

KONTROL PENGKONDISIAN UDARA DI GEDUNG BANK SUMUT MEDAN



SKRIPSI

OLEH

AWALUDDIN M.SIREGAR

NIM: 97.812.0026



FAKULTAS TEHNIK
JURUSAN TEHNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MEDAN AREA

2002

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Metoda Penelitian	3
1.5. Sistematika Pembahasan	3
BAB II . LANDASAN TEORI	5
2.1. Pengkondisian Udara	5
2.2. Beberapa Jenis Pengkondisian Udara	6
2.2.1. Pengkondisian Udara Sentral	6
2.2.2. Pengkondisian Udara Paket	7
2.2.3. Pengkondisian Udara Kamar	9
2.2.4. Pengkondisian Udara Unit Koil Kipas Udara	10
2.2.5. Pengkondisian Udara Unit Induksi	11
2.3. Spesifikasi Peralatan Sistem Pengkondisian Udara	13
2.3.1. Kompresor	13
2.3.1.1. Motor Penggerak Kompresor	18
2.3.1.2. Saringan Pada Kompresor dan Pipa	19

2.3.2. Kondensator	20
2.3.3. Evaporator	22
2.3.3.1. Beberapa Macam Evaporator	22
2.3.3.2. Beberapa Macam Konstruksi Evaporator	24
2.3.4. Katup Ekspansi	26
2.3.5. Refrigerant	26
2.3.6. Damper	29
2.3.7. Menara Pendingin	30
2.4. Sistem Kontrol	31
2.4.1. Klasifikasi Sistem Kontrol	32
2.4.2. Kontrol On-of	35
2.5. Sensor Suhu Dengan Termostart	37
BAB III. KONTROL PENGKONDISIAN UDARA	41
3.1. Jenis Pengkondisian Udara yang di pakai di gedung Bank Sumut Medan	41
3.2. Cara Kerja Pengkondisian Udara	42
3.3. Kontrol pengkondisian Udara	44
3.3.1. Rangkaian Utama dan Cara Kerja	44
3.3.2. Kontrol Otomatik Dari Pengkondisian Udara	45
3.4. Saluran Udara Dengan Ducting	47
3.5. Pengoperasian Pengkondisian Udara	49
3.6. Cara Kerja Kontrol Chiller	50
3.6.1. Chiller	50

3.6.2. Cara Kerja Rangkaian Kontrol	51
3.6.3. Kerja Otonatis	52
3.6.4. High Presure Protection	52
3.6.5. Low Presure Protection	52
3.6.6. Over Load	53
3.7. Pemeliharaan Mesin Penghasil Air Dingin	53
3.7.1. Pemeliharaan Berkala	53
3.7.2. Suku Cadang	54
BAB IV. HASIL PENGAMATAN DAN ANALISA	56
4.1. Tabel Hasil Pengukuran Temperatur Ruangan Dibandingkan Dengan Setting Sentral Disetiap Lantai	56
4.2. Grafik Lineritas Kenaikan Suhu Disetiap Ruangan	57
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1. Kesimpulan	68
5.2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70
DAFTAR LAMPIRAN	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang melanda dunia akhir-akhir ini, mengharuskan kita untuk membuka diri terhadap perubahan-perubahan dari luar, lebih-lebih dalam memasuki era globalisasi ini, kita dituntut untuk berbuat sesuatu, apabila tidak mau ketinggalan dengan negara lain.

Kerjasama ilmu pengetahuan, teknologi, ekonomi dan kebudayaan tak dapat dihindari baik secara bilateral maupun multilateral, sehingga kita benar-benar siap untuk menghadapi era lepas landas menuju negara industri yang telah menjadi tekad pemerintah dan segenap bangsa Indonesia. Tekad ini dapat diwujudkan apabila semua pihak bersedia mendukungnya, baik lembaga pendidikan dan dunia usaha.

Bank Sumut yang merupakan gedung termodern di kota Medan pada saat ini merupakan salah satu bukti nyata semakin tingginya teknologi. Salah satu yang menjadi daya tarik penulis dari sekian banyak fasilitas yang ada di Gedung Bank Sumut Medan adalah Sistem Pengaturan Suhu Udara yang dikontrol oleh sebuah panel.

Pengaturan suhu udara akan menciptakan suasana kerja yang lebih nyaman dibandingkan dengan tidak memakainya. Sistem pendingin musim panas sudah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat diseluruh dunia. Pengkondisian udara dapat pula menciptakan kondisi udara yang nyaman bagi orang-orang yang berada didalam suatu ruangan.

Pada konsumen pemakai jasa gedung sangat mengharapkan peralatan yang dipakainya seperti komputer dapat beroperasi sesuai dengan karakteristiknya, hal ini merupakan tantangan besar bagi pemilik gedung untuk mengantisipasi hal tersebut. Untuk itu pengaturan suhu yang baik berkisar $20-25^{\circ}\text{C}$, maka komponen elektronik didalam komputer berfungsi lebih baik.

Diharapkan dengan adanya penelitian ini, penulis dapat membandingkan ilmu yang telah dipelajari dengan keadaan yang sebenarnya dilapangan. Sehingga sasaran Universitas Medan Area untuk menghasilkan tenaga-tenaga terampil dapat tercapai.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperluas cakrawala pengetahuan elektromekanik pada umumnya dan alat pengkondisi udara pada khususnya. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu memecahkan permasalahan dilapangan sesuai dengan bidang konversi energi listrik.

Selain hal di atas laporan yang dibuat ini dapat memberikan manfaat kepada :

- a. Mahasiswa yang akan membahas hal yang sama
- b. Penulis sendiri, untuk menambah pengetahuan dan pengalaman agar mampu melaksanakan kegiatan yang sama kelak, apabila telah bekerja atau terjun kelapangan, sebab langkah-langkah pengamatan dan data-data lain yang disajikan dalam laporan tugas akhir ini dapat berfungsi sebagai bahan masukan dan bahan bandingan bila akan melakukan kegiatan yang sama.

1.3 Batasan masalah

Pada penelitian ini, penulis hanya membahas tentang cara kerja mesin pendingin dan melakukan pengukuran dilapangan kemudian dibandingkan dengan setting operator. Pengukuran diruangan dilakukan dengan menggunakan thermometer air raksa dan thermostat.

1.4 Metode Penelitian

Dalam penyajian tulisan ini di laksanakan dengan menggunakan 2 (dua) cara yaitu :

1. Study literatur yang bertujuan untuk memperoleh teori penunjang.
2. Study lapangan untuk mengamati sistem, mengumpulkan data lapangan yang mendukung objek penelitian dimana data yang diambil adalah data mengenai peralatan utama yang dipakai pada pengkondisian udara serta kontrol pengkondisian udara.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika yang penulisan laporan ini disusun sebagai berikut :

Adapun penulisannya yaitu :

BAB I Pendahuluan

Pada bab I yang berisikan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika pembahasan.

BAB II Landasan teori

Pada bab ini di kemukakan tentang pengkondisian udara, jenis-jenis alat pengkondisi udara, spesifikasi peralatan sistem pengkondisi udara, sistem kontrol serta sensor suhu dengan thermostat.

