

UJI KEMAMPUAN *CHILLER* PASCA REFUNGSIONALISASI PADA FASILITAS KH-IPSB3

Sentot Alibasya Harahap, M.Taufik Arsyad, Djunaidi

ABSTRAK

UJI KEMAMPUAN *CHILLER* PASCA REFUNGSIONALISASI PADA FASILITAS KH-IPSB3. *Chiller water unit* (CWU) merupakan penyedia air dingin untuk system ventilasi, pendingin system purifikasi air kanal (T.C) dan kolam (ponds) penyimpanan bahan bakar bekas pada fasilitas KH-IPSB3. Telah dilakukan refungsionalisasi *Chiller water unit* dengan cara mengganti system kendali dan kontrol dari mode elektronik ke mode elektrik-mekanik dan bagian-bagian lain yang rusak. Suatu system *chiller water unit* memiliki beberapa komponen / alat yang cara kerjanya terintegrasi satu dengan lainnya, sehingga pada refungsionalisasi partial seperti saat ini dimana sebagian komponen / alat menggunakan barang lama dan sebagian menggunakan barang baru maka untuk mendapatkan unjuk kerja yang optimum pada uji kemampuan *chiller* relatif sulit. Pada pengoperasian yang lama diharapkan unjuk kerja yang optimum akan dapat dicapai dengan suatu proses yang bertahap dan terencana.

ABSTRACT

TEST ABILITY OF CHILLER PASCA REFUNGTIONING AT THE FACILITY OF KH-IPSB3. Chiller water unit (CWU) represent sulayed of cool water for the system of ventilation, cooler of purification system irrigate canal (T.C) and pool (depository ponds) ex- fuel at facility of KH-IPSB3. Have been conducted by refunctioning of Chiller unit water by changing system conduct and control from electronic mode to mode of electric-mechanic and parts of damage other. A unit water chiller system have some component / appliance which way of its activity integrated one otherly, so that refunctioning of partial like in this time where some of component / appliance use old goods and some of using new material hence to get optimum activity at test ability of difficult chiller relative. At operation is old ones expected by optimum activity will be able to reach with an process which in phases and planed.

PENDAHULUAN

Gedung KH-IPSB3 dibangun setelah reaktor beroperasi lama dan mampu menyimpan bahan bakar bekas cukup banyak sehingga membutuhkan tempat penyimpanan dalam jumlah banyak dan berjangka panjang. Selain kolam besar lengkap dengan fasilitas air untuk pendinginan juga dilengkapi dengan kanal yang menghubungkan antara gedung reaktor, gedung produksi isotop dan gedung teknologi bahan bakar daur ulang, posisi kanal berada dibawah permukaan tanah (-6,5 m).

Dalam pengoperasian fasilitas dibutuhkan pengkondisian suhu udara di dalam gedung dan pengendalian suhu air purifikasi pada kanal dan kolam, sehingga diperlukan keadaan sistem penyediaan air dingin (*chiller water unit*) yang bekerja terus menerus. *Chiller water Unit* (CWU) yang lama kinerjanya telah menurun akibat dari beberapa komponen yang telah rusak termakan usia, sejauh ini telah dilakukan penggantian secara parsial diantaranya sistem kendali dan kontrol serta *exhaust fan*.

Penggantian komponen secara partial berpengaruh terhadap unjuk kerja sistem penyedia air dingin sebab komponen yang harus diganti dan sudah tidak layak lagi untuk menerima beban operasi yang relatif besar dan terus menerus. Komponen tersebut diantaranya unit kondensor yang berfungsi membuang panas ke lingkungan agar refijeran (Freon-R22) dari fase cair akan berubah menjadi fase uap. Ketidak sempurnaan pembuangan panas dari sistem ke lingkungan akan mengakibatkan kenaikan suhu dan tekanan refijeran serta berdampak terhadap beban lebih pada kompresor semi hematik (Gambar dibelakang). *Chiller water Unit* (CWU) adalah suatu sistem yang rangkaiannya merupakan sirkuit, apabila beberapa bagian komponennya baru dan yang lainnya komponennya lama maka hasil kerjasamanya tidak mungkin dapat optimal dalam tempo singkat. Dalam uji fungsi kemampuan *chiller* pasca refungsionalisasi ini akan sulit untuk mendapatkan kondisi yang optimum. Diharapkan unjuk kerjanya akan lebih baik lagi dimasa mendatang dan semakin mendekati optimum.

