara prosentase arus motor terhadap waktu operasi dapat dilihat pada Gambar-3.



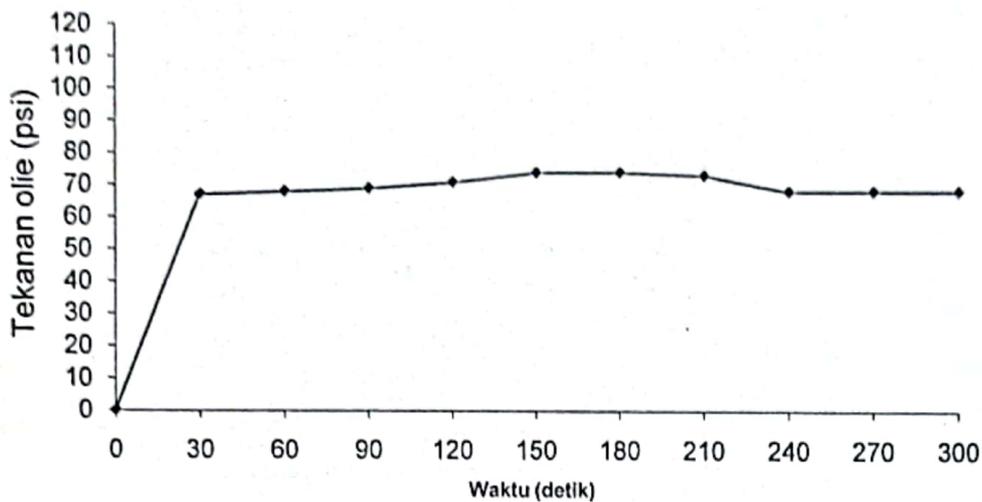
Gambar-3. Hubungan antara prosentase arus motor terhadap waktu operasi

Gambar grafik memperlihatkan bahwa prosentase arus motor berada dalam range antara 30 % dan 115 % dari FLA. Data ini mengindikasikan bahwa kontaktor arus listrik yang terpasang bekerja sempurna dalam mensuplai energi listrik ke motor kompresor. Biasanya prosentase arus meningkat tinggi apabila salah satu koneksi fase terlepas atau kualitas lilitan motor kompresor buruk.

Tekanan oli kompresor disyaratkan lebih dari 10 Psi selama beroperasi antara 4 sampai 30 detik, diatas 25 Psi selama beroperasi antara 30 detik sampai dengan 4 menit dan 20 Psi setelah beroperasi selama 4 menit. Tekanan oli dinyatakan dalam

bentuk diferensial artinya tekanan yang digunakan merupakan selisih antara tekanan oli terukur dengan tekanan hisap ( $P \text{ Diferensial} = P \text{ oli} - P \text{ hisap}$ ). Grafik hubungan antara tekanan oli terhadap waktu operasi dapat dilihat pada Gambar-4.

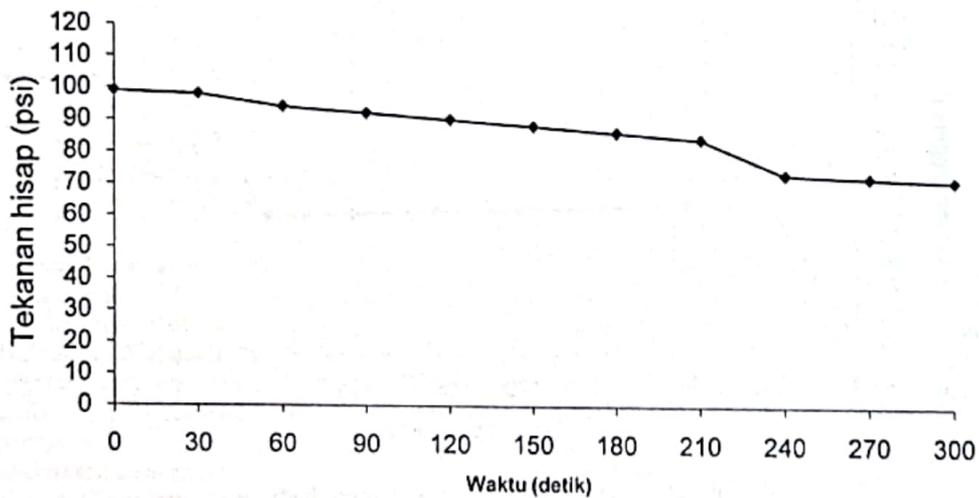
Pada gambar grafik terlihat tekanan oli kompresor memenuhi ketentuan diatas 20 Psi. Data ini mengindikasikan bahwa *oil pressure transducer* telah bekerja dengan baik, kuantitas oli pelumas kompresor cukup, LLSV (*liquid line selenoide valve*) membuka sempurna, serta tidak banyak refrigeran yang tercampur ke dalam oli.



Gambar-4. Hubungan antara tekanan olie terhadap waktu operasi

Tekanan hisap kompresor diatur melalui tahanan R26 pada papan masukan analog. Untuk keperluan operasi tekanan hisap di seting 44 Psi. Apabila sistem dioperasikan dan telah mencapai waktu 30 detik, tekanan hisap minimal harus 80% dari seting.

Nilai tekanan hisap harus diatas batas seting apabila mesin pendingin telah beroperasi selama 4 menit. Jika persyaratan tidak tercapai maka sistem akan *shutdown*. Grafik hubungan antara tekanan hisap terhadap waktu operasi dapat dilihat pada Gambar-5.