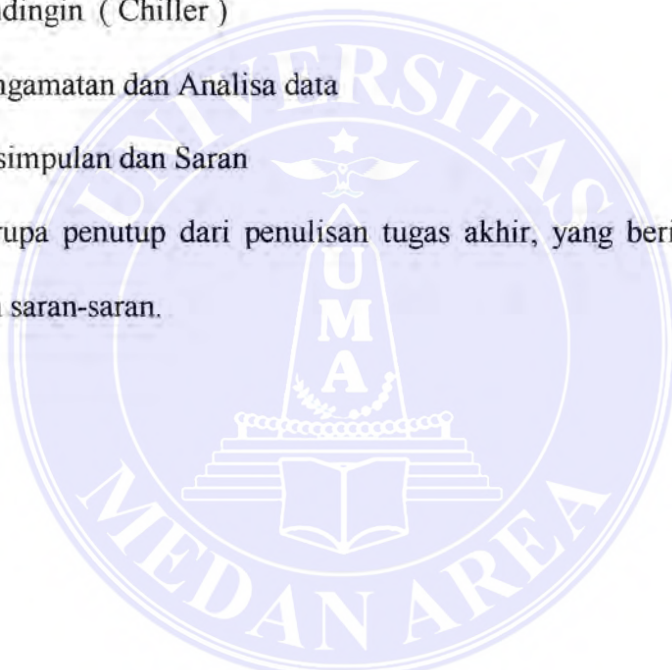
BAB III Kontrol Pengkondisian Udara

Merupakan pembahasan tentang kontrol pengkondisian udara dan pengoperasiannya secara umum. Serta membahas cara kerja dari mesin pendingin (Chiller)

BAB IV Pengamatan dan Analisa data

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berupa penutup dari penulisan tugas akhir, yang berisikan kesimpulan dan saran-saran.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengkondisian udara

Pengkondisian udara adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada didalamnya. Teknik pengkondisian udara tidak hanya berfungsi sebagai pendingin tetapi lebih dari itu misalnya untuk pemanasan. Biasanya tehnik pemanasan banyak digunakan di negara-negara barat yang mempunyai empat jenis musim. Penggolongan terhadap sejumlah penggunaan teknik pengkondisian udara mencakup beberapa bangunan besar dan sedang, industri, tempat tinggal dan kendaraan.

Pengkondisian udara untuk industri ditujukan untuk menciptakan lingkungan yang nyaman, paling tidak sebagian bagi para pekerja yang berada dilingkungan yang berbahaya dan juga untuk pengaturan kondisi udara yang mendukung pemerosesan bahan.

Sistem pengkondisian udara untuk industri dibagi menjadi 2 golongan, yaitu penyegaran udara untuk kenyamanan, untuk memberikan kenyamanan lingkungan kerja bagi karyawan dan penyegaran udara untuk mengatur temperetur dan kelembaban dari udara yang digunakan dalam proses produksi, penyimpanan, lingkungan kerja mesin dan sebagainya. Pusat-pusat perkantoran ataupun hotel-hotel biasanya menggunakan sistem pengkondisian udara sentral, untuk memenuhi seluruh kebutuhan gedung.

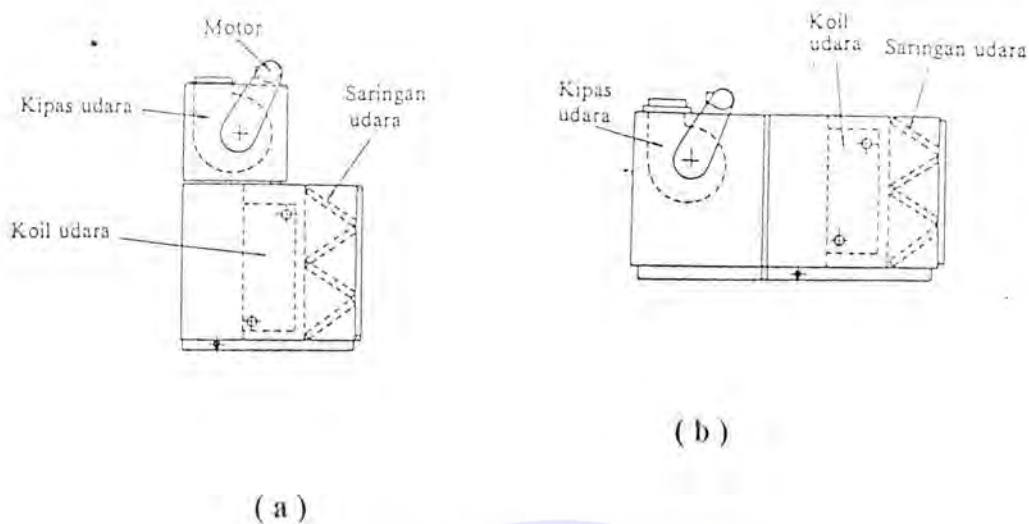
Dalam gedung ruangan tidak semuanya dipergunakan pada saat yang sama, oleh karena itu perancangan sistem pengkondisian udara, faktor penggunaan ruang hendaknya mempertimbangkan dengan seksama, sehingga dapat dipilih jenis pengkondisian udara yang tepat.

2.2 Beberapa jenis pengkondisian udara

2.2.1 Pengkondisian Udara Sentral

Pengkondisian udara sentral merupakan dasar dari kebanyakan jenis pengkondisian udara. Pengkondisian udara ini terdiri dari motor listrik, kipas udara, koil udara, pelembab udara dan saringan udara yang semuanya terletak didalam satu tempat. Pendingin awal, pemanas awal, pemanas ulang ataupun damper simpangan dapat pula digunakan sebagai accessori. Jenis pengkondisian udara di sebut juga unit pengolahan udara “ Air Handling Unit “ (AHU). Sebelum dikirimkan ketempat instalasi, semua komponen dipasang dalam satu tempat, kemudian unit tersebut diisolasi. Penyegaran udara yang konvensional biasanya dirakit ditempat instalasi

Unit pengkondisian udara sentral ini tersedia dengan standart yang diberikan oleh pabriknya. Ada dua jenis sistem pengkondisian udara sentral, yakni sistim vertikal dan horinzontal (Gbr.2.1). Kipas udara yang digunakan adalah jenis daun berganda (multi blade). Koil udara di buat dari pipa bersirip pelat. Bahan Penyaring yang digunakan biasanya adalah fiber glas, nilon, busa vinil dan sebagainya.

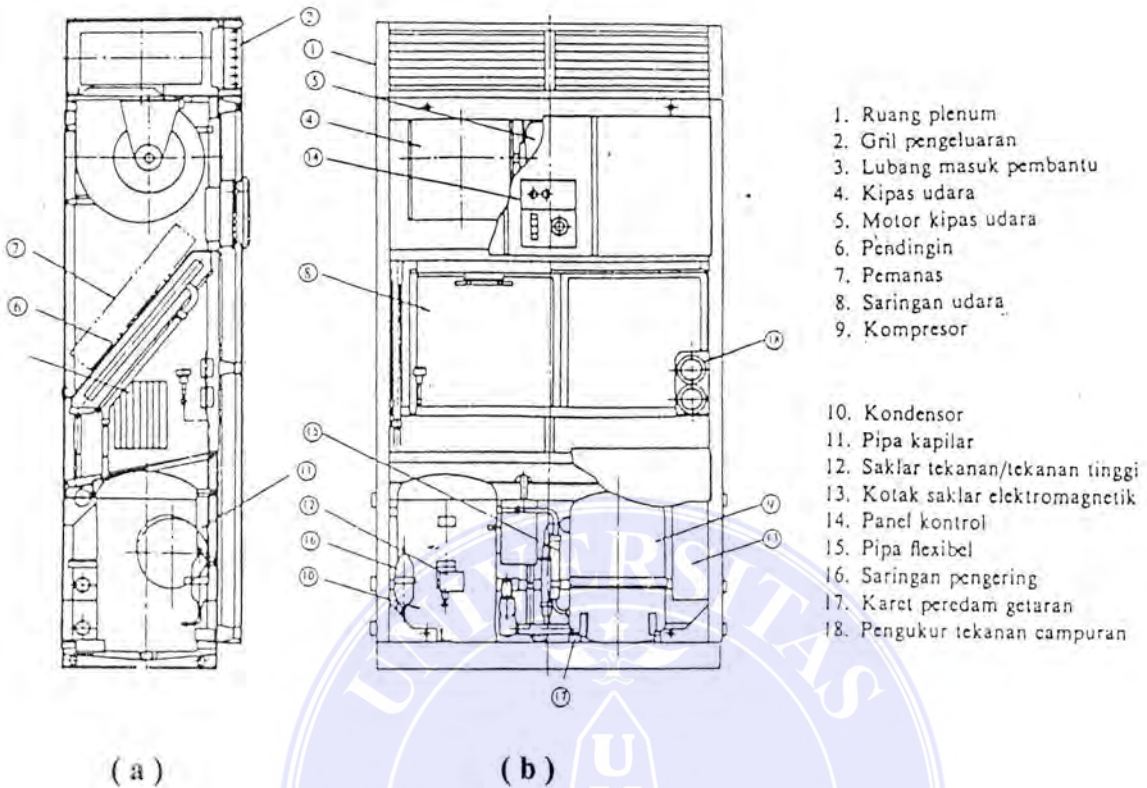


Gbr 2.1 Unit Pengkondisian Udara.