TEORI

CHILLER WATWE UNIT (CWU) PADA KH-IPSB3

Tujuan penggunaan CWU adalah untuk penyediaan air segar didalam gedung KH-IPSB3 yang memenuhi syarat suhu dan kelembaban. Suhu dan kelembaban udara di daerah kolam penyimpanan maksimum 25°C dan 86 % dengan asumsi kolam penyimpanan mengalami penguapan dengan kecepatan 250 liter/hari sehingga ruangan ini sangat memerlukan suplai udara segar. Suplai udara segar dalam gedung ini dilakukan oleh AHU 1,2 yang terletak di ruang lantai dasar gedung. Unit ini terdiri dari *balancing damper, panel filter, bagian filter, cooling coil, backward curved, centrifugal fan, 2 motor, electric heater battery* dan *sound alternator*. Tiga buah baterai *electric heater* dengan No. HB2, HB3, dan HB4 dipasang di sistem pemipaan berfungsi untuk memvariasi suhu udara di daerah kolam penyimpanan, ruang kendali dan ruang ganti. Sistem ventilasi dalam operasinya dimanfaatkan untuk :

1. Mengatur aliran udara di dalam gedung KH-IPSB3 sehingga gerakan udara akan selalu menuju sumber kontaminasi.
2. Untuk memperkuat kungkungan pada daerah yang selalu terdapat aliran udara ke daerah kontaminasi tinggi dengan kecepatan yang cukup dengan tujuan untuk mengendalikan difusi balik dari kontaminasi.
3. Melindungi daerah operasi dan lingkungan luar pada kondisi operasi normal.
4. Meminimalkan keluar masuknya udara.
5. Menjamin bahwa kelayakan fasilitas selama operasi normal maupun abnormal dapat mudah dimonitor.
6. Mengatur pengukuran yang efektif terhadap potensi pelepasan zat radioaktif.
7. Mengatur kesetabilan laju aliran udara *extract* di gedung KH-IPSB3 lewat *fan*. *Fan* dilengkapi dengan pengontrol kecepatan yang berfungsi untuk mengkompensasi kenaikan beda tekanan di *extract filter bank* dan juga mempertahankan aliran udara *extract*.
8. Menjamin bahwa udara keluar dapat terdispersi ke lingkungan secara merata melalui cerobong setinggi 30 m. Ukuran ini didasarkan bahwa gedung tertinggi

disekitar fasilitas KH-IPSB3 adalah 30 m. Desain seismik dari cerobong adalah 0,25 g.

Selama operasi normal semua udara tersaring oleh *filter bank* nomor 1 yang terdiri dari *pre-filter* dan HEPA *filter* dengan tujuan untuk mengurangi partikel radioaktif sebelum dibebaskan ke lingkungan lewat cerobong. Selama operasi darurat hanya *extract* udara tersaring yang berasal dari daerah kolam, daerah *water treatment* dan kanal hubung yang akan dilewatkan melalui *charcoal filter* dan HEPA *filter* pada *filter bank* nomor 1 untuk mengurangi partikel radioaktif dan gas Iodine sebelum dibebaskan ke lingkungan lewat cerobong.

