

MODUL PEMBELAJARAN

KODE : MK.SCR.01.1/16

KOMPONEN KONTROL REFRIGERASI/AIR HANDLING

**BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA**



**PROYEK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN BERORIENTASI KETERAMPILAN HIDUP
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2003

KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sequensial, sistematis dan sesuai dengan prinsip pembelajaran dengan pendekatan kompetensi (*Competency Based Training*). Untuk itu modul ini sangat sesuai dan mudah untuk dipelajari secara mandiri dan individual. Oleh karena itu walaupun modul ini dipersiapkan untuk peserta diklat/siswa SMK dapat digunakan juga untuk diklat lain yang sejenis.

Dalam penggunaannya, bahan ajar ini tetap mengharapkan asas keluwesan dan keterlaksanaannya, yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan kurikulum/program diklat, guna merealisasikan penyelenggaraan pembelajaran di SMK. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi tamatan SMK sesuai program keahlian dan tamatan SMK.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi kejuruan peserta diklat.

Jakarta, 01 Desember 2003
Direktur Dikmenjur,

Dr. Ir. Gator Priowirjanto
NIP 130675814

DAFTAR ISI

| | Hala |
|--|------|
| KATA PENGANTAR | |
| DAFTAR ISI | |
| PETA KEDUDUKAN MODUL | |
| PERISTILAHAN | |
| I PENDAHULUAN | |
| A. Deskripsi | |
| B. Prasyarat | |
| C. Petunjuk Penggunaan Modul | |
| D. Tujuan Akhir | |
| E. Standar Kompetensi..... | |
| F. Cek Kemampuan | |
| II PEMBELAJARAN | |
| A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT..... | |
| B. KEGIATAN BELAJAR | |
| KEGIATAN BELAJAR 1 SISTEM REFRIGERASI | |
| A. Tujuan Kegiatan | |
| B. Uraian Materi | |
| C. Rangkuman 1 | |
| D. Tugas 1 | |
| E. Test Formatif 1 | |
| F. Jawaban Test Formatif 1 | |
| KEGIATAN BELAJAR 2 | |
| A. Tujuan Kegiatan | |
| B. Uraian Materi | |
| C. Rangkuman 2 | |
| D. Tugas 2 | |

| | |
|-----|-------------------------------|
| E. | Test Formatif 2 |
| F. | Jawaban Test Formatif 2 |
| G. | Lembar Kerja Praktek..... |
| III | EVALUASI |
| IV | PENUTUP |
| | DAFTAR PUSTAKA |
| | LAMPIRAN |

PERISTILAHAN

1. Psikrometrik: Disiplin ilmu yang mempelajari sifat dan karakteristik udara
2. Proses Tata Udara: proses mengkondisi udara ruang untuk keperluan kenyamanan hunian dan untuk penyimpanan makanan.
3. Kandungan uap air: salah satu unsur gas yang dimiliki udara atmosfer.
4. %RH: Perbandingan jumlah kandungan uap air di udara dengan jumlah uap air maksimal.
5. Suhu Titik Embun Batas Suhu permukaan di mana uap air mulai mengembun pada permukaannya.
6. Suhu Bola Kering Terjemahan dari Dry Bulb Temperature
7. Suhu Bola Basah Terjemahan dari Wet Bulb Temperature
8. Panas sensibel Jumlah energi panas yang diperlukan untuk merubah suhu
9. Panas Laten Jumlah energi panas yang diperlukan untuk merubah wujud
10. PSI Satuan tekanan imperial, pound per square inches
11. kPa Satuan Tekanan, kilo Pascal
12. Tabung Bourbon instrumentasi fisik untuk mengukur tekanan
13. Chart Psikrometrik Chart yang memuat parameter dan sifat udara atmosfer
14. rpm Rotasi per menit

I. PENDAHULUAN

DESKRIPSI MODUL

Modul berjudul *Komponen Kontrol Refrigerasi/Air Handling* ini menyangkut beberapa aspek dan fungsi operasi sistem refrigerasi dan tata udara, meliputi : fungsi mengatur dan mengontrol kondisi ruang , fungsi proteksi dan perlindungan dan fungsi operasi yang ekonomis. Modul merupakan penjabaran dari standar kompetensi K.SCR.01 yaitu Memelihara dan Memperbaiki sistem kontrol refrigerasi / air handling, sub kompetensi K.SCR.01.1 yaitu Memasang/mengganti sistem kontrol refrigerasi/air handling. Modul ini merupakan modul nomor 1 dari 2 modul yang tersedia.

Total alokasi untuk menyelesaikan modul ini adalah 80 jam.

Pada unit ini anda akan belajar tentang berbagai fungsi kontrol yang diterapkan pada mesin refrigerasi dan tata udara. Dalam modul ini semua fungsi pengontrolan tersebut akan dibahas secara tuntas.

Tujuan modul ini adalah memberi anda pemahaman yang memadai dan rincian tentang fungsi kontrol refrigerasi dan tata udara, bersamaan dengan itu akan dijelaskan pula tentang komponen kontrol yang digunakan..

PRASYARAT

Kemampuan awal yang dipersyaratkan untuk mempelajari modul ini adalah mempunyai kemampuan untuk menangani pemeliharaan pencegahan pemeriksaan/pengaturan pada peralatan refrigerasi dan tata udara domestik dan komersial.

PETUNJUK MENGGUNAKAN MODUL

Penyajian Modul ini dibagi ke dalam empat bab, yaitu Bab pertama berisi Pendahuluan, yang memuat deskripsi singkat tentang materi dan tujuan modul, petunjuk menggunakan modul, tujuan akhir dan kompetensi yang ingin dicapai, dan pengecekan kemampuan anda. Bab dua berisi Pembelajaran yang harus dilakukan oleh pengguna modul, meliputi tujuan kegiatan pembelajaran, uraian materi dan rangkuman serta tugas-tugas yang harus dikerjakan, kemudian tes formatif dan kunci jawabannya serta lembaran kerja. Bab tiga berisi evaluasi terhadap pencapaian tujuan.

Petunjuk bagi siswa:

Untuk dapat dinyatakan lulus, anda harus:

- (a) Menjawab semua pertanyaan dengan benar
- (b) Menyelesaikan semua lembaran kerja yang tersedia dengan benar
- (c) Melakukan tugas praktek secara tepat.
- (d) Mendefinikan semua terminology (istilah) yang digunakan dengan benar

Aktivitas yang harus dilakukan siswa adalah:

1. Membaca dan mempelajari bahan referensi
2. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan
3. Meminta pelatih/instructor untuk memeriksa respon saudara
4. Menyelesaikan semua Tes formatif
5. Menyelesaikan evaluasi
6. Sampaikan hasil kegiatan saudara ke guru/pelatih untuk diperiksa dan mendapatkan feed back.

Perlengkapan yang harus disiapkan adalah :

1. Triner Commercial Refrigeration
2. Trainer Industrial Refrigeration
3. Peralatan Ukur/uji

TUJUAN AKHIR

Setelah menyelesaikan modul ini, anda harus mampu :

- (i) Menjelaskan berbagai fungsi kontrol pada sistem refrigerasi dan atat udara
- (ii) Menjelaskan komponen kontrol pada sistem refrigerasi dan tata udara
- (iii) Membaca diagram kontrol
- (iv) Mengatur Kondisi Ruang sesuai kebutuhan
- (v) Menguji Komponen Kontrol

STANDAR KOMPETENSI

| | |
|-------------------------|---|
| Kode Kompetensi : | M.SCR.01 |
| Kode Sub Kompetensi : | M.K.SCR.01.1 |
| Sub Kompetensi : | Memasang/mengganti sistem kontrol refrigerasi/air handling |
| Krtiteria Unjuk Kerja : | Prinsip dasar sistem dan diagram kontrol refrigerasi/air handling diinterpretasi dan dipahami Komponen dan rangkaian kontrolnya diidentifikasi dan diperiksa kesesuaiannya dengan spesifikasi Urutan pemasangan dilaksanakan sesuai spesifikasi pabrikan mengikuti prosedur standar |
| Ruang Lingkup : | Unit ini mencakup pemeliharaan dan perbaikan sistem kontrol refrigerasi/air handling. Pekerjaan ini dapat dilakukan secara mandiri atau dalam team kerja. Menginterprestasi gambar dan diagram sistem kontrol refrigerasi/air handling dan menerapkan prosedur dasar palacakan gangguan dan menggunakan peralatan uji dan service untuk mendiagnosa gangguan yang timbul. Melakukan perbaikan baik kerusakan pada komponen dan piranti kontrolnya |
| Pengetahuan : | Menjelaskan prinsip dasar sistem kontrol refrigerasi/air handling Mengintrepretasi diagram kontrol refrigerasi/air handling Menjelaskan cara pemasangan komponen dan piranti kontrol sistem refrigerasi/air handling |

| | |
|----------------|--|
| Keterampilan : | Menggunakan peralatan uji dan peralatan ukur untuk menentukan performa komponen dan piranti kontrol refrigerasi/air handling Melakukan pemasangan/penggantian komponen dan piranti kontrol refrigerasi/air handling |
| Sikap : | Menggunakan acuan standar yang berlaku dalam melakukan setiap kegiatan pengujian sistem dan komponen refrigerasi industrial. Hanya bekerja sesuai dengan tanggung jawabnya Mengambil keputusan dalam menetapkan tindakan pengujian berdasarkan analisa data yang akurat. |
| Kode Modul : | M.K.SCR.01.1 / 16 |

CEK KEMAMPUAN

Gunakan table berikut ini untuk mengukur apakah anda telah memahami masalah pemeliharaan kompresor yang diperlukan sebagai pengetahuan pendukung untuk dapat memperoleh kompetensi utama dalam pemeliharaan sistem refrigerasi industrial

| SUB KOMPETENSI | KUK | YA | TIDAK | KET |
|--|---|----|-------|-----|
| Memasang/mengganti system kontrol refrigerasi/air handling | <p>Prinsip dasar sistem dan diagram kontrol refrigerasi/air handling diinterpretasi dan dipahami</p> <p>Komponen dan rangkaian kontrolnya diidentifikasi dan diperiksa kesesuaiannya dengan spesifikasi</p> <p>Urutan pemasangan dilaksanakan sesuai spesifikasi pabrikan mengikuti prosedur standar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Prinsip kontrol refrigerasi dan tata udara dijelaskan dengan benar2. Konstruksi komponen kontrol dijelaskan dengan benar3. sirkit diagram kontrol refrigerasi dan tata udara dijelaskan dengan benar4. Unjuk kerja komponen kontrol refrigerasi dan tata udara diuji dengan menggunakan peralatan standar5. Komponen kontrol dilepas/dipasang sesuai prosedur | | | |

II. PEMBELAJARAN

1. RENCANA BELAJAR SISWA

Penyajian Modul ini dibagi ke dalam dua Kegiatan Belajar. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan Lembaran Kerja yang berupa pertanyaan-pertanyaan (review questions) yang harus dijawab setelah selesai membaca masukan (text) yang relevan dan menyelesaikan tes formatif serta mengerjakan tugas praktek. yang diberikan.

Pembelajaran pada modul ini diorganisasi sebagai berikut

| Kegiatan Belajar | Aktivitas Siswa | Pencapaian | Tanggal |
|---|--|------------|---------|
| 2. Memahami fungsi kontrol refrigerasi dan tata udara | Lembaran Informasi Tugas Tes Formatif | | |
| 3. Melepas/memasang komponen Kontrol refrigerasi dan tata udara | Lembaran Informasi Tugas Kerja Praktek Tes Formatif | | |
| 3. Evaluasi | | | |

4. KEGIATAN BELAJAR

Dalam rangka mempermudah pengguna modul menguasai kompetensi sesuai tujuan akhir modul ini, maka disajikan serangkaian pengalaman belajar yang diorganisasikan dalam dua kegiatan belajar, yaitu : Masalah kompresor dan cara menguji kompresor.

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1

Setelah menyelesaikan unit ini anda harus mampu menjelaskan berbagai fungsi kontrol pada peralatan refrigerasi dan tata udara untuk berbagai keperluan.

b. Uraian Materi 1

1. Fungsi Kontrol Sistem Refrigerasi dan Tata Udara

Suatu unit air conditioning memerlukan sistem pengontrolan secara otomatis agar dapat beroperasi dengan efektif dan aman serta ekonomis sesuai kebutuhan. Pada prinsipnya sistem pengontrolan ini harus mampu memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk keperluan otomatisasi proses meliputi tiga kategori fungsi sebagai berikut, yaitu (I) fungsi mengatur dan mengontrol kondisi ruang (space), (ii) fungsi proteksi dan perlindungan dan (iii) fungsi operasi yang ekonomis.

1.1. Fungsi mengatur kondisi ruang

Agar sistem pengontrolan yang digunakan dapat melaksanakan fungsi ini maka diperlukan alat deteksi dan aktuasi yang akan memonitor kondisi ruang setiap saat melalui berbagai alat deteksi yang digunakan dan kemudian mengadakan pengaturan seperlunya untuk mencapai kondisi yang diinginkan melalui peralatan aktuasi yang digunakan. Peralatan deteksi dan aktuasi tersebut antara lain thermostat, humidistat, damper, katub dan relai). Peralatan tersebut dapat beroperasi secara elektrik dengan menggunakan energi listrik, dapat pula secara pneumatik menggunakan kekuatan udara tekan dan secara elektronik dengan menggunakan bahan semi konduktor dan mikroelektronik berbasis komputer.

Peralatan deteksi dan aktuasi yang digunakan akan berkolaborasi untuk menjaga kondisi suhu dan kelembaban udara ruang senantiasa tetap berada pada titik tertentu sesuai keinginan dan perencanaan. Variable yang dideteksi dan dikontrol meliputi suhu, tekanan, jumlah udara dan kualitas udara, refrigeran dan uap air. Selain itu juga harus dapat mengontrol siklus kompresor ,burner (boiler) atau heater secara pasti (ON/OFF) sesuai kebutuhan beban.

1.2. Fungsi Proteksi dan Perlindungan

Sistem pengontrolan yang digunakan harus mampu memberikan fungsi proteksi dan pengaman untuk mencegah mesinnya sedini mungkin terhadap bahaya kerusakan fatal. Dalam hal ini sistem kontrol yang digunakan harus mampu mencegah terjadinya suhu tinggi atau suhu yang berlebihan dan bahaya kebakaran. Sebagai contoh Oil pressure control, Suction pressure regulator, limit switch, motor overload protection dan smoke detector.