(a) Vertikal (b) Horizontal

2.2.2 Pengkondisian Udara Paket

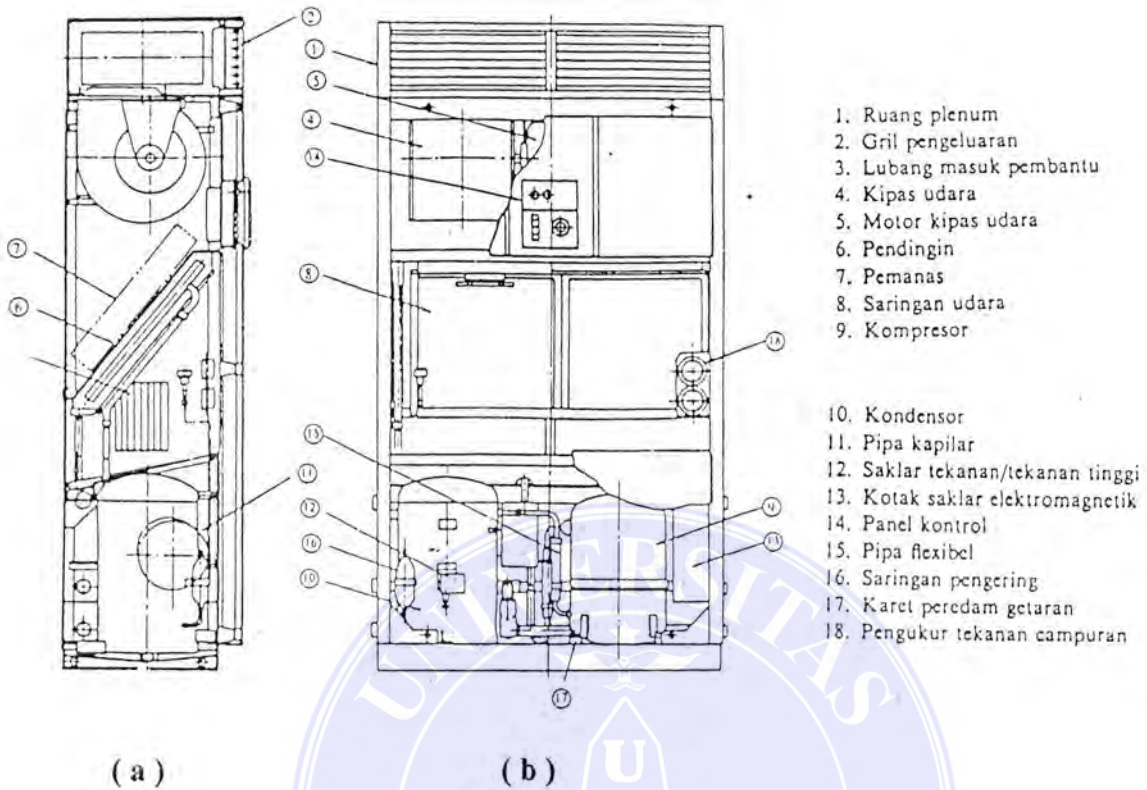
Pengkondisian udara paket terdiri dari peralatan penyejar dan refrigerator yang terletak dalam satu rumah. Gbr.2.2 menunjukkan sebuah kontruksi, di mana pengkondisian udara tersebut terdiri dari kipas udara, koil udara, saringan udara dan panci penampung terletak dibagian atas dari rumah. Dengan demikian udara yang terinduksi melalui lubang masuk akan mencapai temperatur dan kelembaban yang diinginkan. Selanjutnya udara tersebut ditekan masuk ke dalam ruangan plenum yang ada dibagian atas kipas udara, kemudian masuk kedalam ruangan. Dalam keadaan dimana suatu penyejar udara paket harus melayani beberapa ruangan, maka udara dimasukkan kedalam ruangan melalui saluran udara dari ruang plenum.



Gbr. 2.2 Pengkondisian udara paket.

(a) Tampak samping (b) Tampak depan

Koil udara yang di pergunakan biasanya dari jenis ekspansi langsung (DX coil), dimana refrigerant cair dari kondesor diuapkan sehingga udara yang mengalir melalui koil udara tersebut menjadi dingin dan kering. Dibagian bawah dari pengkondisian udara terdapat mesin pendingin yang terdiri dari kompresor, kondensor, pengontrol otomatis dan peralatan listrik. Kompresor yang dipakai dapat berupa kompresor torak ataupun kompresor putar. Motor listrik yang dipakai biasanya berdaya 7.5 KW, dari jenis hermetik dimana motor dan kompresor terletak dalam satu tempat. Kondensor yang dipakai adalah kondensor dengan pendingin air atau dengan pendingin udara.



Gbr. 2.2 Pengkondisian udara paket.

(a) Tampak samping (b) Tampak depan

Koil udara yang di pergunakan biasanya dari jenis ekspansi langsung (DX coil), dimana refrigerant cair dari kondesor diuapkan sehingga udara yang mengalir melalui koil udara tersebut menjadi dingin dan kering. Dibagian bawah dari pengkondisian udara terdapat mesin pendingin yang terdiri dari kompresor, kondensor, pengontrol otomatis dan peralatan listrik. Kompresor yang dipakai dapat berupa kompresor torak ataupun kompresor putar. Motor listrik yang dipakai biasanya berdaya 7.5 KW, dari jenis hermetik dimana motor dan kompresor terletak dalam satu tempat. Kondensor yang dipakai adalah kondensor dengan pendingin air atau dengan pendingin udara.

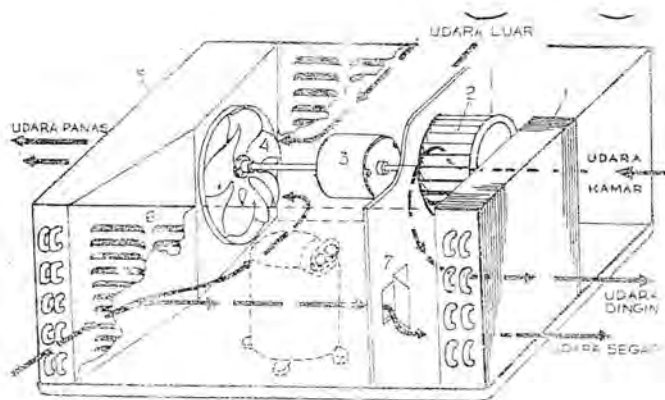
Penyegar udara jenis paket berkapasitas 3 sampai 10 TR (Ton Refrigeran). Kipas yang dipergunakan jenis daun banyak. Koil udara tersebut terdiri dari beberapa tembaga dengan sirip alumunium, dan jenis ekspansi langsung dengan refrigerant R-12, R-22, R-500.