PRINSIP KERJA CHILLER WATER UNIT (CWU)

Chiller water unit (CWU) adalah suatu mesin refrijerasi yang menggunakan freon jenis R-22. Fungsi utama *Chiller water unit* untuk penyedia air dingin, sedangkan beban yang harus didinginkan oleh CWU disini meliputi penyedia udara segar *Air Handling Unit* (AHU) sebanyak 2 unit, sistem pemurnian (purifikasi) air kolan dan air kanal. Beban pendingin di sirkulasi dari dan ke evaporator (jenis shell & tube) yang terdapat pada CWU. Kapasitas beban pendingin dipantau dengan menggunakan parameter suhu melalui sensor suhu yang terpasang pada sisi keluar dari CWU, yaitu kapasitas beban pendingin BT 2 dengan jangkauan pengukuran antara 6°C - 12°C. Bilamana suhu air yang terukur telah mencapai 6°C maka CWU akan berhenti operasi (*operation stanby*), tetapi pompa sirkulasi air dingin masih tetap beroperasi dan dengan berlangsungnya pertukaran panas di unit evaporator maka akan mengalami kenaikan suhu air. Bilamana suhu air keluar dari CWU telah mencapai 12°C, maka CWU akan kembali beroperasi dan proses operasional CWU akan berlangsung terus menerus seperti tahapan diatas.

Pengendalian tekanan isap (*low pressure control*, LPC) mesin refrijerasi harus berada diantara 3,5 - 4,2 bar. Jika tekanan isap lebih kecil dari 3,5 bar ($P_{isap} < 3,5$ bar) maka kemampuan pendinginan akan berkurang dan terjadi bunga es di sekitar sisi isap kompressor semi hermetik. Jika tekanan isap lebih besar 4,2 bar ($P_{isap} > 4,2$ bar) maka kemampuan pendinginan juga berkurang, sebab untuk mendinginkan satu satuan beban

pendingin dibutuhkan waktu relatif lama karena titik embun (*dew point*) refrijeran R-22 tidak tercapai.

Pengendalian tekanan keluaran (*High pressure control*, HPC) pada mesin refrigerasi berada diantara 12 - 25 bar. Jika tekanan keluaran harganya lebih kecil dari 12 bar ($P_{kel} < 12$ bar) maka kemampuan pendinginan berkurang karena kompresi yang dihasilkan tidak memadai sehingga freon akan mengembun sebagian sebelum masuk unit evaporator, dan jika tekanan keluaran lebih besar dari 25 bar ($P_{kel} > 25$ bar) maka kompresor gagal operasi dan terjadi gangguan pada tekanan keluaran, sebab tekanan dan suhu akan naik dan terjadi panas berlebih.

Pengendalian tekanan minyak pelumas (*Oil Pressure Control*, OPC) pada mesin refrigerasi berada diantara 1,5 - 5 bar diatas tekanan isap. $P_{oil} = P_{isap} + (1,5 - 5)$ bar

Jika tekanan minyak pelumas lebih kecil dari jumlah tekanan isap dengan tekanan aktual pompa ($P_{oil} < 4$ bar) maka kompresor gagal operasi dan terjadi gangguan pada rangkaian pompa minyak pelumas. Kegagalan dapat terjadi pada saringan minyak pelumas tersumbat atau pompa minyak pelumas rusak.

Pengendalian suhu pembekuan (*Freeze protection thermostat*, BT 1) berfungsi untuk mencegah agar air tidak membeku dan alat ini disetting antara 4 - 5 °C

Pengendalian laju alir air (*dry running Protection*, DF) berfungsi untuk mencegah berfungsinya pompa sirkulasi pada laju alir yang minimum atau < 40% penampang pipa normal.

Pengendalian rangkaian penampang kompresor (*safety Security*) berfungsi untuk mencegah rangkaian pengaman, yang selalu dapat beroperasi dengan normal dan terpadu.

