

SISTEM PEMELIHARAAN DAN KERUGIAN-KERUGIAN ENERGI YANG HILANG PADA MESIN PENDINGIN TIPE WATER CHILLER

Budiman Adhi Setiawan
Marsudi

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta
Jl. RS. Fatmawati Pd. Labu Jakarta Selatan

Abstract

Maintenance system of a component is very important thing in defined the strength of material itself and the component age. In this paper, the writer make a procedure of maintenance system and energy losses which is disappeared on cooling machine of water chiller type which is involved maintenance system and energy losses on chiller unit, pump unit, cooling tower unit and air handling unit (AHU). By doing this maintenance system routinely and periodically based on procedure, so component age from cooling machine of water chiller type which is designed from manufacture industry could be fulfilled. The energy disadvantages that is disappeared on the main components of cooling machine could be avoided. So the cooling machine could be operated with high efficiency.

Key words : water chiller, pump, cooling tower, AHU.

PENDAHULUAN

Pemeliharaan terhadap suatu peralatan merupakan masalah yang sangat penting dalam menentukan kekuatan dari umur peralatan tersebut. Karena itu masalah pemeliharaan ini perlu mendapatkan perhatian yang sungguh-sungguh guna mendapatkan umur peralatan yang lebih lama.

Pada umumnya dalam melakukan pemeliharaan unit-unit peralatan haruslah mengikuti buku petunjuk yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat unit peralatan tersebut. Dimana dalam melakukan pemeliharaan ini dapat dibagi ke dalam 2 (dua) cara atau sistem yaitu secara rutin dan periodik.

Pada pemeliharaan secara rutin biasanya hanya dilakukan pemeriksaan-pemeriksaan oleh operator yang dilakukan setiap jam dan dicatat didalam buku laporan pengecekan (logsheet), sedangkan pemeliharaan secara periodik (berkala) dilakukan dalam minimal 2 tahap yaitu dengan istilah : (1). Monthly preventive & maintenance (pemeliharaan bulanan), (2). Annualy preventive & maintenance (pemeliharaan tahunan).

Pemeliharaan bulanan dan tahunan dari mesin pendingin secara langsung dapat menentukan kekuatan dari peralatan tersebut dan secara tidak langsung dapat mengurangi atau menghilangkan sama sekali kerugian-kerugian

energi yang ditimbulkan oleh komponen-komponen utama mesin pendingin serta dapat menambah atau memperpanjang umur komponen itu sendiri.

Pada makalah ini, penulis akan membuat prosedur sistem pemeliharaan dan kerugian-kerugian yang hilang pada mesin pendingin water chiller yang meliputi sistem pemeliharaan dan kerugian-kerugian pada : unit chiller, unit pompa, unit cooling tower dan alat pengolah udara (AHU). Dengan melakukan pemeliharaan dan perawatan secara rutin dan berkala sesuai dengan prosedur. Maka umur peralatan dari mesin pendingin tipe "water chiller" yang didesain dari pabrik pembuatnya dapat terpenuhi. Kerugian-kerugian energi yang hilang pada komponen-komponen utama mesin pendingin dapat dihindari sehingga mesin pendingin dapat beroperasi dengan efisiensi yang tinggi.

Pemeliharaan Unit Chiller

Sistem pemeliharaan rutin pada unit chiller ini adalah meliputi pemeriksaan-pemeriksaan yang dilakukan oleh operator yaitu antara lain : (1). Pengecekan suhu air pendingin kondensor, (2). Pengecekan tekanan air kondensor, (3). Pengecekan suhu air dingin evaporator, (4). Pengecekan tekanan air dingin evaporator, (5). Pengecekan suhu dan tekanan

gas freon, (6). Pengecekan suhu dan tekanan oli pelumas, (7). Pengecekan arus/tegangan kompresor

Pemeliharaan Bulanan

Sistem pemeliharaan bulanan (Monthly Preventive Maintenance) adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan setiap bulan oleh petugas teknisi, yaitu antara lain: (1). Pembuangan sedimentasi/endapan kotoran dari air kondensor dan evaporator, (2). Pengecekan terminasi dan baut-baut instalasi pengabelan pada panel kontroler dan motor listrik, (3). Pengecekan stater contractor hubungan star dan delta berikut pembersihan unit-unit dari debu, (4). Pelumasan bearing-bearing motor kompresor actuator motor pre-rotation van.

Pemeliharaan Tahunan

Sistem Pemeliharaan Periode Tahunan (Annually Preventive Maintenance) adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan antara lain: (1). Penggantian oli pelumas kompresor dan filter-filtrernya, (2). Penggantian strainer dehidrator dan purgefoul gas, (3). Pengecekan dan pembersihan bagian dalam pipa-pipa kondensor dan kerak pengapuran dan korosi, (4). Pengecekan tahanan isolasi gulungan elektro motor, (5). Pengecekan dan service total komponen panel listrik, starter dan kelengkapannya, (6). Test unit-unit pengamannya seperti: Gas Pressure Switch, Oil Pressure Switch, Condensor Water Flow Switch, Chilled Water Flow Switch, Temperature Control Switch dan Overload Switchnya.