Pengkondisian udara paket sebenarnya tidak cocok untuk pengkondisian udara sepanjang tahun, karena biayanya mahal. Di samping itu efisiensi kipas udara dan kompresor relatif rendah. Namun jenis ini banyak dipakai dalam beberapa gedung karena harga awalnya rendah.

2.2.3 Pengkondisian Udara Kamar

Pengkondisian udara kamar adalah pengkondisian udara paket yang berukuran kecil dengan kapasitas pendingin antara 0,5 sampai 2 TR, tersedia dalam jenis lantai, langit-langit, jenis dinding dan jenis jendela. Kondensor dengan pendingin air dipakai pada instalasi yang besar, tetapi dapat juga dipakai kondensor dengan pendingin udara. Kondensor dengan pendingin udara biasanya diletakkan diluar kamar, terpisah dari unit tersebut.

Gbr.2.3 menunjukkan kontruksi penyegar udara jenis jendela dengan kompresor torak atau kompresor putar. Kipas udara berdaun banyak dipasang didalam kamar (dibagian evaporator) sedangkan kipas udara propeler dipasang dibagian luar (dibagian kondensor).

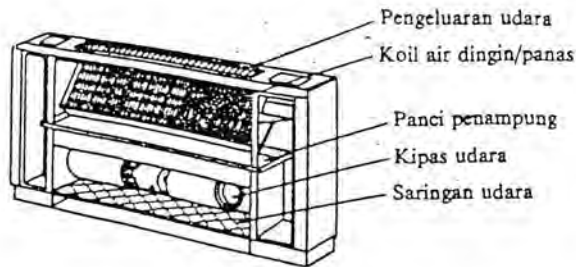


Gbr. 2.3 Pengkondisian udara kamar

Motor listrik menggerakkan kedua kipas tersebut. Pengeluaran udara kamar dapat dilakukan dengan menjalankan dan menghentikan kerja kompresor, berdasarkan temperatur masuk. Pengkondisian udara ini biasa digunakan untuk ruangan yang berukuran kecil. Pengkondisian udara ini mudah dipasang dan dijalankan. Jenis ini banyak digunakan di rumah- rumah dan didalam gedung.

2.2.4 Pengkondisian Udara Unit Koil Kipas Udara.

Pengkondisian udara unit koil kipas udara adalah pengkondisian udara kecil yang dipergunakan didalam ruangan, terdiri dari kipas udara, motor listrik, koil udara dan saringan udara yang terletak dalam satu tempat, (Gbr.2.4).

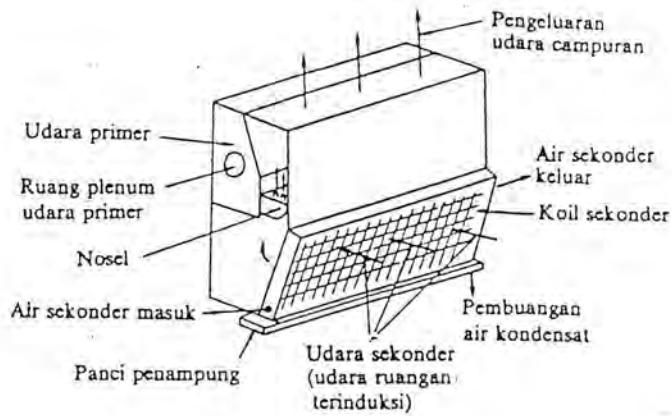


Gbr 2.4 Pengkondisian Udara Unit Koil Kipas Udara

Di dalam unit tersebut udara, ruangan yang diisap masuk diatur temperatur serta kelembabannya, kemudian dimasukkan kembali kedalam ruangan. Unit tersebut dapat merupakan jenis lantai atau jenis langit-langit, yang dapat diletakkan di atas lantai atau digantung di langit-langit atau ditanam didalamnya. Unit kipas koil kipas udara dapat dipasang langsung didalam ruangan.

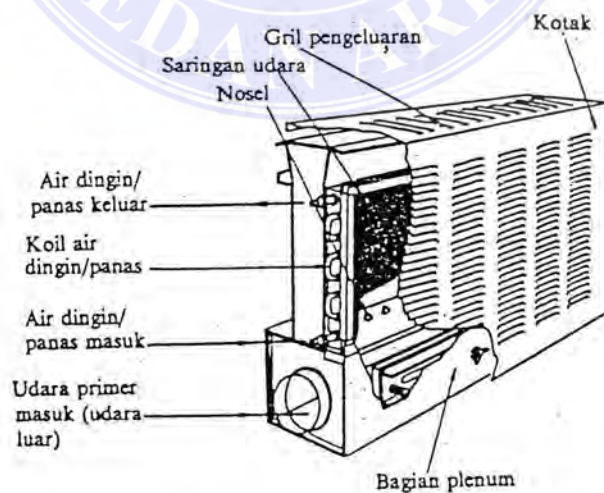
2.2.5 Pengkondisian Udara Unit Induksi

Pengkondisian udara unit induksi, sama seperti unit koil kipas udara yang dapat dipasang langsung didalam ruangan. Unit tersebut mempunyai kotak udara, nosel, koil udara sekunder dan penutup (Gbr.2.5)



Gbr.2.5 Unit Induksi Jenis Tekanan Tinggi

Saringan udara dapat dipakai sebagai accessoris. Dalam unit induksi ini, udara sentral (udara primer) dimasukkan ke dalam kotak udara primer, kemudian dialirkan melalui nosel, sehingga udara masuk dengan kecepatan tinggi kedalam ruang pencampur. Dengan pengaruh induksi dari pancaran udara tersebut, udara ruangan (udara sekunder) terisap dan masuk melalui koil udara sekunder sehingga didinginkan, kemudian bercampur dengan udara primer dan masuk kedalam ruangan yang akan disegarkan.



Gbr. 2.6 Unit Induksi Jenis Tekanan Rendah.

Gbr. 2.5 dan Gbr.2.6 menunjukkan konstruksi dari unit yang ada. Tekanan nosel berkisar 25 sampai 70 mm H²O untuk unit yang pertama, dan antara 5 sampai 12 mm H²O untuk unit yang kedua. Perbandingan pemasukan dari udara ruangan kira-kira 3 sampai 5 untuk unit yang pertama, dan sekitar 1 sampai 2 untuk unit yang kedua. Kedua unit ini dapat pula di sebut jenis tekanan tinggi dan jenis tekanan rendah.

2.3 Spesifikasi Peralatan Sistem Pengkondisian Udara

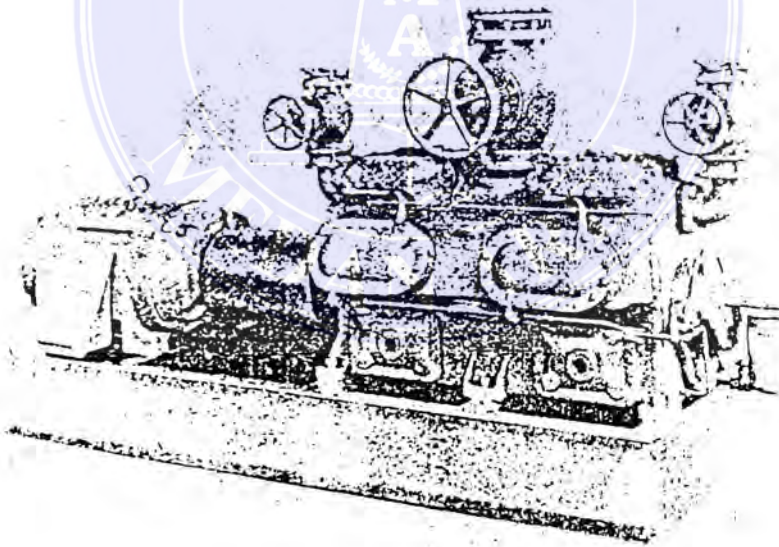
2.3.1 Kompresor

Kompresor adalah bagian terpenting dalam suatu sistem pengkondisian udara. Pada tubuh manusia kompresor dapat diumpamakan sebagai jantung yang memompakan darah keseluruh tubuh kita. Kompresor menekan bahan pendingin kesemua bagian dari sistem. Kompresor berfungsi untuk membuat perbedaan tekanan, sehingga bahan pendingin mengalir dari suatu bagian kebagian lain dari suatu sistem. Karena adanya perbedaan tekanan antara sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah, maka bahan pendingin cair dapat mengalir melalui alat pengatur bahan pendingin. Kompresor yang umum dipakai ada empat jenis, yaitu :