1.3. Fungsi Operasi Ekonomis

Sistem kontrol yang digunakan harus mampu menjaga operasi mesin pada tingkat yang paling ekonomis dengan mengatur konsumsi energi yang digunakan pada waktu ke waktu disesuaikan dengan kebutuhan beban. Misalnya konsumsi air, bahan bakar atau tenaga listrik yang dikonsumsi pada saat beban air conditioning turun di bawah desain nominalnya. Untuk itu kompresornya harus dilengkapi dengan sistem kontrol kapasitas misalnya dengan menggunakan alat yang disebut : Auto Unloader, Hot gas Bypass, damper dan step controller.

Pada gedung-gedung bertingkat tinggi untuk pemakaian komersial sering menggunakan sistem kontrol dengan mikrokontroler yang berbasis komputer (Building Automation System) untuk keperluan peningkatan upaya konservasi (hemat) energi.

Kontrol yang terprogram melalui perangkat komputer (misalnya dengan PLC atau Programmable Logic Control) sering digunakan untuk mengontrol dan memonitor kondisi ruang demi ruang setiap saat untuk menghasilkan operasi sistem yang ekonomis tanpa mengurangi kebutuhan kualitas yang diperlukan.

Menurut aksi spesifik yang dilakukan maka fungsi sistem kontrol dapat diklasifikasikan sebagai berikut yaitu sebagai pengontrol Starting, pengontrol operasi dan pengontrol kondisi ruang.

1.4. Fungsi Starting/Stopping

Pengontrol starting dapat berupa sistem kontrol tunggal (operasi on/off) tidak tergantung sistem lainnya atau dapat berupa operasi sekuen yang melibatkan lebih dari sistem aktuasi (misalnya motor kompresor, pompa air dan fan) secara interlock.

1.5. Fungsi Pengontrol Operasi

Pengontrol operasi pada prinsipnya mengontrol operasi mesin pada tingkat yang paling efektif dan aman. Sistem kontrol ini dapat mencegah mesin dari bahaya kerusakan fatal dengan melindunginya terhadap adanya suhu dan tekanan yang berlebihan dan bahaya kebakaran. Sistem kontrol ini dapat berfungsi sebagai pengontrol kapasitas pada saat mesin sedang bekerja atau pada saat starting sehingga diperoleh operasi yang ekonomis. Misalnya High - Low Pressure control, time delay relay, freeze protection, temperature limit control dan compressor capacity control.

1.6. Fungsi Pengontrol Kondisi Ruang

Pengontrol ini berfungsi sebagai pengatur kondisi ruang. Sistem kontrol yang digunakan harus mampu mendeteksi kondisi di dalam ruang dari waktu ke waktu meliputi suhu, tekanan dan kelembaban udara dalam ruang dan selanjutnya melakukan berbagai pengaturan untuk menjaga kondisi ruang tetap berada pada batas-batas perencanaannya.

Sistem Kontrol untuk AC rumah tinggal (residential)

Air conditioner untuk keperluan rumah tinggal (residential system) biasanya hanya memerlukan sistem kontrol yang sederhana, yaitu switch manual yang dipadu dengan room thermostat dan timer switch untuk mengontrol suhu ruang. Peralatan kontrol lainnya baik untuk starting maupun untuk operasional biasanya merupakan bagian integral dari unitnya sesuai desain pabrikannya. Unit kontrol untuk starting diatur oleh thermostat yang akan mengoperasikan suatu relai atau kontaktor. Relai atau kontaktor tersebut kemudian akan memberi penguatan kepada unit aktuasinya misalnya kompresor, fan, katup dan pompa. Sedang unit kontrol operasinya akan memberikan fungsi proteksi terhadap adanya suhu dan tekanan yang abnormal baik pada sisi tekanan rendah atau tekanan tingginya.

Ada pula peralatan kontrol lain yang kadangkala ditambahkan oleh pabrikannya yang bertujuan lebih memberikan fungsi kenyamanan dan kemudahan pemakainya. Berikut ini diberikan beberapa konfigurasi sistem kontrol yang banyak digunakan :

- (i) Kombinasi sistem kontrol untuk operasi cooling dan heating yang diterapkan pada unit AC Split dengan menggunakan selector switch manual. Thermostatnya dilengkapi dengan timer switch agar dapat mengontrol operasi sistem sesuai waktu yang diinginkan misalnya pada waktu malam hari (night set back) dan selanjutnya dapat kembali ke operasi day time.
- (ii) Kombinasi sistem kontrol yang lebih lengkap untuk operasi cooling dan heating yang menggunakan pengaturan 3 posisi, yaitu “On - Off - Auto”.
- (iii) Humidistat yang dikombinasikan dengan humidifyer untuk menjaga tingkat kelembaban relatif udara tetap berada pada batas-batas perencanaannya.

Sistem Kontrol AC Komersial

Seperti halnya pada AC residential, unit AC komersial berskala rendah dan sedang yang umumnya didesain dalam bentuk unit paket (packaged system) juga menggunakan switch manual yang dipadu dengan thermostat untuk mengontrol operasi cooling dan heating. Unit kontrol operasinya terdiri dari High - Low Pressure Protection, Motor Winding Protection, Time Delay Relay, Head Pressure Control dan Burner Control.

Sistem Kontrol untuk Central Station

Untuk menangani kebutuhan ruang yang dikondisi pada bangunan besar dan bertingkat biasanya lebih ekonomis bila menggunakan Central Station. Suatu central station dapat dibangun baik dengan sistem langsung (direct expansion refrigerant) atau dengan sistem tak langsung (chilled water) untuk memenuhi kebutuhan operasi coolingnya. Pada sistem ini biasanya dilengkapi pula dengan boiler yang memproduksi uap untuk keperluan heating ataupun untuk keperluan humidifying.

Operasi cooling dan heating dapat dikontrol secara manual ataupun otomatis bahkan full automatic, terprogram yang berbasis komputer. Air Handling Unit (AHU) yang mengatur distribusi udara ke ruang dilengkapi dengan damper untuk mengatur jumlah aliran udara, baik udara kembali atau udara luar dan dilengkapi pula dengan berbagai katub untuk mengatur chilled water atau uap.

Damper dan katub dikontrol oleh alat deteksi suhu yang terletak di dalam ruang atau di dalam duct. Biasanya kompresornya dilengkapi dengan sistem pengontrol kapasitas yang berupa sistem auto Unloader atau dengan sistem Hot Gas Bypass. Semua peralatan kontrolnya bekerja secara interlock untuk menghasilkan operasi otomatis. Biasanya peralatan kontrolnya dipilih dari sistem pneumatik yang menggunakan udara tekan sebagai tenaga penggerakannya.

Dilihat dari cara peralatan kontrol itu bekerja dan dari jenis tenaga yang digunakan, maka peralatan kontrol dapat dibedakan menjadi 4 klasifikasi, yaitu:

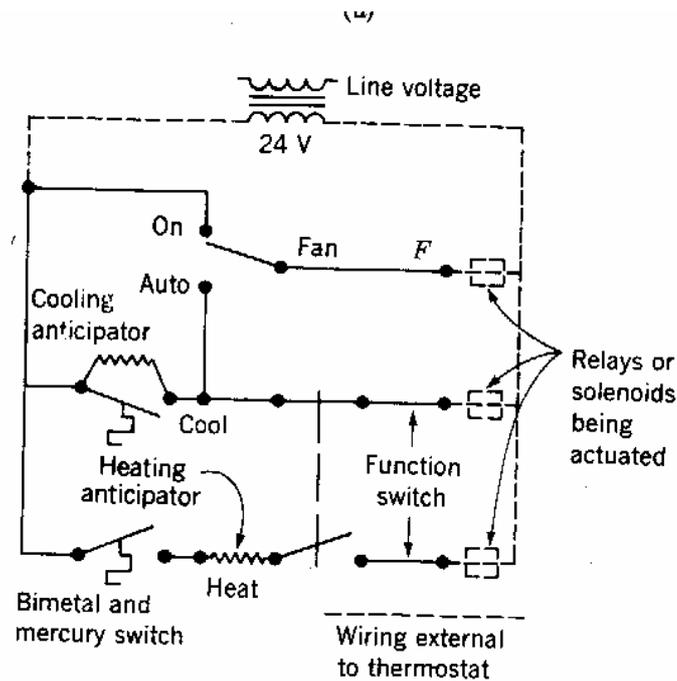
- (i) sistem kontrol elektrik,
- (ii) sistem kontrol pneumatik,
- (iii) sistem kontrol elektronik dan
- (iv) sistem kontrol fluidik.

Banyak sistem kontrol yang menggunakan kombinasi dari sistem tersebut di atas. Misalnya sistem pendeteksiannya menggunakan sistem elektronik sedang

sistem aktuasinya menggunakan sistem elektrik untuk mengontrol damper atau katub. Atau adapula suatu controller yang menggunakan sistem fluidik dan aktuasi damper menggunakan sistem pnumatik. Kontrol starting dan sebagian besar kontrol operasi banyak menggunakan sistem elektrik.

Sistem Kontrol Elektrik

Peralatan kontrol yang digunakan pada sistem kontrol elektrik bekerja bila mendapat penguatan tenaga listrik. Untuk alasan keamanan operator atau pemakai maka digunakan jala-jala bertegangan rendah (24 volt). Sistem ini mendeteksi kondisi ruang, misalnya suhu dan tekanan fluida atau laju aliran berbagai medium untuk keperluan transfer panas.



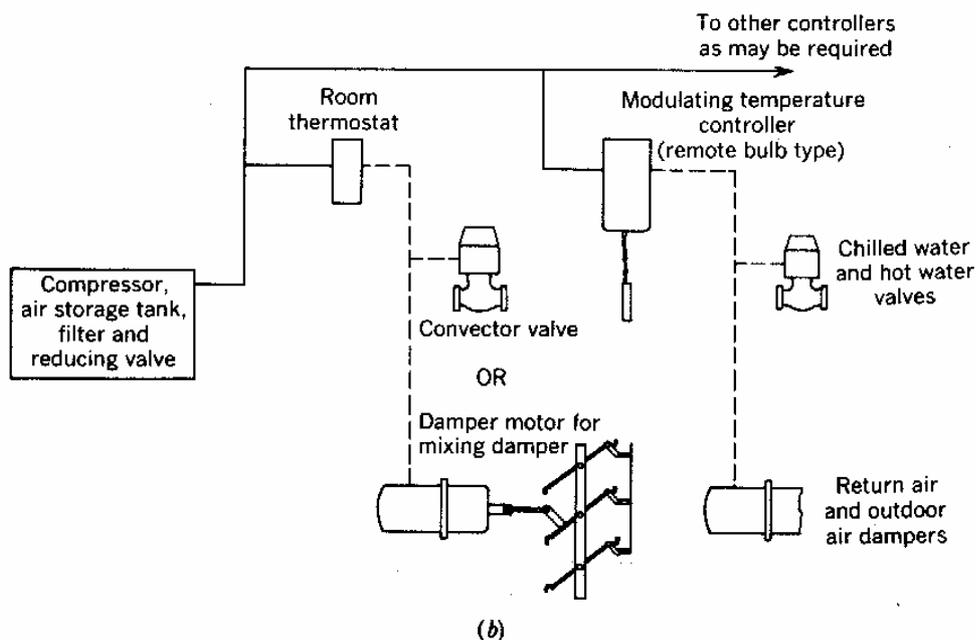
Gambar 1.1 Sistem Kontrol Elektrik

Peralatan kontrol ini akan menggerakkan suatu swith atau relai yang terhubung ke sistem kontrol starting atau sistem kontrol operasi untuk

mengontrol motor, boiler/burner, damper atau katub/solenoid. Banyak unit AC residential dan AC komersial yang menggunakan sistem kontrol elektrik. Sistem kontrol elektrik lebih simpel sehingga lebih murah dan lebih mudah perawatannya.

Sistem Kontrol Pnumatik

Berbagai peralatan deteksi dan aktuasi dapat dirancang dengan menggunakan sistem pnumatik yang menggunakan udara tekan dari kompresor udara sebagai tenaga penggerakannya. Tekanan kerja udara tekan dari kompresor yang diijinkan untuk keperluan kontrol pnumatik adalah 15 psi dan pendistribusiannya dilakukan melalui pipa tembaga.



Gambar 1.2 Sistem Kontrol Pnumatik

Ada 4 jenis komponen kontrol yang telah dirancang oleh pabrikannya untuk keperluan kontrol air conditioning yaitu:

- (i) Controllers (misalnya : Thermostat, pressure Regulator dan Humidistat)
- (ii) Controlled Devices (misalnya : Katub dan damper)
- (iii) Sistem distribusi udara
- (iv) Kompresor udara yang dilengkapi dengan filter, dryer dan stasiun penurun tekanan.

Gambar 1.2 memperlihatkan beberapa komponen yang digunakan dalam sistem kontrol pnumatik. Room thermostat mendeteksi kebutuhan cooling di dalam ruangan. Bila terpenuhi maka akan membuka katubnya secara proportional sehingga memungkinkan udara tekan dari kompresor (dengan variasi tekanan antara 3 sampai 13 psi) mengalir ke dan sekaligus mengoperasikan alat Convector Valve atau Mixing Damper Motor. Sedang remote bulb thermostat akan mendeteksi suhu chilled water dan kemudian mengontrol alat Mixing Valve atau mengoperasikan Damper Motor untuk mengontrol campuran udara.

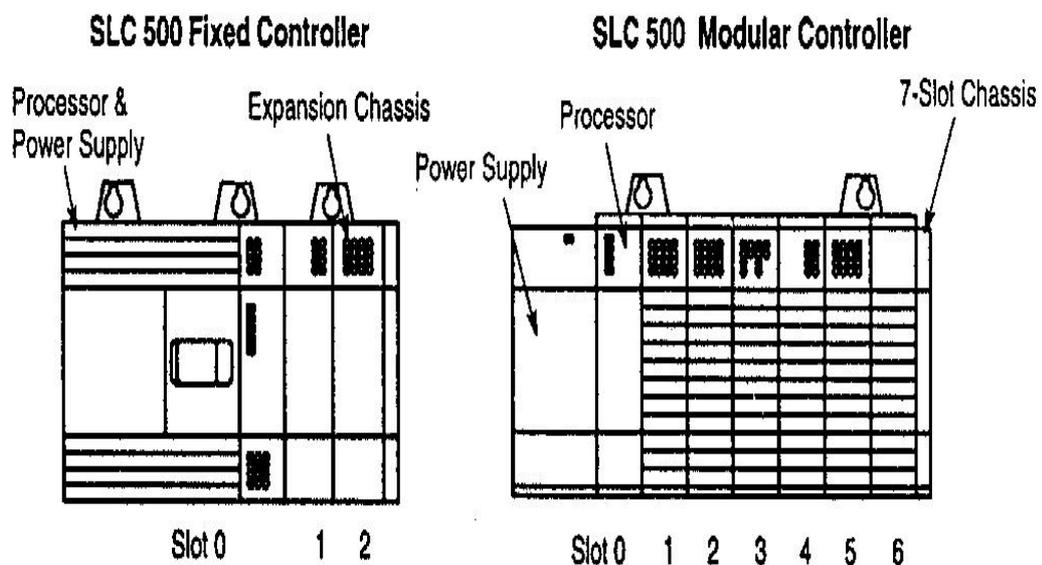
Sistem Kontrol Elektronik

Pada prinsipnya peralatan kontrol yang digunakan pada sistem kontrol elektrik, pnumatik dan elektronik adalah sama. Perbedaanya hanya pada tenaga yang digunakan untuk menggerakannya. Peralatan kontrol yang digunakan pada sistem kontrol elektronik menggunakan instrumen elektronik yang menghasilkan sinyal digital ataupun sinyal analog. Sinyal yang dihasilkan ini masih terlalu lemah untuk dapat menggerakkan suatu alat aktuasi (relay). Oleh karena itu perlu dilengkapi dengan suatu sistem penguat sinyal (amplifier) yang akan menguatkan sinyal deteksi tersebut sehingga akhirnya dapat digunakan untuk mengontrol peralatan aktuasi yang digunakannya.