Pemeliharaan Unit Pompa-Pompa

Sistem pemeliharaan rutin unit pompa ini adalah meliputi pemeriksaan-pemeriksaan yang dilakukan operator, yaitu antara lain: (1). Pengecekan tekanan air pada pompa untuk inlet dan outletnya, (2). Pengecekan getaran dan tingkat kebisingan suara bearing-bearingnya, (3). Pengecekan posisi valve-valvenya, (4). Pengecekan arus tegangan listrik untuk motor penggeraknya.

Pemeliharaan Bulanan

Sistem pemeliharaan periode bulanan (Monthly Preventive Maintenance) adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan setiap bulan oleh petugas teknisi yaitu antara lain : (1). Pelumasan bearing-bearing pompa dan

motornya, (2). Pengecekan terminasi dan baut-baut instalasi pengabelan, (3). Pengabelan kebocoran-kebocoran kecil pada valve, Flens dan packing-packing atau sealnya, (4). Pengecekan kopel joint, kedudukan motor dan pompa berikut pengencangan baut-baut pengikatnya.

Pemeliharaan Tahunan

Sistem Pemeliharaan Periode Tahunan (Annually Preventive Maintenance) adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan antara lain: (1). Penggantian karet bantalan joint kopel, (2). Bersihkan dan service filter strainer, check valve dan valve in & outletnya, (3). Penggantian seal gland packing pada shaft pompa pila perlu, (4). Pengecekan kembali unit pompa motor dan pipa-pipanya, (5). Pengecekan tahanan isolasi gulungan elektromotornya, (6). Pengecekan dan total service komponen panel listrik, startermotor dan kelengkapannya, (7). Tes unit-unit pengamannya.

Pemeliharaan Unit Cooling Tower

Seperti telah diketahui bersama bahwa cooling tower atau menara pendingin adalah berfungsi mendinginkan air pendingin kondensor chiller yang mempunyai suhu 36° C menjadi 28° C dengan jalan menggunakan kipas udara pendingin.

Didalam sistem pemeliharaan rutin pada unit cooling tower ini adalah meliputi pemeriksaan-pemeriksaan yang dilakukan oleh operator, yaitu antara lain: (1). Pengecekan tinggi rendahnya permukaan air di dalam bak chamber dan aliran air pada nozel-nozel propelernya, (2). Pengecekan getaran dan tingkat kebisingan motor dan fan propelernya, (3). Pengecekan arus/tegangan listrik motor propeler, (4). Pengisian bahan kimia untuk anti penawar air pendingin hasil ikatan kimia dengan kotoran air (setiap hari satu kali)

Pemeliharaan Bulanan

Sistem Pemeliharaan Periode Bulanan (Monthly Preventive Maintenance) adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan setiap bulan oleh petugas teknisi, yaitu antara lain: (1). Pembersihan dan pengurusan bak penampungan air (chamber) dari lumut dan lumpur, (2) Pembersihan inlet lovre udara, debu dan kerak pengapuran (scale), (3). Penyetelan atau perbaikan katup pelampung untuk supply

air (bila perlu), (4). Pelumasan bearing-bearing motor dan fan propelernya, (5). Penyetelan atau ajust tegangan tali kipas propelernya, (6). Pengecekan dan pembersihan terminasi dan instalasi pengabelan pada panel kontrol, motor-motor dan bila perlu kencangkan baut-bautnya.

Pemeliharaan Tahunan

Sistem Pemeliharaan Periode Tahunan (Annualy Preventive Maintenance) adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan antara lain: (1). Penggantian tali kipas propelernya, (2). Pengecatan motor, propeler dan pipa-pipanya, (3). Penyetelan kembali sudut-sudut kemiringan kipas propelernya (bila perlu), (4). Bersihkan daun kipas propelernya dan bagian dalam cooling tower dari kerak pengapuran (scale), (5). Pemeriksaan baut-baut pengikat dudukan motor, fan propeler dan kencangkan bila perlu, (6). Pengecekan & service total komponen panel listrik, startermotor dan kelengkapannya, (7). Tes unit-unit pengamannya.