- a. Kompresor Torak
- b. Kompresor Sekrup (Screw)
- c. Kompresor Sudu (Vane)
- d. Kompresor Sentrifugal

a. Kompresor Torak

Kompresor torak sampai saat ini paling banyak dipakai untuk sistem pengkondisian udara. Terutama dipakai dengan bahan pendingin yang memerlukan pergerakan torak (piston displacement) yang kecil dan mengembun pada tekanan yang tinggi. Kompresor torak mempunyai lubang yang sempit pada dudukan katupnya. Tidak dapat dipakai secara ekonomis untuk bahan pendingin dengan tekanan rendah yang memerlukan jumlah volume yang besar. Gbr.2.7 menunjukkan sebuah kompresor torak dengan 16 silinder untuk amoniak. Pada saat berlangsung langkah hisap piston, gas refrigerannya yang bertekanan rendah ditarik masuk melalui katup hisap yang terletak pada piston atau dikepala kompresor.



Gbr.2.7 Kompresor torak dengan 16 Silinder

Dengan mengikuti kecenderungan kebanyakan mesin-mesin yang berputar (rotative), kecepatan putar kompresor terus meningkat dibuktikan dengan kecepatan kompresor yang konvensional yang lambat, yaitu 2 atau 3 putaran perdetik, naik menjadi 60 putaran perdetik.

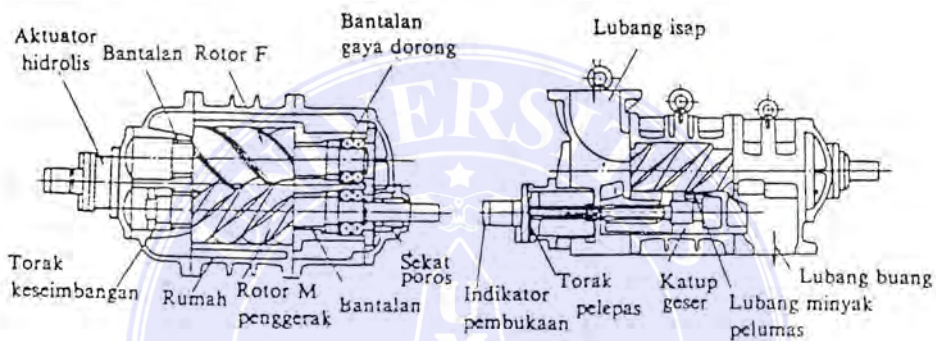
Jenis kompresor lain yang hampir sama dengan kompresor torak adalah **Kompresor Hermetik** (Gbr. 2.8) kompresor torak jenis Hermetik ini, biasanya disebut kompresor jenis tertutup. Rumah kompresor dibuat dari baja dengan pengerjaan las, sehingga baik kompresor maupun motor listrik tak dapat diperiksa tanpa memotong rumah kompresor. Oleh karena itu komponen dari kompresor hermetik haruslah terpercaya dan dapat diandalkan. Kompresor hermetik biasanya dibuat untuk unit berkapasitas rendah, sampai 7,5 Kw, misalnya pada penyegaran udara paket. Sementara itu ada kecenderungan menggunakan motor listrik putaran tinggi dengan dua pool 3000 rpm 50 Hz, sebagai pengganti motor listrik empat pool 1500 rpm, 50 Hz atau 1800 rpm 60 Hz.



Gbr. 2.8 Kompresor Hermetik

b. Kompresor Sekrup

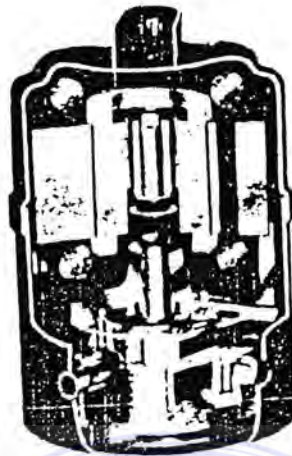
Kompresor Sekrup dirancang untuk memperoleh kompresor udara tanpa minyak pelumas, memiliki dua buah rotor yang berpasangan, berturut-turut dengan gigi jantan dan gigi betina. Kompresor sekrup dibuat untuk dipergunakan pada mesin refrigerasi, seperti Gbr. 2.9 dengan mekanisme pelumas yang terpadu.



Gbr. 2.9 Kontruksi kompresor sekrup.

c. Kompresor Sudu (Vane Compressors)

Kompresor sudu banyak digunakan untuk lemari es, freeser, dan pengkondisian udara rumah tangga, walaupun dapat juga digunakan sebagai kompresor pembantu (booster kompresor) pada bagian tekanan rendah sistem kompresi tingkat besar. Gbr.2.10 adalah suatu kompresor sudu, jenis roller.

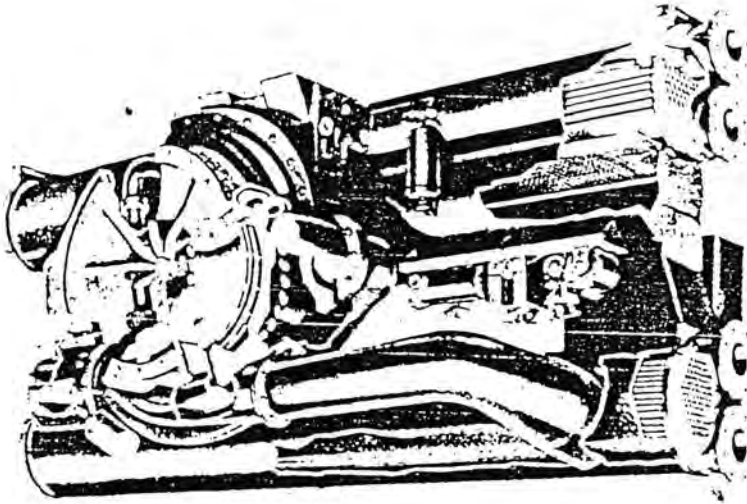


Gbr. 2.10 Kompresor sudu

Garis sumbu poros terletak secara eksentrik pada rotor, sehingga bila rotor tersebut berputar, akan menyentuh dinding silinder. Kompresor jenis ini mempunyai suatu pembagi yang diberi pegas, untuk memisahkan rongga hisap dan rongga buang.

d. Kompresor Sentrifugal

Kompresor sentrifugal melayani sistem-sistem refrigerasi yang berkapasitas antara 200 hingga 10.000 KW. Kompresor sentrifugal banyak digunakan untuk instalasi yang besar. Gbr.2.11 memperlihatkan potongan gambar suatu sistem kompresor sentrifugal yang lengkap.