Komponen kontrol yang telah dirancang oleh pabrikannya antara lain:

- (i) Controllers (misalnya : Thermostat, pressure regulator dan humidistat termasuk sirkit jembatan dan amplifiernya)
- (ii) Controoled device (misalnya : damper dan katub)
- (iii) Operator (misalnya motor penggerak dan katub operator)
- (iv) Elemen deteksi atau sensor (probe)

Kelebihan sistem kontrol elektronik adalah kemampuan mengukur dan mendeteksi secara cepat dan akurat (presisi). Komponen elektronik ini terbuat dari bahan semi konduktor (solid state) sehingga memudahkan untuk digabungkan dengan sistem kontrol dengan menggunakan mikroelektronik yang berbasis komputer (mikroprosesor chip). Sehingga memungkinkan membuat sistem kontrol secara terprogram misalnya dengan menggunakan PLC (Programmable Logic Control).



Gambar 1.3 Programmable Logic Control

c. Rangkuman 1

- i. Ada tiga kategori fungsi kontrol pada peralatan refrigerasi dan tata udara, yaitu (i) fungsi mengatur dan mengontrol kondisi ruang (space), (ii) fungsi proteksi dan perlindungan dan (iii) fungsi operasi yang ekonomis.
- ii. Variable yang dideteksi dan dikontrol meliputi suhu, tekanan, jumlah udara dan kualitas udara, refrigeran dan uap air.
- iii. Peralatan deteksi dan aktuasi yang lazim digunakan untuk maksud tersebut antara lain thermostat, humidistat, damper, katub dan relai). Peralatan tersebut dapat beroperasi secara elektrik dengan menggunakan energi listrik, dapat pula secara pneumatik menggunakan kekuatan udara tekan dan secara elektronik dengan menggunakan bahan semi konduktor dan mikroelektronik berbasis komputer.
- iv. Sistem kontrol harus dapat berfungsi sebagai proteksi, yakni harus mampu mencegah terjadinya suhu tinggi atau suhu yang berlebihan dan bahaya kebakaran. Sebagai contoh Oil pressure control, Suction pressure regulator, limit switch, motor overload protection dan smoke detector.
- v. Sistem kontrol harus dapat berfungsi ekonomis, yakni mampu menjaga operasi mesin pada tingkat yang paling ekonomis dengan mengatur konsumsi energi yang digunakan pada waktu ke waktu disesuaikan dengan kebutuhan beban.
- vi. Sistem kontrol harus dapat berfungsi sebagai pengontrol operasi, yakni mengontrol operasi mesin pada tingkat yang paling efektif dan aman. Sistem kontrol ini dapat mencegah mesin dari bahaya kerusakan fatal dengan melindunginya terhadap adanya suhu dan tekanan yang berlebihan dan bahaya kebakaran.

- vii. Air conditioner (AC) untuk keperluan rumah tinggal (residential system) hanya memerlukan sistem kontrol yang sederhana, yaitu switch manual yang dipadu dengan room thermostat dan timer switch untuk mengontrol suhu ruang. Peralatan kontrol lainnya baik untuk starting maupun untuk operasional biasanya merupakan bagian integral dari unitnya sesuai desain pabrikannya. Unit kontrol untuk starting diatur oleh thermostat yang akan mengoperasikan suatu relai atau kontaktor. Relai atau kontaktor tersebut kemudian akan memberi penguatan kepada unit aktuasinya misalnya kompresor, fan, katup dan pompa. Sedang unit kontrol operasinya akan memberikan fungsi proteksi terhadap adanya suhu dan tekanan yang abnormal baik pada sisi tekanan rendah atau tekanan tingginya.
- viii. AC komersial berskala rendah dan sedang yang umumnya didesain dalam bentuk unit paket (packaged system) juga menggunakan switch manual yang dipadu dengan thermostat untuk mengontrol operasi cooling dan heating. Unit kontrol operasinya terdiri dari High - Low Pressure Protection, Motor Winding Protection, Time Delay Relay, Head Pressure Control dan Burner Control
- ix. Untuk menangani kebutuhan ruang yang dikondisi pada bangunan besar dan bertingkat biasanya lebih ekonomis bila menggunakan Central Station. Suatu central station dapat dibangun baik dengan sistem langsung (direct expansion refrigerant) atau dengan sistem tak langsung (chilled water) untuk memenuhi kebutuhan operasi coolingnya. Pada sistem ini biasanya dilengkapi pula dengan boiler yang memproduksi uap untuk keperluan heating ataupun untuk keperluan humidifying.
- x. Dilihat dari cara peralatan kontrol itu bekerja dan dari jenis tenaga yang digunakan, maka peralatan kontrol dapat dibedakan menjadi 4 klasifikasi, yaitu: sistem kontrol elektrik, sistem kontrol pneumatik, sistem kontrol elektronik dan sistem kontrol fluidik

d. Tugas 1

1. Sebutkan fungsi pengontrolan pada mesin refrigerasi dan tata udara?

.....
.....
.....
.....
.....

2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan fungsi ekonomis dalam pengontrolan refrigerasi?

.....
.....
.....
.....
.....

3. Jelaskan prinsip pengaturan kondisi ruang?

.....
.....
.....
.....
.....

4. Jelaskan prinsip pengaturan operasi refrigerasi?

.....
.....
.....
.....
.....

5. Jelaskan prinsip pengaturan elektrik, elektronik dan pneumatik

.....
.....
.....
.....
.....

e. Test Formatif

Berilah Tanda Silang pada Pilihan Jawaban yang Paling Benar

5. Bila kapasitas pendinginan dari mesin refrigerasi tidak sesuai dengan beban pendinginan yang harus dipikulnya maka
 - d. setting suhu tidak tercapai
 - e. Siklus operasi sangat pendek
 - f. Kompresor sering mati-hidup (short cycling)
 - g. Benar semua

2. Thermostat adalah piranti
 - a. sensor
 - b. actuator
 - c. kontrol
 - d. benar semua

3. Fungsi thermostat adalah
 - a. pengatur dan pengontrol kondisi ruang
 - b. proteksi dan perlindungan
 - c. pengatur operasi yang ekonomis
 - d. Benar semua

4. Pernyataan berikut ini benar kecuali a.
 - a. Piranti kontrol dapat beroperasi secara elektrik dengan menggunakan energi listrik,
 - b. Piranti kontrol dapat menggunakan kekuatan udara tekan
 - c. Piranti kontrol dapat menggunakan bahan semi konduktor dan mikroelektronik berbasis komputer.
 - d. Benar semua

5. Sistem kontrol pada peralatan refrigerasi dan tata udara berfungsi sebagai
 - a. pengatur dan pengontrol kondisi ruang
 - b. proteksi dan perlindungan
 - c. pengatur operasi yang ekonomis.
 - d. Benar semua

6. Selain suhu, variable yang dideteksi dan dikontrol meliputi
 - a. tekanan,
 - b. jumlah udara dan kualitas udara,
 - c. refrigeran dan uap air.
 - d. Benar semua

7. Selain thermostat, Piranti deteksi dan aktuasi yang lazim digunakan untuk maksud tersebut antara lain
 - a. humidistat,
 - b. damper dan katub-katub
 - c. relai
 - d. Benar semua

8. Sistem kontrol harus dapat berfungsi sebagai proteksi, artinya
 - a. mampu mencegah terjadinya suhu tinggi atau suhu yang berlebihan
 - b. mampu menjaga suhu ruang konstan sesuai keinginan
 - c. mampu beroperasi secara ekonomis
 - d. a dan c benar

9. Unit kontrol operasinya AC Commercial antara lain terdiri dari
 - a. High - Low Pressure Protection,
 - b. Motor Winding Protection,
 - c. Head Pressure Control
 - d. Benar semua

10. Sistem refrigerasi dengan Sistem tak langsung
 - a. menggunakan chilled water
 - b. menggunakan dry expansion evaporator
 - c. menggunakan separator
 - d. Benar semua

11. Dilihat dari cara peralatan kontrol itu bekerja dan dari jenis tenaga yang digunakan, maka peralatan kontrol dapat dibedakan menjadi 4 klasifikasi, yaitu:
 - a. sistem kontrol elektrik,
 - b. sistem kontrol pnumatik,
 - c. sistem kontrol elektronik dan sistem kontrol fluidik
 - d. Benar semua

12. Sistem kontrol harus dapat berfungsi ekonomis, yakni
 - a. mampu menjaga operasi mesin pada tingkat yang paling rendah
 - b. mampu mengatur konsumsi energi yang digunakan pada waktu ke waktu disesuaikan dengan kebutuhan beban.
 - c. Mampu melindungi peralatan dari ketidaknormalanan operasi.
 - d. Benar semua

13. Boiler pada sistem tata udara berfungsi sebagai
 - a. memproduksi uap untuk keperluan heating
 - b. untuk keperluan humidifying.
 - c. untuk keperluan dehumidifying.
 - d. Benar semua

14. Untuk mencegah terjadinya tekanan yang berlebihan pada kondenser
 - a. Thermostat
 - b. Humidistat
 - c. High Pressure Switch
 - d. Low Pressure Switch

15. Pernyataan berikut ini benar kecuali

- a. Kelebihan sistem kontrol elektronik adalah kemampuan mengukur dan mendeteksi secara cepat dan akurat (presisi).
- b. Komponen elektronik ini terbuat dari bahan konduktor dan isolator
- c. Kontrol elektronik mudah untuk digabungkan dengan sistem kontrol dengan menggunakan mikroelektronik yang berbasis komputer (mikroprosesor chip).
- d. Memungkinkan menerapkan sistem kontrol terprogram dengan PLC

e. Kunci Jawaban

1. a
2. c
3. a
4. a
5. a
6. c
7. c
8. a
9. a
10. c
11. a
12. c
13. a
14. a
15. c

6. Kegiatan Belajar 2

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2

Setelah menyelesaikan unit ini anda harus mampu

1. Membaca sirkit diagram kontrol refrigerasi dan tata udara
2. Menguji komponen kontrol refrigerasi dan tata udara
3. Melepas dan memasang komponen kontrol refrigerasi dan tata udara.

b. Uraian Materi 2

Thermostat

Mesin refrigerasi dirancang agar dapat menghasilkan atau menyediakan efek pendinginan untuk menurunkan dan menjaga suhu ruang tetap berada pada batas yang direncanakan dengan tepat. Untuk dapat menghasilkan kondisi ruang seperti itu, maka mesin refrigerasi harus mempunyai kapasitas yang sama atau sedikit lebih besar dari pada kapasitas pendinginan rata-rata yang dipikulnya.

Tetapi bila mesin pendingin bekerja terus-menerus maka suhu ruang akan turun tak terkendali. Oleh karena itu dibutuhkan suatu peralatan kontrol yang dapat mengontrol siklus operasi sistem yang disebut thermostat. Pada unit tertentu penggunaan thermostat dikombinasikan dengan pengontrol waktu (timer switch).

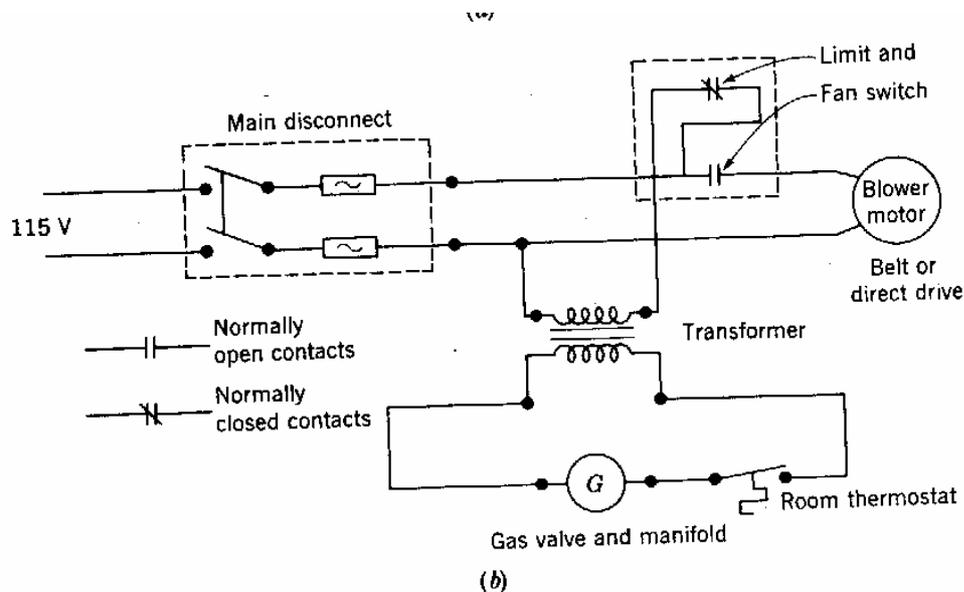
Thermostat dapat diletakkan di dalam ruang atau di dalam duct untuk mendeteksi suhu udara dan dapat pula diletakkan di dalam pipa untuk mendeteksi suhu air (chilled water). Bila thermostat diletakkan di dalam ruang maka ketinggiannya kurang lebih 4 atau 5 kaki dari lantai.

Terdapat banyak jenis thermostat yang telah dirancang oleh pabrikannya baik untuk keperluan kontrol elektrik, kontrol pneumatik dan kontrol elektronik. Thermostat dapat digunakan untuk operasi cooling atau pun operasi heating.