METODOLOGI

Pemasangan alat akan disesuaikan dengan fungsi dan kegunaannya, khusus alat yang mempunyai harga batas bawah dan atas (*range*) maka harus mengacu kepada karakteristik komponen / sub sistem yang dikontrol (di proteksi) meliputi diantaranya : rele arus beban lebih, kontrol tekanan rendah refrigeran (*low pressure control, LPC*), kontrol tekanan tinggi refrigeran (*hight pressure control, HPC*), tekanan minyak pelumas (*oil pressure control, OPC*), rele pengatur waktu kini (*time relay*), rele pengatur waktu tunda (*time delay relay*), kontrol suhu kapasitas beban pendingin (*control capacity thermostat*) dan proteksi suhu pembekuan air (*freeze protection thermostat*). Yang kedua untuk alat berupa motor listrik misalkan *exhaust fan* dilakukan pengukuran tahanan belitan motor ($R > 300 \text{ M}\Omega$ pada 500Volt DC) dan untuk rele kondisi normal lepas dan terhubung (*Normally open/closed, NO/NC*), kontaktor, kontrol laju alir (*dry running protection*) dan katup selenoid dilakukan simulasi dengan memberikan tegangan 220 V/ 50 Hz). Penempatan dan susunan alat disesuaikan dengan kenyamanan kerja diantaranya pemberian nomor pada kabel dan pemberian simbol huruf pada alat atau komponen yang mengacu kepada diagram listrik.

TATA KERJA

Pengoperasian

Seluruh beban pendingin harus dalam keadaan normal operasi, diantaranya meliputi sistem ventilasi, yaitu unit penyedia udara segar (AHU), unit *blower* untuk pasokan dan keluaran udara dan sistem purifikasi kolam penyimpanan bahan bakar bekas serta pompa sirkulasi air dingin. Kemudian sebagai peringatan adalah *chiller* tidak dapat dioperasikan jika hetaer minyak pelumas dalam kondisi padam (*off*), ini akan berpengaruh terhadap arus beban lebih pada motor listrik semi hermetik sebab terjadi pelimpahan refrijeran phase cair pada ruang kompressor (*carter*) atau suhu refrijeran phase cair lebih kecil dari suhu gas sehingga tahanan isolasi belitan motor turun, akibatnya arus beban bertambah. Untuk mengoperasikan *chiller* kembali diperlukan waktu minimal 8 jam, dengan tujuan agar pada ruang kompressor hanya terdapat refrigeran phase gas atau suhu minyak pelumas lebih besar dari suhu kamar

tetapi ($t_{oil} \leq 35^{\circ}\text{C}$), sebab dalam ruang kompresor heater memanaskan minyak pelumas dan selanjutnya memanaskan ruang kompresor dimana ruangan ini terdapat refrijeran.

Uji kemampuan

Dilakukan pemulihan pengoperasian kompresor pada chiller dengan cara memutar *switch selector* pada panel, yaitu untuk model A/B artinya tumpuan beban pendingin terletak pada kompresor A sedangkan kompresor B akan lebih dulu padam (*off*) bilamana suhu air telah mendekati batas bawah kontrol suhu kapasitas beban pendingin, kemudian dilakukan pengukuran besar arus listrik pada kompresor A dan B, tekanan rendah dan tinggi refrijeran, tekanan minyak pelumas pada kompresor A dan B, serta besar arus listrik pada motor *exhaust fan*. Dilakukan pengukuran suhu air dingin keluar unit evaporator pada saat kompresor A dan B padam (*off*) dan pada saat kompresor A dan B beroperasi kembali (*on*), sehingga diperoleh harga batas suhu operasi *chiller*. Dilakukan pengoperasian dengan model operasi A artinya hanya kompresor A saja yang beroperasi sedangkan kompresor B kondisi padam (*off*), dan sebaliknya. Untuk memadamkan chiller (*off*), tempatkan switch selector pada posisi O.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengukuran arus listrik, diperoleh hasil pada Tabel 1. besarnya arus nominal pada kompresor semi hermetik dan *exhaus fan* masih dalam batas aman yang diijinkan. Untuk tekanan tinggi refijeran (Freon- discharger pressure) sudah melebihi batas yang diijinkan sebab dengan kondisi suhu rata-rata udara masuk kompresor sebesar $32,8^{\circ}\text{C}$ (dari tabel 3 kolom 5 & 6 kompresor semi hermetik A secara interpolasi) menghasilkan tekanan rerata indikator sebesar 16,80 bar (dari tabel 1 kolom 5), tetapi masih dalam batas aman sebab seting tekanan tinggi refrijeran lebih besar dari tekanan tinggi indikator (tabel 3 nomor 2). Artinya pembuangan kalor ke lingkungan tidak efisien karena sebagian sirip pada unit kondensor rusak dan akibatnya lalulintas udara untuk mendinginkan refrijeran tekanan tinggi akan terhambat sehingga untuk satu satuan beban pendingin yang sama diperlukan waktu lebih lama untuk