Gbr.2.11 Sistem Kompresor Sentrifugal

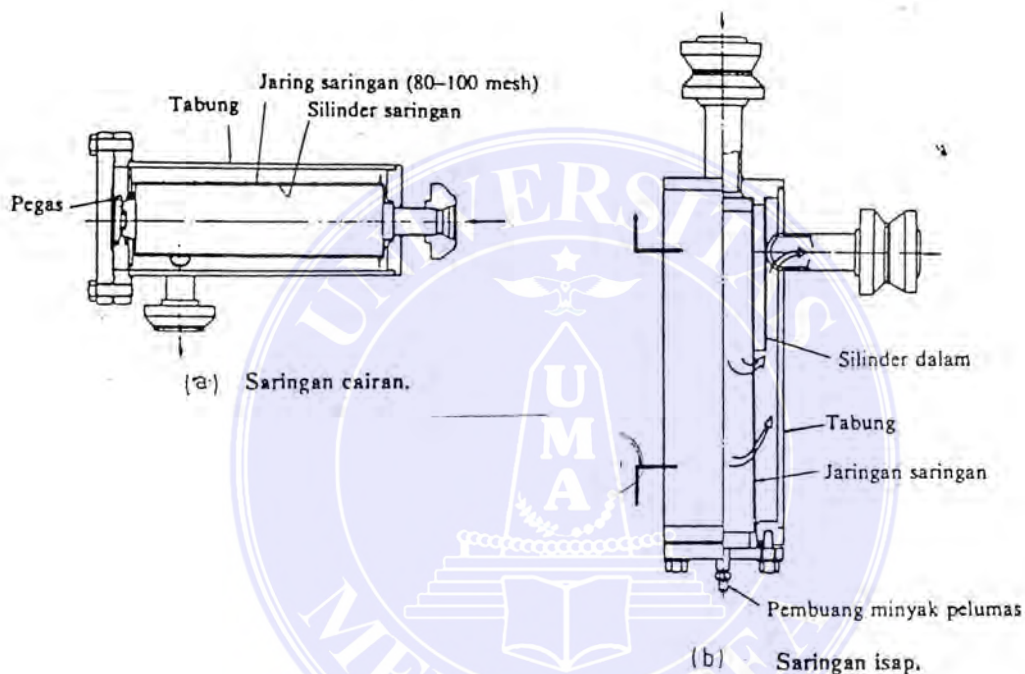
Kompresor sentrifugal merupakan pilihan untuk unit-unit berkapasitas besar, khususnya untuk instalasi pengkondisian udara yang besar. Pada kebanyakan instalasi seperti ini, udara didinginkan di banyak lokasi yang jauh dari ruang kompresor. Karena penggunaan air sebagai media pembawa kalor didalam koil-koil pendingin lebih disukai dari pada penyaluran refrigerant yang rumit.

2.3.1.1 Motor Penggerak Kompresor

Motor penggerak dari kompresor banyak di pakai jenis motor listrik tiga fasa sistem langsung, terutama untuk kompresor jenis hermatik. Dimana motor listrik berfungsi sebagai penggerak mula yang kuat dan efisiensi yang baik. Kompresor hermatik mempunyai motor listrik dan kompresor yang berada di dalam rumah dan tertutup rapat. Motor listrik ini mempunyai rotor yang menjadi satu dengan poros kompresor. Tegangan yang dipakai pada motor umumnya tiga fasa 380 volt dan 440 volt.

3.2.1.2 Saringan pada kompresor dan pipa

Kotoran dan serbuk logam yang ada didalam refrigeran yang bersirkulasi dapat mengedap atau menempel pada pipa yang menuju ke katup isap dan katup buang kompresor, sehingga akan mengganggu kerja kompresor, selain itu juga akan merusak bantalan dan penyekat poros.



Gbr.2.12 (a.) Saringan cairan (b.) saringan isap

Oleh sebab harus dibuang dengan mengalirkan refrigerant melalui saringan cairan atau pipa. Saringan cairan dipasang sebelum katup ekspansi dari pipa refrigerant. Saringan dapat diperiksa dan dibersihkan, tanpa membuka pipa-pipa, seperti terlihat pada Gbr. 2.12.a dan Gbr.2.12.b

2.3.2 Kondensor

Kondensor adalah alat untuk penukar kalor. Kondensor gunanya untuk membuang kalor dan mengubah wujud zat pendingin dari gas menjadi cair. Kondensor yang paling banyak digunakan adalah jenis tabung dan pipa (shell and tube), seperti terlihat pada Gbr.2.13



Gbr.2.13 Kondensor berpendingin air berbentuk tabung dan pipa.

Kondensor tabung dan pipa banyak dipergunakan pada unit kondensor yang berukuran kecil dan besar. Di dalam kondensor tabung dan pipa banyak terdapat pipa pendingin, dimana air pendingin mengalir didalam pipa-pipa tersebut. Ujung dan pangkal pipa pendingin terikat pada pelat pipa. Sedangkan diantara pelat pipa dan tutup tabung dipasang sekat-sekat, untuk membagi aliran air yang melewati pipa-pipa tersebut dan untuk mengatur agar kecepatannya tinggi (1,5 – 2 m/det).

Kelebihan / kekurangan kondensor tabung dan pipa adalah sebagai berikut :

- a. Dapat dibuat dengan pipa berpendingin bersirip, sehingga relatif berukuran kecil dan ringan.
- b. Pipa air dapat dibuat lebih mudah.

- c. Bentuknya sederhana (Horizontal) dan mudah pemasangannya.
- d. Pipa pendingin mudah dibersihkan.

Jenis kondensor lain yang juga sering digunakan adalah **Jenis Pipa Ganda** , kondensor ini merupakan susunan dari dua pipa koaksial, dimana refrigerant mengalir melalui saluran yang terbentuk antara pipa dalam dan pipa luar, dari atas ke bawah. Sedangkan air pendingin mengalir didalam pipa-dalam dengan arah berlawanan dengan arah aliran refrigeran, jadi dari bawah ke atas. Gbr.2.14 menunjukkan kondensor jenis pipa ganda, dalam bentuk koil.



Gbr. 2.14 Kondensor koil pipa ganda.

Pipa dalam, dapat dibuat bersirip dan tanpa sirip. Kecepatan aliran air dalam pipa pendingin berkisar antara 1 sampai 2 m/detik. Sedangkan perbedaan antara temperatur air pendingin keluar dan masuk pipa pendingin keluar dan masuk pipa pendingin kira-kira 8 sampai 10^o C. Laju perpindahan kalornya relatif besar.

Kelebihan / kesulitan penggunaan kondensor jenis pipa ganda adalah sebagai berikut :

- a. Kontruksi sederhana dengan harga yang memadai.
- b. Dapat mencapai kondisi sangat dingin karena arah aliran refrigeran dan air pendingin berlawanan.
- c. Penggunaan air pendingin relatif kecil.
- d. Kesulitan dalam membersihkan pipa, harus mempergunakan deterjen.
- e. Pemeriksaan terhadap korosi dan kerusakan pipa tidak mungkin dilaksanakan dan penggantian pipa juga sukar dilaksanakan.

2.3.3 Evaporator

Evaporator adalah penukar kalor yang memegang peranan yang paling penting didalam sirkus refrigerasi, yaitu mendinginkan media disekitarnya. Ada beberapa macam evaporator, sesuai dengan tujuan penggunaannya, bentuknya pun dapat berbeda-beda pula. Hal tersebut disebabkan karena media yang hendak didinginkan dapat berupa gas, cairan atau zat padat. Maka evaporator dapat dibagi menjadi beberapa bagian, sesuai dengan refrigerant yang ada didalamnya, yaitu jenis ekspansi kering, jenis setengah basah, jenis basah dan sistem pompa cairan.

2.3.3.1 Beberapa Macam Evaporator

a. Jenis Ekspansi Kering

Dalam jenis ekspansi, cairan refrigerant yang diekspansikan melalui katup, pada waktu masuk kedalam evaporator sudah dalam keadaan campuran cair dan uap, sehingga keluar dari evaporator dalam keadaan uap kering.