Electric Thermostat

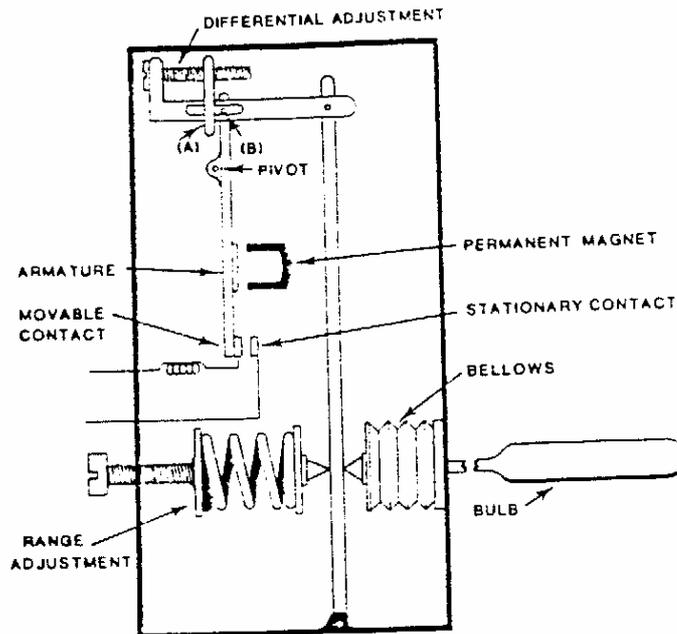
Electric Thermostat adalah thermostat yang digunakan pada sistem kontrol elektrik. Thermostat ini terdiri dari bimetal coil yang didesain sedemikian rupa sehingga bila ada perubahan suhu dapat menggerakkan bimetalnya (melengkung) dan kemudian gerakan bimetal ini digunakan untuk mengontrol mekanik membuka dan menutup kontak switch.

Ada pula yang menggunakan bulb sebagai sensor suhu. Heating thermostat akan membuka kontakannya bila suhu ruang naik, sedang cooling thermostat akan membuka kontak switch bila suhu ruang turun. Untuk membantu pergerakan bimetal yang lebih signifikan maka bimetalnya dilengkapi dengan sebuah electric heater. Switch untuk thermostat yang bekerja pada tegangan rendah (24 volt) biasanya merupakan mercury switch.



Gambar 2.1 Skematik Diagram Tipikal Sistem Kontrol Elektrik

Gambar 2.1 memperlihatkan skematik diagram tipikal sistem kontrol elektrik yang menggunakan electric thermostat. Thermostat ini akan mengontrol penguatan relay atau solenoid yang digunakan untuk mengontrol sistem. Titik pengaturan suhu yang dilakukan thermostat dibedakan menjadi dua yaitu "Cut In" dan "Cut Out" temperature.



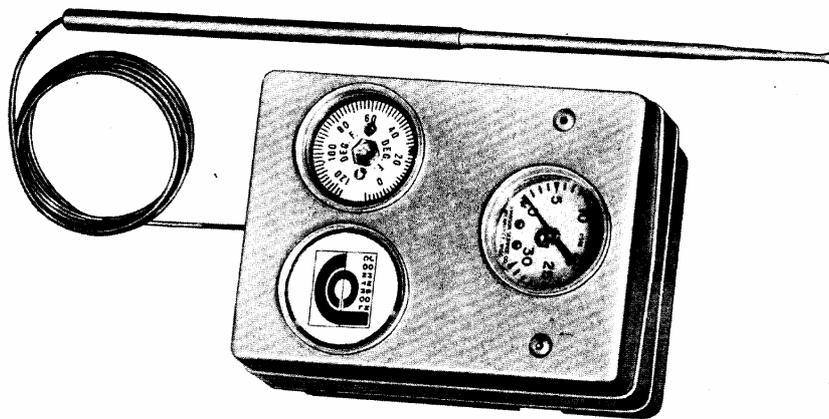
Gambar 2.2. Konstruksi Tipikal Elektrik Thermostat

1. Bulb, 2. Pipa kapiler, 3. Bellow, 4. Pegas, 5. Kontak bergerak, 6. Kontak diam, 7. Tombol.

Kerja pengatur suhu (thermostat) dipengaruhi oleh perubahan suhu yang diterima oleh alat sensor suhu (bulb) gas akan mengembang sebanding dengan suhunya. Perubahan suhu tersebut dapat menyebabkan gas, uap atau cairan di dalam pipa dan bulb mengembang atau menyusut, sehingga dapat menimbulkan tekanan pada bellow (diafragma) yang berubah-ubah. Perubahan tekanan di dalam bellow diubah menjadi gerakan linear untuk menggerakkan suatu kontak untuk membuka atau menutup. Di atas bellow ditempatkan pegas yang melawan tekanan bellow. Tekanan pegas dapat diatur melalui tombol yang ada di atasnya. Sehingga tekanan bellow pun akan mengikutinya yang berarti temperatur dari bulb yang dapat diatur.

Pnumatik Thermostat

Pnumatik thermostat juga menggunakan elemen bimetal sebagai sensor suhu. Pada desain lain kadang digunakan bulb yang berisi liquid refrigeran. Tenaga gerak yang ditimbulkan oleh elemen deteksinya digunakan untuk mengontrol port (katub) udara yang ada di dalam suatu sistem pemipaan udara tekan, sehingga udara tekan dari kompresor dapat mengalir secara proportional ke suatu alat aktuasi atau operator.

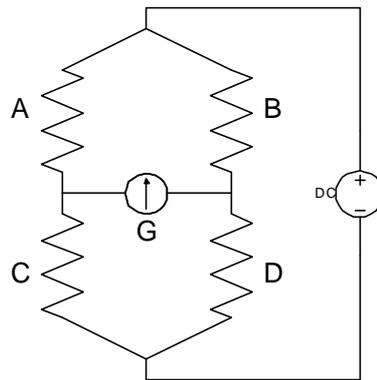


Gambar 2.3. Pnumatik Thermostat

Electronic Thermostat

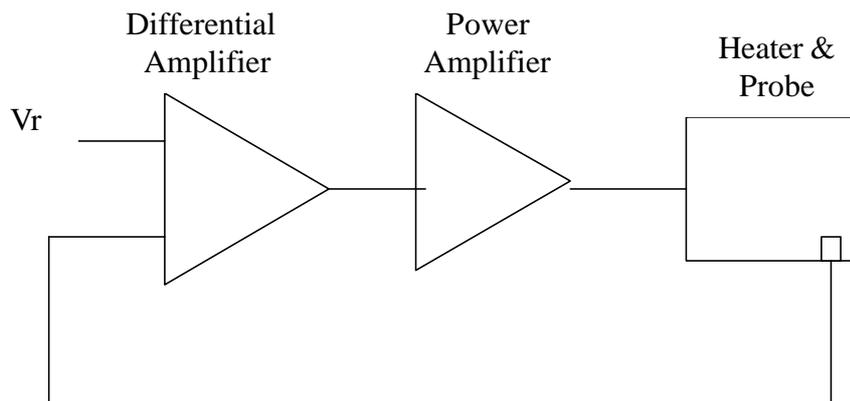
Electronic Thermostat menggunakan resistance thermometer untuk mendeteksi suhu. Resistance thermometer adalah elemen resistan yang sensitif terhadap perubahan suhu. Nilai resistannya akan berubah bila suhu juga berubah. Elemen resistan tersebut dihubungkan ke salah satu kaki sirkuit jembatan Wheat Stone.

Gambar 2.4 memperlihatkan sirkuit jembatan Wheat Stone. Jembatan Wheat Stone terdiri dari 4 resistor yang dihubungkan sedemikian sehingga membentuk sirkuit jembatan.



Gambar 2.4. Sirkuit Jembatan Wheat Stone

Bila perbandingan keempat resistannya : $A / B = C / D$ sama, maka tegangan outputnya menjadi nol. Dalam hal ini dikatakan jembatan dalam keadaan seimbang. Bila nilai resistansi A (elemen resistansi termometer) berubah akibat ada perubahan suhu maka menyebabkan jembatan tidak seimbang lagi dan akan muncul sinyal tegangan pada output sirkuit jembatannya. Tegangan sinyal output ini masih sangat lemah sehingga perlu mendapat penguatan (amplifier) terlebih dahulu sebelum ia dapat digunakan untuk menggerakkan suatu relay.



Gambar 2.5. Blok Diagram tipikal electronic thermostat

Pengaturan (setting) Thermostat

Thermostat mempunyai batas cut in dan cut out tertentu. Perbedaan antara batas cut in dan cut out tergantung dari pengaturan differensialnya. Besar kecilnya differensial tergantung pada penggunaan dan lokasi alat sensor suhu (bulb).

Dalam banyak hal, bila bulb dijepitkan pada evaporator, sehingga temperatur pendinginan dideteksi secara langsung oleh temperatur evaporator, maka dalam kasus ini pengaturan differensial harus besar untuk menjaga adanya "Short Cycling" pada kompresor. Biasanya differensial diatur $8^{\circ} - 10^{\circ}\text{C}$. Untuk kasus lain bisa $1^{\circ} - 2^{\circ}\text{C}$ atau $4^{\circ} - 5^{\circ}\text{C}$, tergantung penempatan bulb.

Pengaturan thermostat ada 3 macam : (I) pengaturan range dan (ii) pengaturan diferensial.

Pengaturan Range

Mengatur range adalah cara pengaturan cut in dan cut out thermostat yang menghasilkan daerah pengaturan amplitudo. Cut on dan cut off akan kembali bersamaan tetapi dengan differensial yang tetap sama. Biasanya pada baut pengaturan range ada petunjuk arah putaran baut pengatur range yang memberikan pengaturan sebagai berikut :

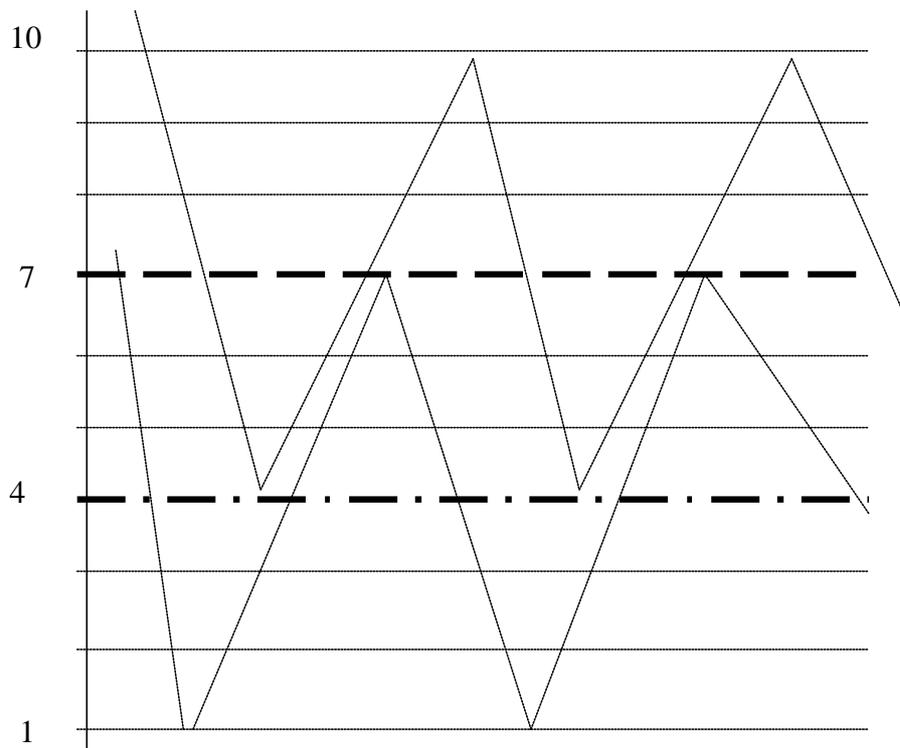
- (i) Memutar baut searah jarum jam -- suhu kerja naik
- (ii) Memutar baut range melawan jarum jam -- suhu kerja turun
- (iii) Memutar baut range satu putaran akan mengubah suhu kerja antara $5^{\circ} - 8^{\circ}\text{C}$

Pengaturan Diferensial

Fungsi utama thermostat adalah menjalankan motor kompresor baik suhu pendinginan meningkat (naik) pada batas tertentu. Batas ini disebut "Cut in" temperatur setting dan menghentikan motor kompresor saat suhu pendinginan mencapai titik terendah sesuai pengaturannya titik suhu terendah ini disebut "Cut on" temperatur setting. Mengatur differensial adalah mengatur kerja thermostat atau mengatur perbedaan titik cut in dan titik cut out. Perbedaan (differensial) ini tergantung pada aplikasi atau kondisi pendinginannya. Meskipun begitu perlu berhati-hati waktu melakukan pengaturan ini sebab bila perbedaan ini terlalu kecil maka sistemnya akan dapat mengalami "short cycle".

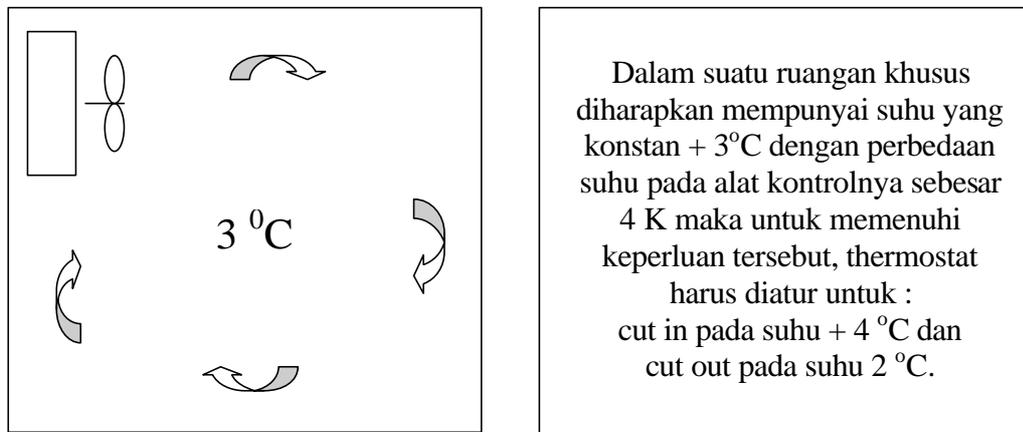
Short cycle adalah selang waktu cut in dan cut out yang sangat singkat sehingga kerja kompresor terputus-putus. Hal ini dapat membahayakan kompresor. Namun bila perbedaan ini terlalu besar maka temperatur pendinginan akan meningkat menjadi tinggi sebelum terjadi cut in. Hanya dengan banyak berlatih maka akan dapat menentukan differensial yang tepat sesuai keinginan pada setiap kondisi yang berbeda. Memutar baud differensial ke dalam, differensial makin kecil dan memutar baud differensial ke luar, differensial makin besar.