menurunkan suhu air sisi keluar (tabel 1 kolom 13) atau hingga seting suhu kapasitas *thermostat* (BT 2) tercapai.

Pada unit chiller no. 1 (C1) unit kompresor A (C1.1) akibat pembuangan kalor dari unit kondensor ke lingkungan tidak efisien oleh karena itu untuk menurunkan suhu air sisi keluar dengan satu satuan beban pendingin yang sama diperlukan waktu lebih lama lagi dan berakibat naiknya konsumsi catu daya listrik, kemudian dengan waktu operasi yang lebih lama maka laju perubahan bentuk akibat kelelahan (*fatigue deformation*) pada masing masing komponen/unit akan lebih cepat. Kemudian pada refungsionalisasi secara partial (sebagian-sebagian) sangat susah untuk mendapatkan unjuk kerja sistem yang optimal karena dari suatu sistem terdiri dari unit/alat/komponen dibutuhkan kerjasama sedangkan kondisinya sebagian baru dan sebagian lainnya sudah lama. Oleh karena itu sebaiknya refungsionalisasi dilakukan secara menyeluruh dan terpadu agar kinerjanya lebih kompak.

KESIMPULAN

Refungsionalisasi *chiller water unit* (CWU) pada fasilitas KH-IPSB3 telah dilakukan dengan mengganti bagian-bagian yang rusak dan mengganti dengan komponen yang baru (*partial*). Atas dasar hasil uji fungsi kemampuan *chiller* dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pada refungsionalisasi secara partial sangat sulit diperoleh unjuk kerja yang optimal. Untuk memperoleh unjuk kerja yang optimal pada refungsionalisasi partial harus dilakukan operasi secara bertahap, terencana dan konsisten yang terbatas (*constraint*), sehingga diperoleh suatu untaian refungsionalisasi antar unit dengan unit pada suatu sistem.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Anonyms :American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), 1983 Equipment volume, 2nd printing 1983. 1791 Tullie Circle, N.E., Atlanta, Ga 30379, USA. ISSN: 0737-0687*

2. *Anonyms:Carrier Corporation, Catalog No. 533-062.Printed in USA. Copyright 1992*
3. *Anonyms:ABB STOTZ-KONTAKT,GmbH,Catalog No.ISAZ20 7001 P2a.Eppelheimer StraÙe 82. d-69123 Heidelberg. Germany*
4. *Anonyms: Danfoss. Catalog No. RI.5A.A3.00,031-2003.For type :KP 1,IW,IA 2 , 5A,7W,7B,7S. Made in denmark*
5. *Anonyms: Danfoss. Catalog No. RI.5D.B1.00, 2-1991.For type :KP 61-81. Made in denmark*
6. *Anonyms: Danfoss. Catalog No. RI.05.P2.00, 1-1984.For type :MP 54,55. Made in denmark*
7. *Laporan Analisis Keselamatan, KH-IPSB3 No.Iden RSG OTH/LAK/02/98.*