Oleh karena sebagian besar dari evaporator terisi oleh uap refrigerant, maka perpindahan kalor terjadi tidak begitu besar, jika dibandingkan dengan keadaan di mana evaporator terisi oleh refrigeran cair. Akan tetapi evaporator jenis ekspansi kering tidak memerlukan refrigeran dalam jumlah besar. Di samping itu, jumlah minyak pelumas yang tertinggal didalam evaporator sangat kecil. Jumlah refrigeran yang masuk kedalam evaporator dapat di atur oleh katup ekspansi sedemikian rupa sehingga semua refrigeran meninggalkan evaporator dalam bentuk uap jenuh, dan bahkan dalam keadaan sangat panas.

b. Evaporator jenis setengah basah

Evaporator jenis setengah basah adalah evaporator dengan kondisi refrigeran diantara evaporator jenis ekspansi kering dan ekspansi basah. Dalam evaporator ini selalu terdapat refrigeran cair dalam pipa penguapannya. Oleh karena laju perpindahan kalor dalam evaporator jenis setengah basah lebih tinggi dari pada yang dapat diperoleh pada jenis ekspansi kering, tetapi lebih rendah dari pada yang diperoleh pada jenis basah.

Pada jenis ekspansi kering, refrigeran masuk dari bagian atas koil sedangkan pada evaporator jenis setengah basah, refrigeran dimasukkan dibagian bawah koil evaporator.

c Evaporator jenis basah

Dalam evaporator jenis basah sebagian besar dari evaporator terisi oleh cairan refrigeran. Proses penguapannya terjadi seperti ketel uap. Gelembung refrigeran yang terjadi karena pemanasan akan naik, pecah pada permukaan cairan atau terlepas dari permukaannya. Sebagian refrigeran kemudian masuk kedalam akumulator yang memisahkan uap dari cairan.

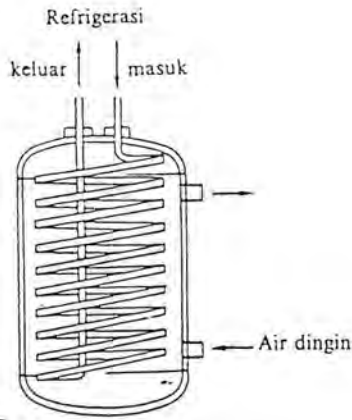
Maka refrigeran yang ada dalam bentuk uap sajalah yang masuk kedalam kompresor. Bagian refrigeran cair yang dipisahkan didalam akumulator akan masuk kembali kedalam evaporator, bersama-sama dengan refrigeran (cair) yang berasal dari kondensor.

2.3.3.2 Beberapa macam konstruksi evaporator

a. Evaporator tabung koil

Pada evaporator tabung koil terdapat koil pipa tunggal atau koil pipa ganda didalam sebuah selinder. Refrigeran mengalir di dalam koil pipa untuk mendinginkan air atau larutan garam yang ada dibagian luar koil.

Evaporator tabung dan koil dapat dibuat dengan mudah, sebab tidak memerlukan pelat pipa untuk memasang ujung dan pangkal pipa, seperti yang terdapat pada kondensor tabung dan pipa. Gbr. 2.15 memperlihatkan evaporator tabung dan koil. Evaporator jenis ini hanya dipakai pada mesin refrigeran yang relatif kecil.

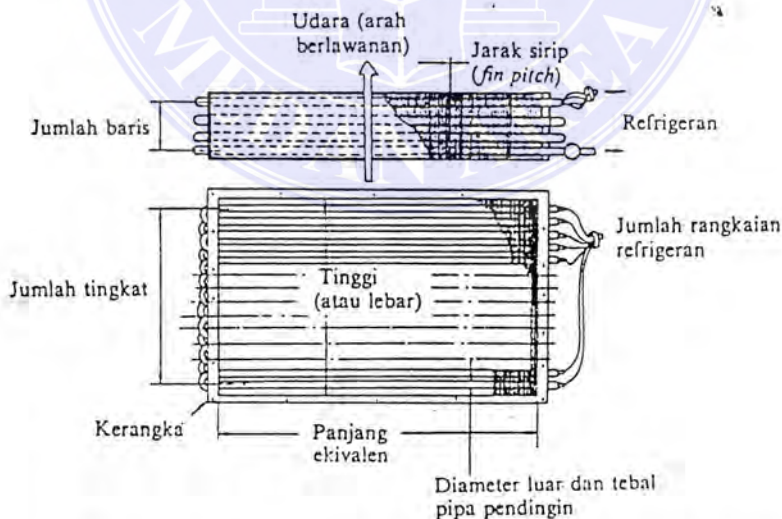


Gbr. 2.15 Evaporator tabung dan koil

b. Koil dengan pendingin udara

Koil dengan pendingin udara adalah seperti yang dipakai pada suatu sistem pengkondisian udara, terdiri dari koil pipa bersirip pada bagian luarnya.

Gbr.2.16 adalah koil pendingin udara jenis ekspansi langsung dimana refrigeran diuapkan secara langsung didalam pipa evaporator.

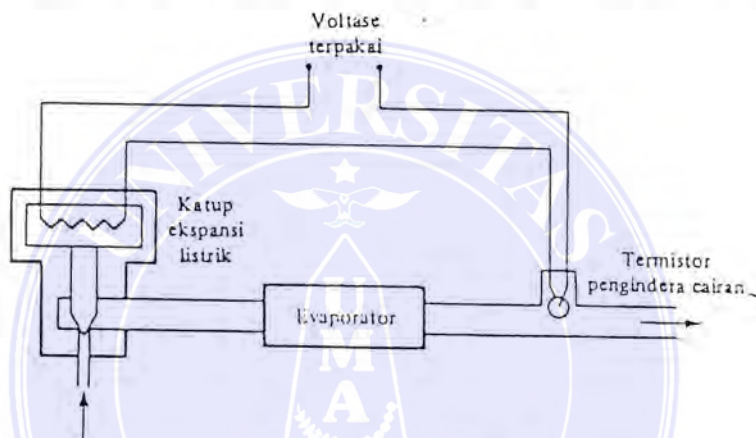


Gbr 2.16 Evaporator pendingin udara ekspansi langsung

- a. Bahan pendingin harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
- Tidak beracun, tidak berwarna, tidak berbau dalam suatu keadaan.
 - Tidak dapat terbakar atau meledak sendiri, juga bercampur dengan udara, minyak pelumas dan sebagainya
 - Tidak korosip terhadap logam yang dipakai pada suatu sistem pengkondisian udara.
 - Dapat bercampur dengan minyak pelumas kompresor, tetapi tidak mempengaruhi atau merusak minyak pelumas tersebut.
 - Mempunyai titik didih yang rendah, harus lebih rendah dari suhu evaporator yang direncanakan.
 - Mempunyai struktur kimia yang stabil, tidak boleh terurai setiap kali dimanpaatkan, diembunkan dan diuapkan.
 - Mempunyai tekanan kondensasi yang rendah. Tekanan kondensasi yang tinggi memerlukan kompresor yang besar dan kuat, juga pipa-pipa harus kuat dan kemungkinan bocor besar.
 - Apabila terjadi kebocoran mudah diketahui dengan alat-alat yang sederhana.
 - Mempunyai tekanan penguapan yang sedikit lebih tinggi dari pada 1 ATM, sehingga apabila terjadi kebocoran, udara keluar tidak dapat masuk ke dalam sistem.
 - Mempunyai kalor laten uap yang besar, agar jumlah panas yang diambil oleh evaporator dari ruangan menjadi besar jumlahnya, sebaliknya jumlah bahan pendingin dipakai sedikit.
 - Harganya murah.