Thermostat diatur pada cut in + 7°C dan 1°C cut out dengan differensial 6 K. Thermostat ini dapat diubah rangenya menjadi lebih tinggi atau lebih rendah sesuai keinginan kita, misalnya diubah menjadi + 10°C cut in dan + 4°C cut out tanpa merubah differensialnya.

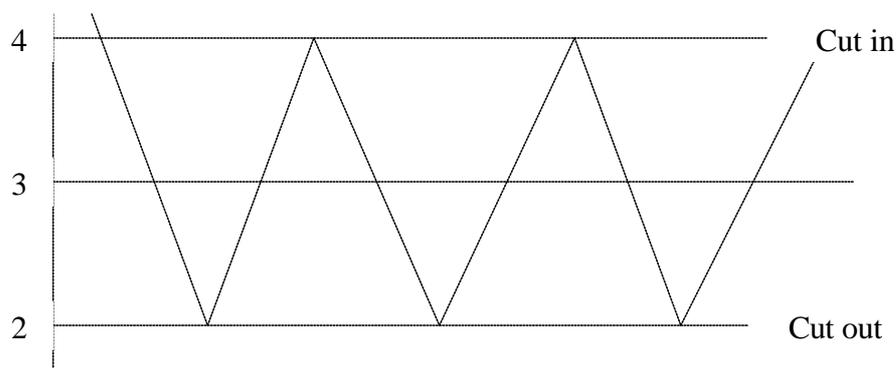


Gambar 2.6. Pengaturan Thermostat

Berikut ini diberikan suatu contoh kasus dari suatu unit tata udara, sebagai berikut:



Penentuan setting thermostat dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan temperatur rata-rata yang harus dipertahankan tetap konstan dan juga keinginan atau keperluan untuk mempunyai temperatur maksimum dan minimum yang dikehendaki. Bila hal ini sudah didapatkan maka differensial dapat dihitung. Sebaliknya bila differensialnya yang diketahui, maka untuk menghitung setting thermostatnya (cut in) dapat dilakukan dengan membagi dua nilai differensial tersebut dan kemudian menambahkannya dengan temperatur rata-rata yang diinginkan dan kemudian mengurangkannya untuk menentukan cut out temperaturnya.



Gambar 2.7. Grafik Suhu

Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan saat menentukan pengaturan thermostat adalah :
(I) Jenis evaporator yang dipakai, (ii) Perbedaan temperatur yang diinginkan antara evaporator dan ruangan yang didinginkan (TD) dan (iii) Jenis atau cara detrost

Berikut ini diberikan tabel perbedaan temperatur evaporator dan ruangan yang didinginkan (TD).

| Jenis Evaporator | T D |
|------------------|------|
| Bare Tupe | 16 K |
| Cross Fin | 14 K |
| Forced Draft | 8 K |
| Flooded | 3 K |

Pemilihan Thermostat

Pemilihan Thermostat hendaknya memperhatikan faktor-faktor berikut ini:

- (i) Temperatur maksimum dan minimum yang dapat dicapai
- (ii) Jenis medium pendinginan misalnya udara, air, minuman
- (iii) Differensial yang dibutuhkan.

Bila ketiga faktor ini sudah diketahui maka tinggal mencari spesifikasi yang sesuai di dalam katalog yang ada. Pilihlah thermostat yang karakteristik pengaturan temperaturnya mendekati kondisi temperatur yang diharapkan.

Misalnya : Sebuah ruangan ingin dipertahankan mempunyai suhu 3°C.

Dimana : cut in thermostat = 4°C
 cut out thermostat = -6°C
 differensial = 10 K

maka pilihlah thermostat yang ada dikatalog yang mendekati harga-harga tersebut diatas yaitu : thermostat RT₂ (lihat katalog).

Range = -25°C + 15°C

Diff = 5 K sampai 18 K

Pemasangan Thermostat

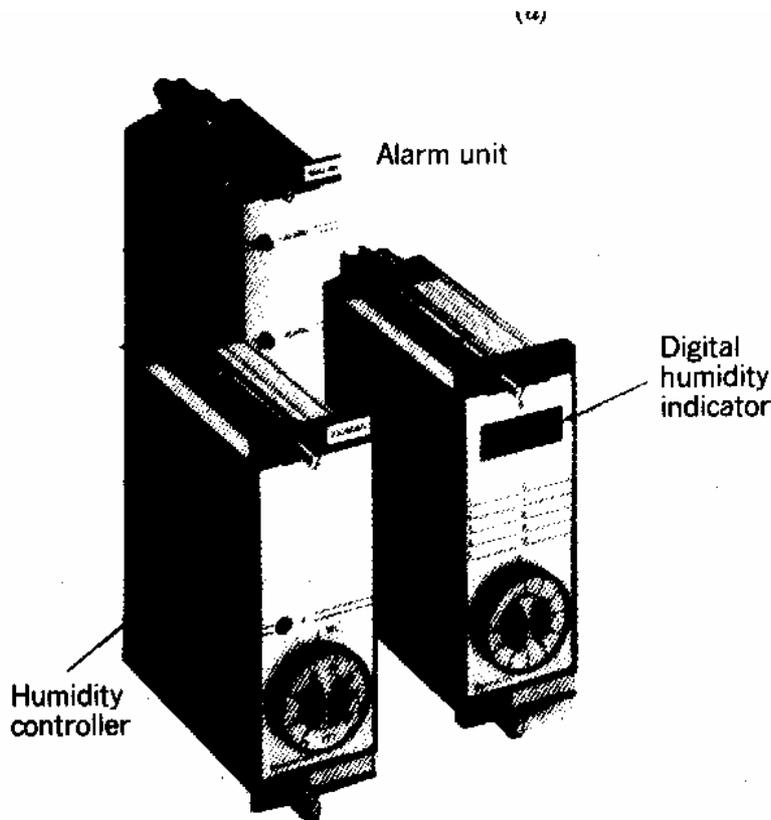
Ada 2 hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan thermostat, yaitu pemasangan thermo switchnya dan pemasangan sensor suhunya. Pada prinsipnya pemasangan thermoswitchnya dapat diletakkan di mana saja asal memudahkan operator untuk mencapainya. Kontak thermo switch-nya terdiri dari kontak NO (normally open) dan NC (normally closed). Untuk keperluan kontrol operasi biasanya digunakan kontak NO.

Sensor thermonya diletakkan di dalam ruang cabinet dengan ketinggian 1 atau 1,5 meter. Usahakan meletakkannya pada lokasi di mana produk yang disimpan diletakkan.

Humidistat

Humidistat adalah peralatan pengontrol kelembaban udara (humidity). Prinsip kerja alat ini sama seperti thermostat tetapi peralatan sensornya lebih peka terhadap perubahan kelembaban udara dari pada perubahan temperatur. Perubahan kelembaban udara akan menyebabkan terjadinya perubahan panjang dari elemen sensor yang digunakan. Alat sensor humidistats biasanya digunakan : rambut, kertas, kayu, nylon atau zat lain yang mempunyai sifat peka terhadap kelembaban udara.

Selanjutnya perubahan panjang yang diakibatkan oleh perubahan kelembaban udara digunakan untuk menggerakkan kontak listrik membuka atau menutup untuk sistem kontrol elektrik dan menggerakkan mekanik pumbuka/penutup port udara pada sistem kontrol pnumatik serta merubah nilai resistan dari elemen sensor yang digunakan pada sistem kontrol elektronik.. Peralatan pengontrol humidistats digunakan dalam sistem tata udara untuk mengatur kelembaban udara di dalam ruangan.



Gambar 2.8 Humidistat

Pressure Control

Seperti telah diketahui bahwa sistem pengendalian yang digunakan harus mampu memberikan fungsi proteksi dan pengaman untuk mencegah mesin (sedini mungkin) terhadap bahaya kerusakan fatal. Dalam hal ini sistem kontrol yang digunakan harus mampu mencegah terjadinya suhu tinggi atau suhu yang berlebihan dan bahaya kebakaran. Sebagai contoh High - Low Pressure Control, Oil pressure control, Suction pressure regulator, limit switch, motor overload protection dan smoke detector.

Pengendalian motor untuk keperluan proteksi dengan memanfaatkan tekanan refrigerant dalam unit pendingin dibedakan :

- (i) Low Pressure Control (LPC), untuk memberi perlindungan terhadap adanya tekanan rendah yang berlebihan dan
- (ii) High Pressure Control (HPC), untuk memberi perlindungan terhadap adanya tekanan tinggi yang berlebihan.

Kedua jenis alat kontrol ini berfungsi seperti thermostat yaitu menjalankan dan menghentikan kompresor pada saat operasi normal atau pada saat terjadi tekanan yang abnormal. Hanya cara kerjanya yang berbeda. Kalau pada thermostat alat sensornya menggunakan sensor suhu sedang pada pressure control menggunakan sensor tekanan. Pada thermostat pergerakan diafragma diakibatkan oleh tekanan gas dari sensing bulb, sedangkan pada pressure control untuk menggerakkan diafragma ini memanfaatkan tekanan dari saluran tekan atau saluran hisap kompresor.

Seperti thermostat, pressure control juga mempunyai titik cut in dan cut out. LPC digunakan untuk menjalankan dan menghentikan kompresor pada kondisi yang normal. Disamping itu dapat juga berfungsi sebagai pengaman kompresor bila terjadi tekanan yang tidak normal. Sedang HPC digunakan sebagai pengaman kompresor untuk melindungi terjadinya tekanan lebih. Pada unit pendingin berskala besar High Pressure Control dapat berfungsi pula sebagai alat pengontrol motor fan kondensor pada beban pendingin yang variable.

Kombinasi dari Low Pressure Control dan High Pressure Control sering pula digunakan pada suatu sistem pengontrolan yang digunakan sebagai pengaman. Meskipun begitu Dual Pressure Control dapat pula digunakan sebagai alat pengontrol kompresor (Operating Switch).

Low Pressure Control

Low Pressure Control digunakan sebagai pengontrol temperatur sekaligus pula sebagai alat pengaman. Bila digunakan sebagai pengaman, LPC ini akan memutuskan rangkaian dan menghentikan kompresor pada saat tekanan hisap (suction pressure) menjadi terlalu rendah. Hal ini bisa disebabkan unit pendingin kekurangan refrigerant, bocor terjadinya bunga es yang tebal di evaporator. Bila tekanan dari saluran hisap ini kembali normal, LPC akan menutup rangkaian dan kompresor akan bekerja kembali. Beberapa LPC dilengkapi dengan reset manual untuk menjaga adanya short cycling karena gangguan pada sistem.

Low Pressure Control dapat pula digunakan sebagai alat pengontrol kompresor pada saat tekanan refrigerant meningkat atau menghentikan kompresor pada saat tekanan hisap meningkat. Jenis ini disebut : Reverse Acting Low Pressure Control, jenis ini biasa digunakan sebagai alat pengaman pada unit dengan suhu yang rendah yang menggunakan electric deposit, untuk memutuskan elemen pemanas (electric heater) setelah pencairan bunga es (depost) selesai. Jenis ini dapat juga digunakan sebagai alat kontrol Forced Draft Cooled Fan pada "Cool Rooms", on dan off pada saat temperatur "Cool Rooms" terlalu tinggi.

LPC biasa digunakan sebagai alat pengontrol temperatur pada unit pendingin komersial. Setiap perubahan suhu pada evaporator akan berubah pula tekanan pada saluran hisap kompresor. Jadi LPC dapat digunakan sebagai pengontrol suhu pada ruangan yang didinginkan dengan mengontrol temperatur evaporator.

Misalkan :

Sebuah cool room diinginkan mempunyai suhu 3°C dengan perbedaan 8°TD antara evaporator dan ruangan refrigerant yang digunakan R - 12. Temperatur minimum ruangan diharapkan 2°C .

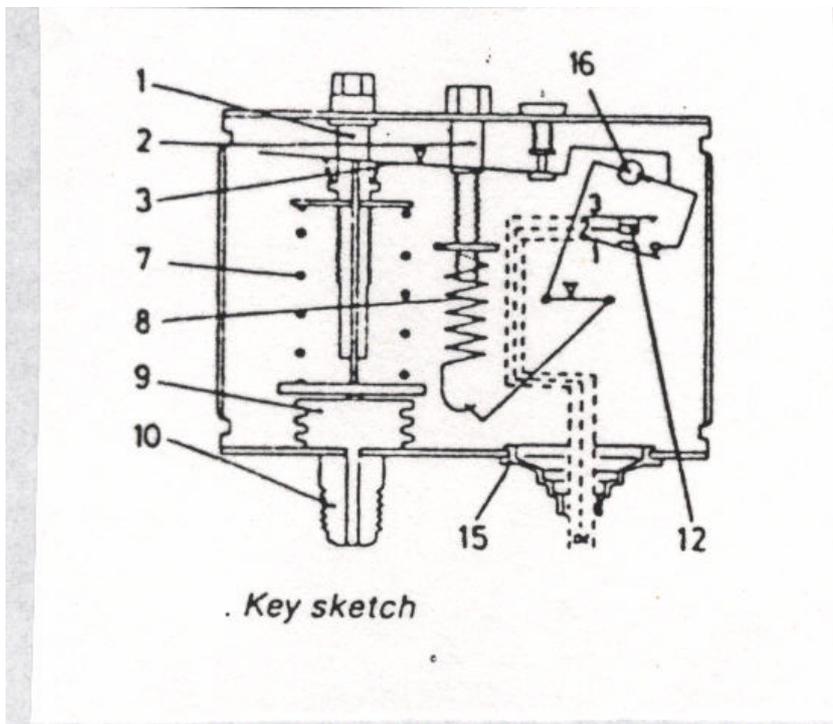
Hitunglah : Cut in dan cut out point.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\text{Cut in} &= 4^{\circ}\text{C} \\ \text{Temperatur rata-rata ruangan} &= 3^{\circ}\text{C} \\ &= 3^{\circ} - \text{TD} \\ &= 3^{\circ} - (- 8 \text{ K}) \\ &= - 5^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Cut out= temperatur rata-rata evaporator - TD

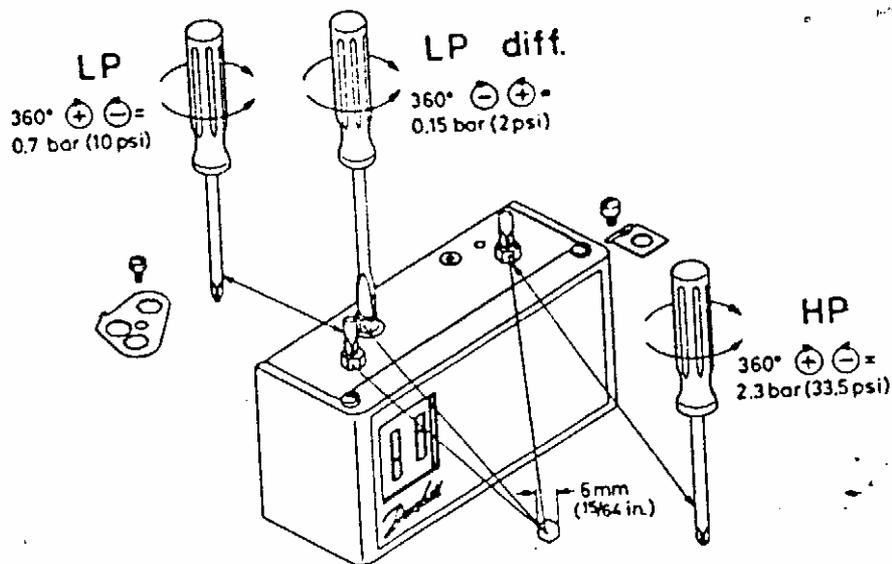
$$= - 5^{\circ}\text{C} - 8 \text{ K} = - 13^{\circ}\text{C}$$



Gambar 4.9 Low Pressure Control

Karena adanya penurunan tekanan pada saluran hisap, maka tekanan pada saluran hisap masuk kompresor lebih rendah dari pada tekanan evaporator. Penurunan tekanan ini harus diperhitungkan dalam menentukan cut out pressure. Sedangkan cut in pressure tidak dipengaruhi oleh penurunan tekanan ini, karena penurunan tekanan pada saluran hisap ini merupakan fungsi dari kecepatan aliran refrigerant.