Pemeliharaan Unit Alat Pengolahan Udara (AHU)

Sistem Pemeliharaan Rutin pada unit alat pengolahan udara (AHU) ini adalah meliputi pemeriksaan-pemeriksaan yang dilakukan operator, yaitu antara lain: (1). Pengecekan suhu air dingin (Chilled Water) in/out, (2). Pengecekan suhu udara dingin in/out, (3). Pengecekan getaran air dingin in/out, (4). Pengecekan getaran dan tingkat kebisingan bearing-bearing dan tali kipasnya, (5). Pengecekan arus/tegangan dan frekuensi listrik untuk motor penggeraknya.

Sistem Pemeliharaan Bulanan (Monthly Preventive Maintenance) adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan setiap bulan oleh petugas teknisi, yaitu antara lain: (1). Pembersihan filter udara dan coil pendinginnya, (2). Pelumasan bearing-bearing motor dan fan blowernya, (3). Pengecekan tegangan tali kipas dan kelurusan pulley dan bila perlu kencangkan baut pengikatnya, (4). Periksa dan bersihkan kontak-kontak: Statick Pressure Regulator, Dwyer Inverter, Modutrol Valve dan termostatnya, (5). Bersihkan bak penampungan air kondensasi dan pipa saluran pembuangannya, (6). Periksa baut-baut pengikat dudukan motor dan fan blowernya jika perlu dikencangkan, (7). Pengecekan dan pembersihan instalasi

pengabelan pada panel-panel kontrol dan terminasi motornya.

Pemeliharaan Tahunan

Sistem Pemeliharaan Periode Tahunan (Annualy Preventive Maintenance) adalah meliputi pekerjaan-pekerjaan antara lain: (1). Penggantian tali kipas blowernya, (2). Pembersihan total untuk koil pendingin, kipas blower elektromotor dan bagian dalam box AHU, (3). Pembersihan strainer, valve dan bila perlu bersihkan bagian dalam pipa koil pendingin dengan pipa sirkulasi ditambah bahan kimia (khusus pembersih karat/lumut), (4). Pengecekan dan service total komponen panel listrik, starter motor dan kelengkapannya, (4). Pemeriksaan baut-baut pengikat dudukan motor, pulley, kipas blower dan kencangkan baut-bautnya bila perlu, (5). Tes unit-unit pengamannya.

Kerugian-Kerugian Energi

Yang dimaksud dengan dengan kerugian-kerugian energi adalah kehilangan energi yang hilang pada komponen-komponen utama mesin pendingin disebabkan oleh sedimentasi (endapan kotoran), kerak-kerak, korosi dan lain-lain yang terjadi pada komponen-komponen utama tersebut.

Besar atau kecilnya kerugian energi yang hilang pada suatu komponen/alat tergantung pada banyak atau sedikitnya kandungan sedimentasi/endapan kotoran yang terbentuk pada komponen tersebut. Oleh sebab itu pemeliharaan suatu peralatan merupakan hal yang sangat penting karena dapat mengurangi atau menghindari kerugian-kerugian energi yang terjadi pada mesin pendingin.

Kerugian-kerugian energi unit chiller adalah sebagai berikut: a). Kerugian energi pada kondensor. Untuk mengetahui besar kerugian energi yang hilang pada kondensor. Secara kasar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$Q_p = A.K (T_{rr} - T_{rf})$$

$$= A.K (\Delta T_m)$$

dimana :

Q_p = Kalor Pengembunan (Kcal/jam)

K = Koefisien Perpindahan Kalor ($Kcal/m^2 \text{ jam } ^\circ C$)

T_{rr} = Temperatur rata-rata refrigerant ($^\circ C$)

T_{rf} = Temperatur rata-rata fluida pendingin ($^\circ C$)

A = Luas bidang pendingin

Dari persamaan diatas dapat dijelaskan bahwa apabila terjadi sedimentasi/endapan kotoran atau kerak-kerak pada pipa air pendingin kondensor maka harga koefisien perpindahan kalor/panas (K) dan perbedaan rata-rata antara refrigerant dan air pendingin (ΔT_m) akan turun atau kecil, sehingga besar harga Kalor Pengembunan (Qp) yang dipersyaratkan/dibutuhkan akan menjadi turun atau mengecil. Dengan ketentuan lain dapat dikatakan bahwa besar kerugian energi yang hilang pada kondensor tergantung dari: (1). Besar harga Koefisien Perpindahan Kalor (K), (2). Besar harga perbedaan temperatur rata-rata (ΔT_m)

b). Kerugian Energi pada Evaporator, Untuk mengetahui besar kerugian energi yang hilang pada evaporator dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$Q_e = KA \Delta t_m$$

dimana :

- Qe = Jumlah kalor yang diserap oleh refrigerator dalam evaporator (Kcal/jam)
- K = Koefisien Perpindahan Kalor (Kcal/m²jam °C)
- A = Luas Bidang Perpindahan Kalor (m²)
- Δt_m = Perbedaan temperatur rata-rata (°C)