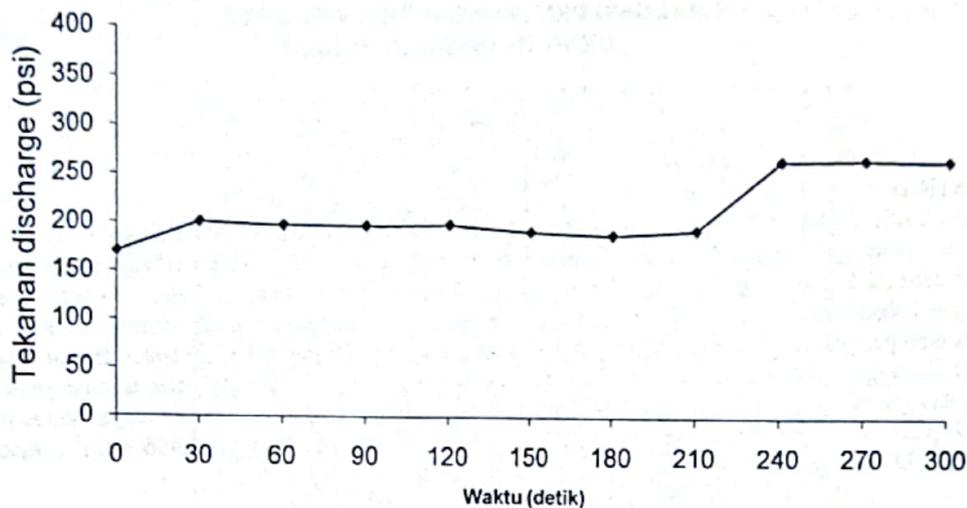


Gambar-5. Hubungan antara tekanan hisap terhadap waktu operasi

Gambar grafik memperlihatkan bahwa tekanan hisap berada dalam range 44 Psi sampai dengan 105 Psi. Data mengindikasikan bahwa kuantitas *refrigerant* dalam sistem cukup, *TXV* (*thermal expansion valve*) dan *LLSV* (*line liquid selenoide valve*) membuka sempurna, filter drier dan *suction pressure transducer* bekerja baik.

Tekanan keluar (*discharge*) kompresor maksimum sebesar 395 Psi. Sistem akan beroperasi

jika tekanan di bawah nilai tersebut. Apabila saat proses berlangsung tekanan berada di atas nilai seting maka panel *display* muncul tanda "F4" untuk sistem 1 dan "F8" untuk sistem 2. Kejadian munculnya tanda bersamaan dengan matinya sistem secara otomatis. Grafik hubungan antara tekanan *discharge* terhadap variasi waktu operasi dapat dilihat pada Gambar-6.



Gambar-6. Hubungan antara tekanan *discharge* terhadap waktu operasi

Gambar grafik memperlihatkan bahwa tekanan *discharge* kompresor kurang dari 395 Psi. Hal ini mengindikasikan bahwa semua *fan condenser* beroperasi dengan baik, kuantitas *refrigerant* cukup, tidak ada udara dalam *refrigerant* dan *discharge pressure transducer* bekerja dengan baik.

#### KESIMPULAN

Perawatan mesin pendingin (*chiller*) YORK YCHA 175 yang dilaksanakan, telah berhasil mempertahankan kinerja mesin pendingin beroperasi optimal dengan memenuhi nilai syarat parameter operasi pada saat diberi beban, yaitu: Prosentase arus 104%, batas persyaratan 30 – 115 %. Tekanan hisap 73 Psi, batas persyaratan diatas 44 Psi. Tekanan oli 68 Psi, batas persyaratan diatas 20 Psid. Tekanan *discharge* 267 Psi, batas persyaratan dibawah 395 Psi.

#### DISKUSI

Nama Penanya : Yayan Andriyanto

Pertanyaan :

- Apakah dengan 104% besarnya ampere belum dapat dikatakan telah terjadi penurunan unjuk kerja? Berapa % untuk dapat dikatakan penurunannya?
- Mengapa kapasitas unit I = 70 TR dan unit II = 100 TR? Bagaimana caranya menyiapkan suatu unit *chiller* untuk kebutuhan di IP2R
- Pada penggantian *expansion valve*, apakah ditemukan kerusakan atau diprediksi akan masuk dalam waktu dekat?

Jawaban :

- Karena dalam spec yark adalah 30%-115% sehingga masih dikatakan baik jika diantara range tersebut
- Memang pada yark YCHA 175 sys 1 lebih kecil dari pada sys 2, tetapi pada operasinya terdapat mode mana yang di pilih sebagai Lead dan mana Lag
- Penggantian EXV hanya dilakukan saat terjadi

#### DAFTAR PUSTAKA

- YORK INTERNATIONAL CORPORATION, "Air Cooled Package Liquid Chillers", USA, 1987.
- PT. JAYA TEKNIK, "York Air Conditioning Service & Maintenance", Diktat Seminar, Jakarta, 1992.
- BUDIYONO, "Uji Kemampuan Mesin Pendingin York YCHA 175 Pasca Refungsionalisasi Pada Fasilitas IPLR", Buletin Limbah Volume 12 Nomor 1, PTLR, 2008
- PURWANTARA, "Pengoperasian Chiller untuk Menunjang Manajemen Tata Udara IPLR", Hasil Penelitian dan Kegiatan PTLR 2001, PTLR-BATAN, Serpong, 2001.
- BATAN/UPT-PPIN, DOKUMEN 75, E75-623, "Data Sheet for Chilled Water Control System", Jakarta, 1985