Karena LPC ini berfungsi untuk mengatur suhu evaporator, maka akan sangat ideal sekali bila digunakan pada sistem yang menggunakan "Off cycle deposing". Pada ruangan yang bersuhu di atas 0°C, suhu evaporator akan meningkat dengan cepat pada saat "Off cycle". (Pada saat defost).



4.10. Pengaturan Setting Pressure Control

High Pressure Control

HPC biasanya digunakan sebagai alat pengaman kompresor pada saat terjadi gangguan tekanan yang berlebihan. HPC akan menghentikan kompresor pada saat tekanan pada saluran tekan terlalu tinggi. Hal ini dilakukan untuk melindungi katup-katup kompresor dan juga untuk melindungi motor dari beban yang berlebihan.

Bila tekanan saluran tekan (discharge) meningkat melebihi tekanan yang diizinkan, HPC akan terbuka dan memutuskan rangkaian sehingga kompresor berhenti. Bila tekanan turun kembali ke harga normal, HPC tertutup dan kompresor bekerja kembali.

Beberapa jenis HPC dilengkapi dengan tombol reset manual sehingga kompresor tidak dapat bekerja kembali sebelum tombol reset ditekan. Hal ini digunakan sebagai pengaman. Jadi Anda jangan melakukan reset sebelum mengetahui penyebab terjadinya tekanan lebih pada saluran tekan.

HPC biasa digunakan pada sistem komersial dan juga industri. Karena suhu kondensing dan tekanan kondensing untuk bermacam-macam refrigerant berlainan, maka cut in dan cut out pressure tergantung dari refrigerant yang digunakan, jenis kondensor dan ambient temperatur dari sistem. Disamping untuk mengontrol kompresor, HPC dapat juga digunakan sebagai pengontrol Fan Condensor, pompa air condensor dan selenoid valve. Reverse acting HPC akan menutup kontaknya pada saat tekanan meningkat. Sedangkan HPC akan membuka kontaknya pada saat tekanan meningkat. Reverse acting HPC digunakan untuk menjaga suhu condensing yang minimum. Sistem pengontrolan ini biasanya diterapkan pada area dimana ambient temperatur di bawah condensing temperatur.

Catatan :

Bila menggunakan HPC sebagai alat pengaman, maka setting controlnya jangan terlalu tinggi. Misal suatu unit pendingin udara menggunakan R-12 dengan ambient temperatur 40°C dengan TD : 20 K.

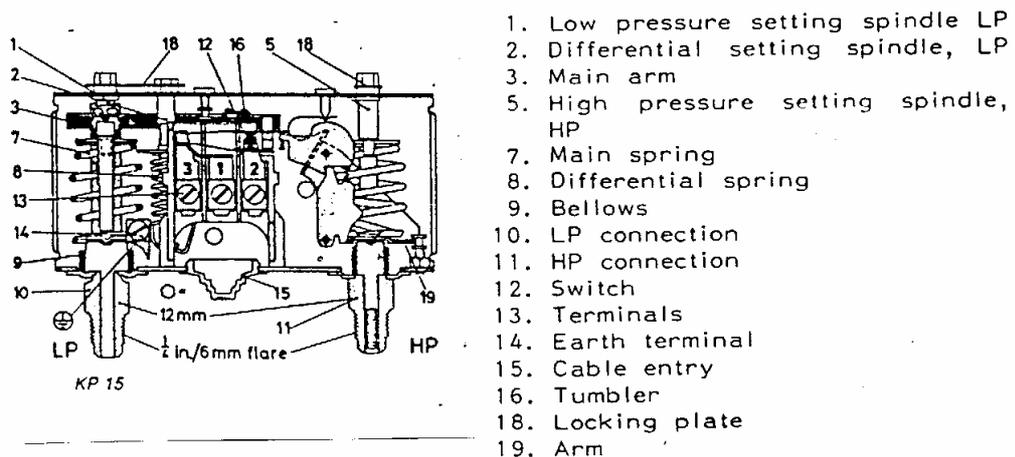
Maka Condensing temperatur = TD + AT
= 20 + 40
= 60°C

Jadi setting control = 1420 Kpa.

Dual Pressure Control

Dual Pressure Control adalah kombinasi antara LPC dan HPC yang diletakkan dalam suatu unit. Jadi pada piranti kontrol ini terdapat dua set kontak, masing-masing untuk LPC dan HPC. Pada operasinya, kontak LPC yang normally closed akan terbuka bila terjadi penurunan tekanan suction di bawah harga settingnya. Sedangkan kontak HPC yang juga normally closed akan terbuka bila terjadi kenaikan tekanan pada sisi discharge-nya melebihi harga setting-nya.

Pada piranti ini terdapat dua buah bellows (diafragma) yang masing-masing terhubung ke sisi tekanan rendah dan sisi tekanan tinggi. Kedua diafragma tersebut dihubungkan secara mekanik untuk menggerakkan satu set kontak switch.



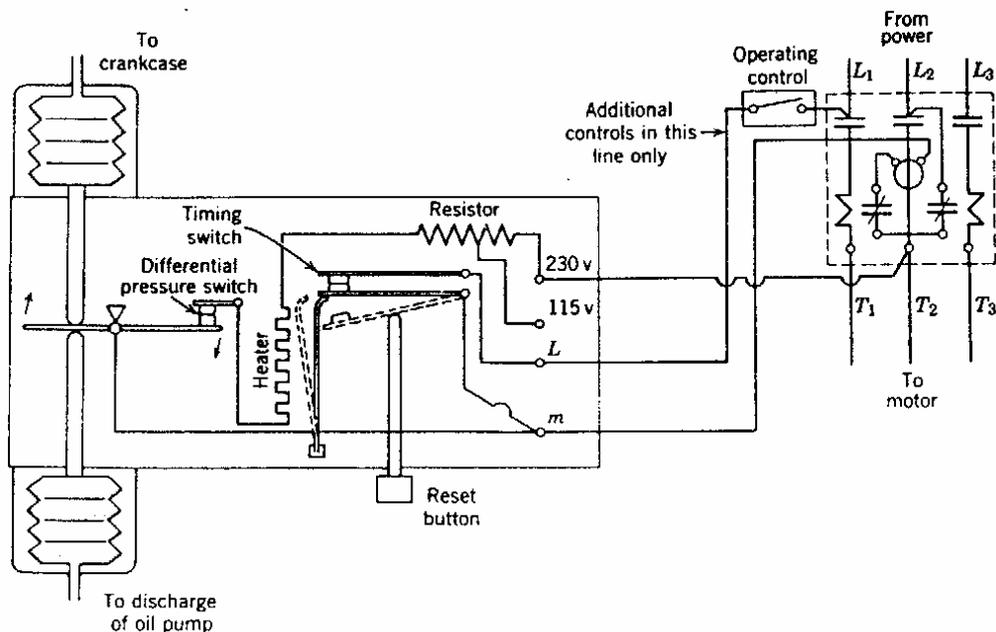
Gambar 2.11. Dual Pressure Control

Oil Difference Pressure Control

Oil Differential Pressure Control adalah alat proteksi terhadap sistem pelumasan kompresor. Bila terjadi tekanan oli pelumas kompresor turun di bawah harga yang aman, maka alat proteksi tekanan ini akan menghentikan (stop) kompresor setelah beberapa saat kemudian. (Biasanya setelah terjadi penurunan tekanan oli selama 45 detik. Release time selama 45 detik adalah waktu yang diberikan oleh alat proteksi tersebut bagi kompresornya sejak mulai terjadinya penurunan tekanan oli.

Pemasangan :

Salah satu sisinya dihubungkan ke crankcase kompresor. Jangan dihubungkan ke suction manifold atau tempat lain yang mempunyai tekanan berbeda dengan tekanan crankcase. Sisi lainnya dihubungkan ke sistem pelumasan di mana diinginkan tekanan minimum pada saat kompresor bekerja. Biasanya ditempatkan pada sisi pengiriman oli atau pada sisi outlet sistem pelumasan. Sambungan harus dibuat sedemikian rupa sehingga sambungan pipa pressure control-nya tidak tersumbat.



Gambar 2.11. Oil Different Pressure Control

Evaporator Pressure Regulator

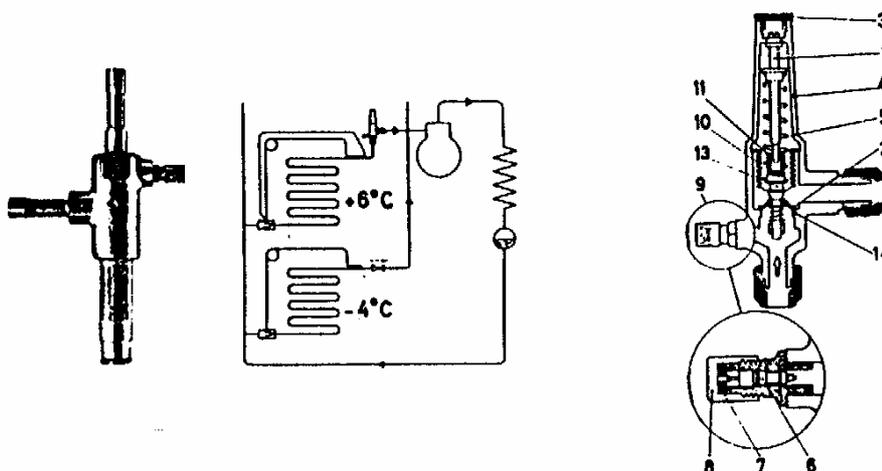
Evaporating Pressure Regulator adalah alat yang digunakan untuk :

- (i) Memelihara suhu evaporasi konstan dan sekaligus juga memelihara suhu permukaan evaporator konstan.
- (ii) Mencegah terjadinya tekanan evaporasi yang terlalu rendah.

Regulator ini menutup pada saat tekanan di dalam evaporator jatuh pada harga di bawah nilai setelahnya (setting-nya) Dan regulator ini akan terbuka secara penuh selama periode pull-down.

Pemasangan :

Alat kontrol/proteksi tekanan ini dipasang pada suction line, setelah evaporator. Regulator tekanan ini akan membuka bila ada kenaikan tekanan pada sisi inletnya, yaitu pada saat tekanan evaporator mencapai nilai setting-nya. Regulator akan mengatur aliran sesuai tekanan inlet-nya. Variasi tekanan pada sisi outlet-nya tidak akan berpengaruh pada tingkat pembukaan katubnya karena regulator ini telah dilengkapi dengan membran penyama tekanan (10). Area efektif membran tergantung pada posisi valve-nya.

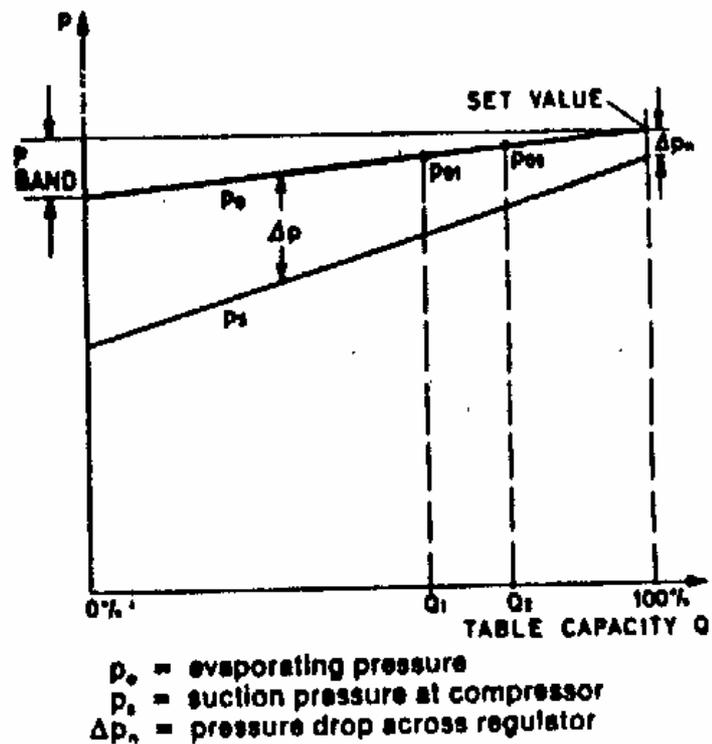


Gambar 2.12. Evaporator Pressure Regulator

Disamping itu, regulator ini dilengkapi juga dengan peralatan pulsation damping (11) untuk mengimbangi adanya pulsasi tekanan pada sistemnya, sehingga dapat mencegah regulator dari kerusakan, tanpa mengganggu keakuratannya.

Regulator ini dilengkapi juga dengan self closing pressure gauge (9) yang dapat digunakan untuk memasang pressure gauge tanpa perlu mengevakuasi evaporator suction terlebih dahulu.