Dari persamaan diatas dapat dijelaskan bahwa apabila terjadi sedimentasi/endapan kotoran atau kerak-kerak pada bagian dalam pipa evaporator . Maka besar harga Koefisien Perpindahan Kalor (K) dan Perbedaan Temperatur rata-rata (Δt_m) akan turun atau kecil, sehingga besara harga kapasitas pendingin dan evaporator (Qe) yang dibutuhkan atau dipersyaratkan akan menjadi turun atau mengecil. Dengan ketentuan lain dapat dikatakan bahwa besar kerugian energi yang hilang pada evaporator tergantung dari: (1). Besar Harga Koefisien Perpindahan Kalor (Kcal/m² jam), (2). Besar Harga Perbedaan Temperatur rata-rata (°C)

Kerugian-kerugian Energi pada Pompa

a). Kerugian energi pada pompa apabila tekanan masuk (inlet) dan tekanan keluar (outlet) tidak sesuai dengan yang dipersyaratkan. Untuk mengetahui kerugian energi akibat tidak sesuaianya tekanan masuk (inlet) dan tekanan keluar (outlet) pada pompa dapat ditunjukkan pada persamaan di bawah ini :

$$P_1 + \frac{\gamma}{2g} v_1^2 + z_1 = P_2 + \frac{\gamma}{2g} v_2^2 + z_2 + \Delta P_e$$

$$P_1 + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = P_2 + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + \Delta P_e$$

dimana :

- P = Tekanan (kg/m²)
- v = Kecepatan (m/s)
- Z = Tinggi dari garis dalam (m)
- γ = Berat jenis air (kg/m³)
- G = Percepatan Gravitasi = 9,8 m/s
- ΔP_e = Kerugian Tekanan antara dua titik yang bersangkutan (kg/m²)

Dari persamaan diatas, apabila tekanan masuk (inlet) atau tekanan keluar (outlet) pompa tidak sesuai dengan yang dipersyaratkan maka akan mempengaruhi aliran fluida atau kerja dari pompa tersebut, b). Kerugian energi pada pompa, apabila terjadinya kotoran-kotoran/kerak-kerak yang mengendap pada bagian dalam pipa. Kebocoran-kebocoran kecil pada valve flens dan packing-packingnya.

Untuk mengetahui kerugian-kerugian energi dikarenakan adanya kotoran-kotoran/kerak-kerak pada bagian dalam pipa, kebocoran-kebocoran kecil pada valve, flens dan facking-facking dapat ditunjukkan pada persamaan 4) dibawah ini :

$$H_t = h_f + h_d + h_m + h_s \text{ (m)}$$

dimana :

- H_t = Tinggi Angkat Total (m)
- h_f = Kerugian Gesek dari Pipa Lurus (mH₂O)
- h_d = Tahanan lokal dari Sistem Pipa (mH₂O)
- h_m = Tahanan dari Perlengkapan (mH₂O)
- h_s = Tinggi Angkat Statik (mH₂O)

Dari persamaan diatas, apabila kerugian gesek pipa (h_f) akibat adanya kotoran-kotoran/kerak-kerak pada bagian dalam pipa dari kerugian tahanan dari perlengkapan (h_m) karena kebocoran-kebocoran kecil pada valve, flens dan packing-packing menjadi besar, maka tinggi angkat pompa(H_t) akan menjadi semakin besar/naik, sehingga akan mempengaruhi daya pompa yang harus dibangkitkan. Seperti terlihat pada persamaan 5) dibawah ini :

$$D_p = 0,163 \gamma Q H_t \text{ (kw)}$$

Daya pompa yang dibangkitkan tergantung dari tinggi angkat total (H_t) pompa dimana berat jenis air (γ) dan kapasitas aliran fluida (Q) dianggap tidak berubah (konstan)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penjelasan dan uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa: (1). Dengan melakukan pemeliharaan dan perawatan secara rutin dan periodik sesuai dengan prosedur maka umur peralatan dari mesin pendingin tipe water chiller yang dirancang dari pabrik pembuat dapat tercapai, (2). Kerugian-kerugian energi yang hilang pada komponen-komponen utama mesin pendingin dapat dihindari sehingga mesin pendingin dapat beroperasi dengan efisiensi yang tinggi.

Saran

Disarankan dalam melakukan pemeriksaan dan pencatatan parameter-parameter alat secara rutin maupun periodik dilakukan dengan teliti seceermat mungkin dan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar. W, dkk. "*Penyagaran Udara*", PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1997.
- "*Handbook of Air Conditioning Company*", Mc Graw Hill Book Co., New York, 1997
- "*Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*", Erlangga, Jakarta, 1999.
- Handoko. K, "*Teknik Romm Air Condition*", Erlangga, Jakarta, 2000
- "*Brosur & Katalog Sistem Chiller & Air Handling Unit*", York Corp., New York, 2002.