Fungsi regulator diperlihatkan sebagai berikut :



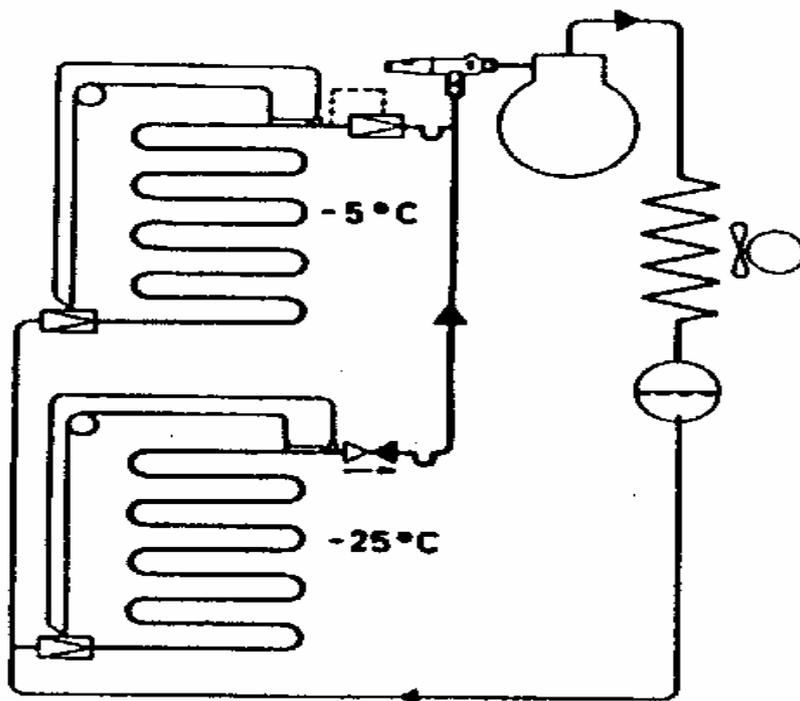
Crankcase Pressure Regulator

Crankcase Pressure Regulator digunakan untuk :

- (i) Menbatasi tekanan maksimum dari suction kompresor. Hal ini dimaksudkan untuk melindungi motor kompresor terhadap pembebanan yang berlebihan karena tekanan suction yang tinggi pada saat start-up atau setelah selesainya periode defrost.

- (ii) Memelihara Pre-set differential yang konstan antara suhu ruang dan suhu evaporasi selamam proses cooling. Dalam hal ini dapat mencegah terjadinya penurunan kandungan uap air di udara sehingga dapat mengurangi kerusakan produk.

Crankcase Pressure Regulator dipasang pada suction line sebelum kompresor.



Gambar 2.13. Crankcase Pressure Regulator

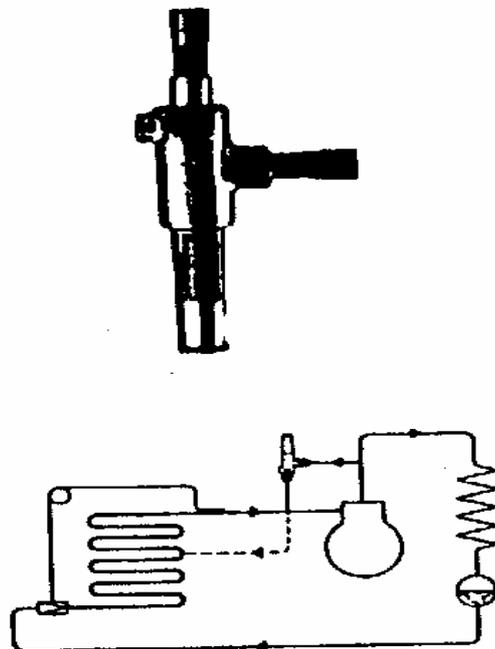
Capacity Regulator :

Capacity Regulator digunakan untuk :

- (i) Pengaturan Kapasitas. Fungsi ini didapat dengan memasang capacity regulator pada by pass line antara sisi discharge dan sisi suction sistem, untuk menyamakan kapasitas kompresor dengan kapasitas evaporator yang aktual. Asesoris ini digunakan pada sistem refrigerasi di mana diperlukan untuk menjaga kapasitas kompresornya selalu konstan. Bila beban evaporator dan juga beban kompresor turun, maka akan dimasukkan beban palsu yang berupa hot gas dari sisi tekanan tinggi ke evaporator.

- (ii) Membatasi tekanan suction pada harga minimumnya. Hal ini untuk memastikan, bahwa tekanan minimum kompresor yang diijinkan tidak akan terlampaui.

Pemasangan Capacity Regulator sebagai berikut :



Gambar 2.14. Pemasangan Capacity Regulator

c. Rangkuman 2

1. Kerja thermostat dipengaruhi oleh suhu yang dideteksi oleh sensing bulb-nya. Tekanan Gas atau liquid yang ada di dalam bulb akan naik atau turun sesuai dengan naik turunnya suhu. Tekanan gas/liquid ini selanjutnya diubah menjadi gerakan linear untuk mengontrol kontak switch-nya.
2. Fungsi Thermostat
 - Mengatur batas suhu di dalam ruang yang dikondisikan
 - Mengatur operasi kompresor
 - Mengatur lamanya kompresor berhenti
3. Bulb thermostat dengan gas charge dapat dipasang bebas ke segala arah, digunakan pada sistem refrigerasi domestik
4. Bulb thermostat dengan liquid charge harus dipasang dengan arah ke bawah agar liquidnya tidak dapat mengalir ke diafragma.
5. Ada 2 cara pengaturan (setting) thermostat, yaitu : setting range dan setting differential.
6. Setting Rang untuk menentukan tingkat suhu ruang yang diinginkan sesuai keperluan. Sddang setting differential untuk menentukan titik cut in dan cut I\out.
7. Humidistat adalah piranti pengukur tingkat kelembaban ruang.
8. Pengontrolan motor untuk keperluan proteksi dengan memanfaatkan tekanan refrigerant dalam unit pendingin digunakan Low Pressure Control (LPC), untuk memberi perlindungan terhadap adanya tekanan rendah yang berlebihan dan High Pressure Control (HPC), untuk memberi perlindungan terhadap adanya tekanan tinggi yang berlebihan Kedua jenis alat kontrol ini berfungsi seperti thermostat yaitu menjalankan dan menghentikan kompresor pada saat operasi normal atau pada saat terjadi tekanan yang abnormal.
9. Pada thermostat pergerakan diafragma diakibatkan oleh tekanan gas dari sensing bulb, sedangkan pada pressure control untuk menggerakkan diafragma ini memanfaatkan tekanan dari saluran tekan atau saluran hisap kompresor.
10. Oil Differential Pressure Control adalah alat proteksi terhadap sistem pelumasan kompresor. Bila terjadi tekanan oli pelumas kompresor turun di bawah harga yang aman, maka alat proteksi tekanan ini akan menghentikan (stop) kompresor setelah beberapa saat kemudian. (Biasanya setelah terjadi penurunan tekanan oli

selama 45 detik. Release time selama 45 detik adalah waktu yang diberikan oleh alat proteksi tersebut bagi kompresornya sejak mulai terjadinya penurunan tekanan oli.

11. Evaporating Pressure Regulator adalah alat yang digunakan untuk :

Memelihara suhu evaporasi konstan dan sekaligus juga memelihara suhu permukaan evaporator konstan dan mencegah terjadinya tekanan evaporasi yang terlalu rendah. Regulator ini menutup pada saat tekanan di dalam evaporator jatuh pada harga di bawah nilai setelannya (setting-nya) Dan regulator ini akan terbuka secara penuh selama periode pull-down.

12. Crankcase Pressure Regulator digunakan untuk :

Menbatasi tekanan maksimum dari suction kompresor. Hal ini dimaksudkan untuk melindungi motor kompresor terhadap pembebanan yang berlebihan karena tekanan suction yang tinggi pada saat start-up atau setelah selesainya periode defrost. Disamping itu berfungsi sebagai pemelihara Pre-set differential yang konstan antara suhu ruang dan suhu evaporasi selamam proses cooling. Dalam hal ini dapat mencegah terjadinya penurunan kandungan uap air di udara sehingga dapat mengurangi kerusakan produk. Crankcase Pressure Regulator dipasang pada suction line sebelum kompresor.

13. Capacity Regulator berfungsi untuk Pengaturan Kapasitas. Fungsi ini didapat dengan memasang capacity regulator pada by pass line antara sisi discharge dan sisi suction sistem, untuk menyamakan kapasitas kompresor dengan kapasitas evaporator yang aktual. Asesoris ini digunakan pada sistem refrigerasi di mana diperlukan untuk menjaga kapasitas kompresornya selalu konstan. Bila beban evaporator dan juga beban kompresor turun, maka akan dimasukkan beban passlu yang berupa hot gas dari sisi tekanan tinggi ke evaporator

d. Tugas

Thermostat

1. Hitunglah setting cut in dan cut out thermostat untuk menjaga temperatur ruang 6°C dengan perbedaan 4 K.
2. Hitunglah setting cut in dan cut out thermostat dengan sensing bulb yang ditempelkan di evaporator, untuk mempertahankan suhu sebesar 3°C , jenis evaporator Forced draft, dimana perbedaan suhu antara evaporator dan ruang 8 K.
3. Tentukan setting thermostat dengan sensing bulb yang ditempelkan di evaporator dari jenis fin Natural draft.
Temperatur ruang dipertahankan 2°C dengan perbedaan yang minimum.
4. Carilah setting cut in dan cut out temperatur dari suatu thermostat untuk mengontrol suhu water chiller. Sensing bulb dicelupkan di tangki air, untuk menjaga temperatur air konstan 3°C . Perbedaan minimum thermostat : 8 K. Air tidak boleh membeku di dalam tangki.
5. Lihat buku katalog dan carilah thermostat yang cocok untuk keperluan ini.

Pressure Control

1. Hitunglah setting cut in dan cut out dari sebuah LPC yang digunakan untuk memelihara suhu cabinet (almari pendingin) : 6°C. Evaporatornya dari jenis cross fin evaporator (TD = 14 K), dengan sistem air off cycle pada saat defrost. Refrigerant R - 12 dengan perbedaan suhu kabinet : 4 K.
2. Carilah cut in dan cut out setting dari suatu freezer yang bersuhu - 10°C konstan evaporator dari jenis Bare Tube, R - 12.
Perbedaan temperatur dalam cabinet 4 K.

Oil Pressure Control

1. Tentukan tekanan kerja dari oil pressure control pada suatu kompresor yang mempunyai data sebagai berikut : suction pressure 240 kPa, oil pump discharge pressure 600 kPa, refrigeran yang digunakan R12
2. Tentukan pula setting cut in dan cut out pressure dari soal di atas
3. Apa akibatnya bila suhu evaporator naik menjadi 12 0C. Tentukan suction pressure, tekanan kerja oil pressure.
4. Apa fungsi heater pada oil control

e. Test Formatif 2

Berilah tanda silang pada pilihan jawaban yang paling benar

1. Hitunglah setting cut in dan cut out thermostat untuk menjaga suhu ruang konstan pada suhu 5°C dengan $\text{TD} = 6\text{K}$
 - a. 8°C dan 2°C
 - b. 11°C dan 1°C
 - c. 1°C dan 11°C
 - d. 11°C dan 5°C
2. Hitunglah setting cut in dan cut out thermostat untuk menjaga suhu ruang konstan pada suhu 3°C , untuk evaporator jenis forced draft.
 - a. 8°C dan -2°C
 - b. 7°C dan -1°C
 - c. 6°C dan 0°C
 - d. 0°C dan 6°C
3. Bila setting Cut in dan cut out thermostat masing-masing adalah 2°C dan -6°C , tentukan suhu ruang yang dikontrol oleh thermostat tersebut.
 - a. 3°C
 - b. -4°C
 - c. -2°C
 - d. 4°C
4. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan pada saat men-setting thermostat
 - a. Suhu ruang
 - b. Differensial
 - c. Jenis evaporator
 - d. Benar semua
5. Pengaturan baut range
 - a. putaran searah jarum jam menaikkan suhu
 - b. putaran searah jarum jam menurunkan suhu
 - c. putaran searah jarum jam menurunkan diferensial
 - d. a dan c benar

6. Pernyataan ini benar kecuali
 - a. Thermostat adalah pengatur suhu
 - b. Thermostat mempunyai dua pengaturan
 - c. Thermostat adalah alat proteksi
 - d. Thermostat bekerja berdasarkan suhu
7. Alat sensor humiditas adalah
 - a. pengukur tekanan udara
 - b. pengukur kelembaban udara
 - c. pengukur kepekatan udara
 - d. pengukur suhu udara
8. Sebuah cool room dikontrol agar memiliki suhu konstan sebesar 5°C , dengan TD = 8K. Refrigeran yang digunakan R12. Tentukan Cut in dan cut out HPC bila suhu ambient 30°C
 - a. 146 psi dan 160 psi
 - b. 120 psi dan 125 psi
 - c. 140 psi dan 125 psi
 - d. 160 psi dan 175 psi
9. Carilah cut in dan cut out setting suatu LPC. Untuk mengatur suhu kabinet 6°C konstan dengan evaporator yang mempunyai TD 14 K. Refrigeran R12 dengan perbedaan suhu kabinet 4 K
 - a. 145 psi dan 160 psi
 - b. 100 psi dan 125 psi
 - c. 120 psi dan 125 psi
 - d. 160 psi dan 175 psi
10. Tentukan tekanan kerja dari oil pressure control pada suatu kompresor yang mempunyai data sebagai berikut: tekanan suction 220 kPa, tekanan discharge oil pump 500 kPa, refrigeran R12
 - a. 260 kPa
 - b. 220 kPa
 - c. 240 kPa
 - d. 500 kPa

11. Tentukan pula setting oil pressure controlnya
 - a. 260 kPa
 - b. 500 kPa
 - c. 240 kPa
 - d. 220 kPa
12. Apa pengaruh kenaikan suhu evaporator pada setting oil pressure control
 - a. menaikkan tekanan oli
 - b. menurunkan tekanan oli
 - c. tidak berpengaruh terhadap tekanan oli
 - d. menurunkan setting
13. Apa fungsi heater pada crank case
 - a. menaikkan suhu oli pada saat start-up
 - b. mencegah frost
 - c. mencairkan bunga es
 - d. b dan c benar
14. Apa fungsi evaporating pressure regulator
 - a. Memelihara suhu evaporasi konstan
 - b. memelihara suhu permukaan evaporator konstan
 - c. mencegah terjadinya tekanan evaporasi yang terlalu rendah
 - d. benar semua
15. Apa fungsi crangcase pressure regulator
 - a. Menbatasi tekanan maksimum dari suction kompresor.
 - b. Melindungi motor kompresor terhadap pembebanan yang berlebihan karena tekanan suction yang tinggi pada saat start-up.
 - c. Berfungsi sebagai pemelihara Pre-set differential yang konstan antara suhu ruang dan suhu evaporasi selamam proses cooling.
 - d. Benar semua

f. Kunci Jawaban

1. a
2. b
3. c
4. d
5. c
6. a
7. d
8. b
9. c
10. d
11. a
12. b
13. c
14. d
15. d

g. Lembar Kerja Praktek

Topik 1: Setting thermostat pada unit AC komersial.

1. (A) Pabrik Pembuat
 - (B) Model Thermostat
 - (C) Jenis sensing bulb
 - (D) Cut in temperatur °C
Cut out temperatur °C
2. Aturlah thermostat tersebut untuk memelihara temperatur ruang sebesar 15°C konstan dengan perbedaan 6 K.
Tentukan : cut in temperatur °C
cut out temperatur °C

Topik 2 : Setting Thermostat pada unit Refrigerasi Komersial

1. Pada setting yang telah tersedia catatlah
Cut in point
 - Cut out point
2. Aturlah LPC agar suhu ruang menjadi 3°C dengan perbedaan suhu antara evaporator dan ruang 15 K. Refrigerant yang digunakan R-12 defrost dengan sistem off cycle.
Tentukan :
- a. Temperatur cut in
 - b. Temperatur cut out
 - c. LPC setting pada saat cut in
 - d. LPC setting pada saat cut out

Topik 3: Setting Pressure Switch

Prosedur :

1. Pada setting yang telah tersedia catatlah
Cut in point
Cut out point
2. Aturlah LPC agar suhu ruang menjadi 3°C dengan perbedaan suhu antara evaporator dan ruang 15 K. Refrigerant yang digunakan R-12 defrost dengan sistem off cycle.

Tentukan :

- a. Temperatur cut in
 - b. Temperatur cut out
 - c. LPC setting pada saat cut in
 - d. LPC setting pada saat cut out
- Anggaplah penurunan tekanan pada saluran hisap : 30 Kpa
3. Atur pula setting HPC, sesuai kondisi suhu ambient dan anggaplah perbedaan suhu yang diijinkan adalah 17K.

Petunjuk:

1. Pada percobaan di atas, kontak LPC yang digunakan adalah kontak NC. Pada saat suhu meningkat, akan memutuskan rangkaian kompresor.
2. Mengatur baut diferensial berarti mengatur cut in dan cut out seting.

III. EVALUASI

A. SOAL TEST TERTULIS

1. Bila kapasitas pendinginan dari mesin refrigerasi tidak sesuai dengan beban pendinginan yang harus dipikulnya maka
 - a. Setting suhu tidak tercapai
 - b. Siklus operasi sangat pendek
 - c. Kompresor sering mati-hidup (short cycling)
 - d. Benar semua
2. Thermostat adalah piranti
 - a. sensor
 - b. actuator
 - c. kontrol
 - d. benar semua
3. Fungsi thermostat adalah
 - a. pengatur dan pengontrol kondisi ruang
 - b. proteksi dan perlindungan
 - c. pengatur operasi yang ekonomis
 - d. Benar semua
4. Pernyataan berikut ini benar kecuali
 - a. Piranti kontrol dapat beroperasi secara elektrik dengan menggunakan energi listrik,
 - b. Piranti kontrol dapat menggunakan kekuatan udara tekan
 - c. Piranti kontrol dapat menggunakan bahan semi konduktor dan mikroelektronik berbasis komputer.
 - d. Benar semua

5. Thermostat
 - a. Kontrol suhu
 - b. Kontrol suhu otomatis
 - c. Kontrol suhu dan kelembaban otomatis
 - d. Kontrol suhu dan kelembaban
6. Sistem kontrol pada peralatan refrigerasi dan tata udara berfungsi sebagai
 - a. pengatur dan pengontrol kondisi ruang
 - b. proteksi dan perlindungan
 - c. pengatur operasi yang ekonomis.
 - d. Benar semua
7. Selain suhu, variable yang dideteksi dan dikontrol meliputi
 - a. tekanan,
 - b. jumlah udara dan kualitas udara,
 - c. refrigeran dan uap air.
 - d. Benar semua
8. Selain thermostat, Piranti deteksi dan aktuasi yang lazim digunakan untuk maksud tersebut antara lain
 - a. humidistat,
 - b. damper dan katub-katub
 - c. relai
 - d. benar semua
9. Sistem kontrol harus dapat berfungsi sebagai proteksi, artinya
 - a. mampu mencegah terjadinya suhu tinggi atau suhu yang berlebihan
 - b. mampu menjaga suhu ruang konstan sesuai keinginan
 - c. mampu beroperasi secara ekonomis
 - d. a dan c benar
10. Unit kontrol operasinya AC Commercial antara lain terdiri dari
 - a. High - Low Pressure Protection,
 - b. Motor Winding Protection,
 - c. Head Pressure Control
 - d. Benar semua

11. Sistem refrigerasi dengan Sistem tak langsung
 - a. menggunakan chilled water
 - b. menggunakan dry expansion evaporator
 - c. menggunakan separator
 - d. Benar semua
12. Dilihat dari cara peralatan kontrol itu bekerja dan dari jenis tenaga yang digunakan, maka peralatan kontrol dapat dibedakan menjadi 4 klasifikasi, yaitu:
 - a. sistem kontrol elektrik,
 - b. sistem kontrol pnumatik,
 - c. sistem kontrol elektronik dan sistem kontrol fluidik
 - d. Benar semua
13. Sistem kontrol harus dapat berfungsi ekonomis, yakni
 - a. mampu menjaga operasi mesin pada tingkat yang paling rendah
 - b. mampu mengatur konsumsi energi yang digunakan pada waktu ke waktu disesuaikan dengan kebutuhan beban.
 - c. Mampu melindungi peralatan dari ketidaknormalanan operasi.
 - d. Benar semua
14. Boiler pada sistem tata udara berfungsi sebagai
 - a. memproduksi uap untuk keperluan heating
 - b. untuk keperluan humidifying.
 - c. untuk keperluan dehumidifying.
 - d. Benar semua
15. Untuk mencegah terjadinya tekanan yang berlebihan pada kondenser
 - a. Thermostat
 - b. Humidistat
 - c. High Pressure Switch
 - d. Low Pressure Switch

16. Pernyataan berikut ini benar kecuali
- Kelebihan sistem kontrol elektronik adalah kemampuan mengukur dan mendeteksi secara cepat dan akurat (presisi).
 - Komponen elektronik ini terbuat dari bahan konduktor dan isolator
 - Kontrol elektronik mudah untuk digabungkan dengan sistem kontrol dengan menggunakan mikroelektronik yang berbasis komputer (mikroprosesor chip).
 - Memungkinkan menerapkan sistem kontrol terprogram dengan PLC
17. Hitunglah setting cut in dan cut out thermostat untuk menjaga suhu ruang konstan pada suhu 5°C dengan $\text{TD} = 6\text{K}$
- 8°C dan 2°C
 - 11°C dan 1°C
 - 1°C dan 11°C
 - 11°C dan 5°C
18. Hitunglah setting cut in dan cut out thermostat untuk menjaga suhu ruang konstan pada suhu 3°C , untuk evaporator jenis forced draft.
- 8°C dan -2°C
 - 7°C dan -1°C
 - 6°C dan 0°C
 - 0°C dan 6°C
19. Bila setting Cut in dan cut out thermostat masing-masing adalah 2°C dan -6°C , tentukan suhu ruang yang dikontrol oleh thermostat tersebut.
- 3°C
 - -4°C
 - -2°C
 - 4°C
20. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan pada saat men-setting thermostat
- Suhu ruang
 - Differensial
 - Jenis evaporator
 - Benar semua

21. Pengaturan baut range

- a. putaran searah jarum jam menaikkan suhu
- b. putaran searah jarum jam menurunkan suhu
- c. putaran searah jarum jam menurunkan differential
- d. a dan c benar

22. Pernyataan ini benar kecuali

- a. Thermostat adalah pengatur suhu
- b. Thermostat mempunyai dua pengaturan
- c. Thermostat adalah alat proteksi
- d. Thermostat bekerja berdasarkan suhu

23. Alat sensor humiditas adalah

- a. pengukur tekanan udara
- b. pengukur kelembaban udara
- c. pengukur kepekatan udara
- d. pengukur suhu udara

24. Sebuah cool room dikontrol agar memiliki suhu konstan sebesar 5°C , dengan TD = 8K. Refrigeran yang digunakan R12. Tentukan Cut in dan cut out dan HPC bila suhu ambient 30°C

- a. 146 psi dan 160 psi
- b. 100 psi dan 125 psi
- c. 160 psi dan 175 psi
- d. 120 psi dan 125 psi

25. Carilah cut in dan cut out setting suatu LPC. Untuk mengatur suhu kabinet 6°C konstan dengan evaporator yang mempunyai TD 14 K. Refrigeran R12 dengan perbedaan suhu kabinet 4 K

- a. 17 psi dan 21 psi
- b. 21 psi dan 17 psi
- 7. 10 psi dan 12 psi
- 8. 14 psi dan 10 psi

26. Tentukan tekanan kerja dari oil pressure control pada suatu kompresor yang mempunyai data sebagai berikut: tekanan suction 220 kPa, tekanan discharge oil pump 500 kPa, refrigeran R12
- 220 kPa
 - 260 kPa
 - 240 kPa
 - 500 kPa
27. Tentukan pula setting oil pressure controlnya
- 510 kPa
 - 260 kPa
 - 240 kPa
 - 220 kPa
28. Apa pengaruh kenaikan suhu evaporator pada setting oil pressure control
- menaikkan tekanan oli
 - menurunkan tekanan oli
 - tidak berpengaruh terhadap tekanan oli
 - menurunkan setting
29. Apa fungsi heater pada crank case
- menaikkan suhu oli pada saat start-up
 - mencegah frost
 - mencairkan bunga es
 - b dan c benar
30. Apa fungsi evaporating pressure regulator
- Memelihara suhu evaporasi konstan
 - memelihara suhu permukaan evaporator konstan
 - mencegah terjadinya tekanan evaporasi yang terlalu rendah
 - benar semua

B. Kunci Jawaban

- | | |
|-------|-------|
| 1. d | 16. b |
| 2. c | 17. a |
| 3. a | 18. b |
| 4. d | 19. d |
| 5. b | 20. d |
| 6. d | 21. b |
| 7. d | 22. c |
| 8. a | 23. b |
| 9. a | 24. d |
| 10. d | 25. a |
| 11. a | 26. d |
| 12. d | 27. a |
| 13. b | 28. d |
| 14. b | 29. a |
| 15. c | 30. c |

IV. PENUTUP

Modul Pembelajaran ini menggunakan Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi . Pelatihan Berbasis Kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. ,Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan individu secara nyata di tempat kerja.

Dalam Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu.

Jika peserta belum mencapai kompetensi pada usaha atau kesempatan pertama, maka pelatih akan mengatur rencana pelatihan dengan peserta. Rencana ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta untuk meningkatkan level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan. Jumlah usaha atau kesempatan yang disarankan adalah tiga kali.

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini, setiap peserta dievaluasi baik terhadap aspek pengetahuan maupun keterampilan. Aspek pengetahuan dilakukan melalui latihan-latihan dan tes tertulis, sedang aspek keterampilan dilakukan melalui tugas praktek.

Setelah anda dinyatakan lulus dalam modul ini maka anda boleh melanjutkan ke modul berikutnya yaitu : Modul M.RAI.13

DAFTAR PUSTAKA

Goliber, Paul F., 1986 Refrigeration servicing, Bombay,
D.B. Taraporevala Son & Co, Private Ltd.

A Harris, 1986, Air Conditioning Practices, Mc. Graw Hill

Trane reciprocating Refrigeration Manual

Basic Servicing, 1986, Box Hill College, Melbourne, Australia

LEMBAR PENILAIAN

Modul : Komponen Kontrol Refrigerasi / Air Handling

Nama Peserta :

Nama Penilai :

HASIL: KOMPETEN

BELUM KOMPETEN

| | |
|--|---------------------------------------|
| Catatan : | |
| Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan | Tanda tangan Penilai Tanggal : |
| Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan | Tanda tangan Peserta Tanggal |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | <p>untuk menyampaikan atau mengajarkan pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan. Penekanan utamanya adalah ntang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan yang berdasarkan pendekatan kompetensi adalah penguasaan individu secara aktual di tempat kerja.</p> <p>Dalam sistem pelatihan ini, standar kompetensi diharapkan dapat menjadi panduan bagi peserta pelatihan untuk dapat :</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan peserta pelatihan ? Mengidentifikasi apa yang telah dikerjakan peserta pelatihan ? Memeriksa kemajuan peserta pelatihan ? Menyakinkan bahwa semua elemen (Sub kompetensi) dan kriteria unjuk kerja telah dimasukkan dalam pelatihan dan penilaian. | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | 6.3. Evaluasi | Untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini dilakukan evaluasi terhadap aspek pengetahuan dan ketrampilan. Aspek pengetahuan (teori) dievaluasi secara tertulis menggunakan jenis test jawaban singkat, sedangkan aspek ketrampilan (praktek) dievaluasi melalui pengamatan langsung terhadap proses kerja, hasil kerja dan sikap kerja. | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | |
| | KEGIATAN BELAJAR 2 Penjelasan Umum | Modul ini membahas tentang sirkit diagram kontrol refrigerasi dan interpretasinya serta cara menguji komponen kontrol. | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | |
| | Uraian Sub Materi | <ol style="list-style-type: none"> 1. Thermostat 2. Pengaturan Thermostat 3. Humidistat 4. Pressure control 5. Regulator | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | Evaluasi | Untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini dilakukan evaluasi terhadap aspek pengetahuan dan ketrampilan. Aspek pengetahuan (teori) dievaluasi secara tertulis menggunakan jenis test jawaban singkat, sedangkan aspek ketrampilan (praktek) dievaluasi melalui pengamatan langsung terhadap proses kerja, hasil kerja dan sikap kerja. | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | |
| 7 | POST TEST/EVALUASI AHIR | <ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi Kontrol 2. Fungsi proteksi 3. Fungsi operasi ekonomis 4. Sistem Kontrol Residential AC 5. Komersial AC dan AC sentral 6. Sistem kontrol elektrik, pneumatic dan elektronik | - | ? | - | - | - | ? | ? | - | |
| | | | - | ? | - | - | - | ? | ? | - | |
| | | | - | ? | - | - | - | ? | ? | - | |
| | | | - | ? | - | - | - | ? | ? | - | |
| | | | - | ? | - | - | - | ? | ? | - | |