2.3.4 Katup ekspansi

Katup ekspansi dipergunakan untuk menurunkan tekanan cairan refrigeran dan mengatur aliran refrigeran cair dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator Gbr.2.17 memperlihatkan suatu katup ekspansi listrik menggunakan sebuah thermistor untuk mendeteksi adanya cairan pada arus keluar evaporator. Bila tidak terdapat cairan, suhu thermistor naik dan tahanannya turun sehingga memungkinkan naiknya arus listrik yang melalui pemanas dikatup, akibatnya katup membuka, dan laju aliran refrigeran naik.



Gbr 2.17 Katup ekspansi listrik

2.3.5 Refrigerant

Refrigeran adalah suatu zat yang mudah diubah wujudnya dari gas menjadi cair atau sebaliknya. Refrigeran banyak sekali macamnya tetapi tidak satupun yang dapat dipakai untuk semua keperluan. Kita perlu mendinginkan dalam beberapa tingkat suhu yang berbeda-beda, maka bahan pendingin hanya dapat dikatakan tepat dan sesuai untuk suatu keperluan saja.

b. Beberapa keunggulan Refrigeran

Keuntungan R-22 terhadap R-12:

- a. Untuk pergerakan torak yang sama, kapasitasnya 60% lebih besar.
- b. Untuk kapasitas yang sama, bentuk kompresor lebih kecil, pipa-pipa yang dipakai juga lebih kecil ukurannya.
- c. Pada suhu di evaporator antara -30 s/d -40 °C, tekanan dari R-22 lebih dari 1 Atmosfir, sedangkan dari R-12 kurang dari 1 Atmosfir.

Keuntungan R-12 terhadap R-22 :

- a. Tekanan kerja dan suhu kerja lebih rendah
- b. Bercampur dengan minyak lebih baik pada semua keadaan.
- c. Harganya murah.

Keuntungan R-500 terhadap R-12 :

- a. Jika dipakai dengan mesin yang sama, dapat memberikan kapasitas 18 % lebih besar.
- b. Dapat dipakai dari daerah 60 Hz dengan R-12 ke daerah 50 Hz dengan R-500, pada mesin yang sama akan memberikan kapasitas yang sama pula.

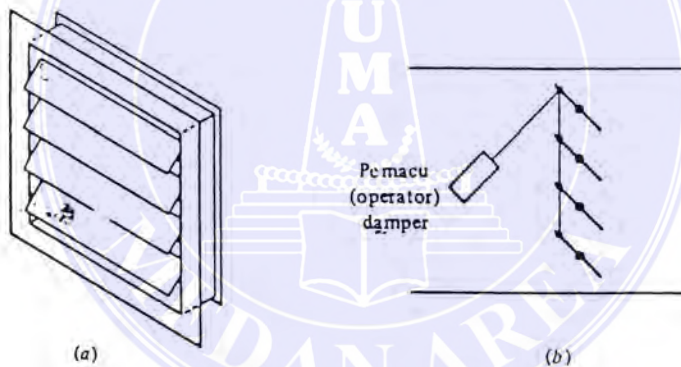
Keuntungan R-502 terhadap R-22 :

- a. Kapasitasnya 15-25 % lebih besar, pada pemakaian suhu -18 dan yang lebih rendah.
- b. Kompresor akan bekerja dengan suhu yang lebih rendah sehingga akan dapat memperpanjang daya tahan katup dan lain-lain.
- c. Kepala silinder dari kompresor yang besar tidak perlu didinginkan dengan air, karena suhunya sama dengan kompresor yang memakai R-12, sedangkan biasanya diperlukan pada R-22.

- d. Suhu motor dan minyak pelumas tetap rendah , sehingga minyak pelumas kompresor tetap dapat memberikan pelumasan dengan baik, karena kekentalannya tetap tidak berubah.

2.3.6 Damper

Damper adalah pengatur aliran udara yang terdiri dari plat logam yang diberi sumbu, seperti tampak dalam Gbr.2.18. Damper dipasang pada lokasi sedemikian, seperti pada jalur sistem volume udara variabel atau saluran udara luar. Operator Damper adalah suatu kombinasi silinder piston, dimana piston ditekan oleh suatu pegas, sehingga damper bergerak membuka dan menutup lebar ataupun sempit.



Gbr. 2.18 (a). Suatu rakitan damper (b). Secara skema

2.3.7 Menara Pendingin

Menara pendingin berguna untuk mensirkulasikan kembali air yang sudah dipakai, sehingga air tersebut tidak terbuang, setelah itu dialirkan kembali ke mesin. Air yang hilang karena menguap harus diganti, yaitu dengan memasukkan air tambahan kedalam sistem air pendingin.

a. Menara Pendingin Tarikan Paksa

Jenis Menara Pendingin ini yang paling populer. Menara pendingin merupakan ruangan dimana air panas disemprotkan atau dipancarkan kebawah, sementara itu udara atmosfer dialirkan melalui atau berlawanan dengan arah jatuhnya air panas. Dengan demikian air panas itu didinginkan.

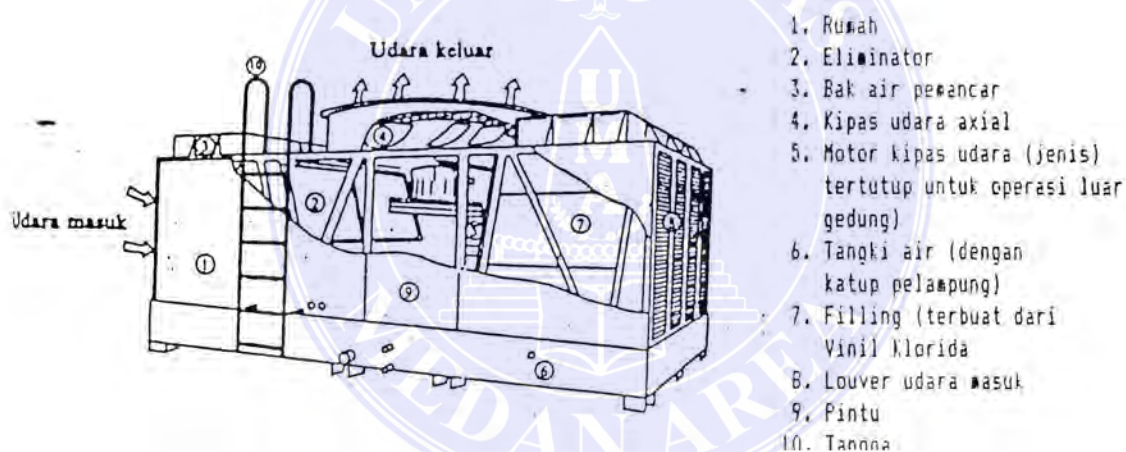


Gbr. 2.19 Menara Pendingin Jenis aliran terbuat dari bahan Resin.

Menara pendingin terbuat dari (FRP) Resinreinforced glass fibre , yang sangat ringan dan tahan terhadap korosi (lihat Gbr.2.19) . Pada menara pendingin udara ini, kipas udara digunakan untuk mengalirkan udara cukup banyak sehingga dapat memperbaiki perpindahan kalor.

b. Menara Pendingin Aliran Melintang Terbuat Dari Plat Baja.

Menara pendingin terbuat dari plat baja yang dilapisi dengan zat anti korosi, seperti terlihat pada Gbr. 2.20. Udara atmosfer masuk melalui bagian samping dan keluar melalui bagian atas pendingin. Sedangkan air panas dipancarkan dengan pertolongan pompa yang dipasang di atas menara pendingin. Dengan demikian udara akan berkontak dengan air. Ciri dari menara pendingin aliran melintang adalah bahwa udara dan air panas mengalir dalam arah tegak lurus satu sama lain. Menara pendingin berukuran besar biasanya menggunakan jenis ini, karena dengan jenis aliran berlawanan akan menyebabkan konstruksi menara pendingin terlalu tinggi.



Gbr. 2.20 Menara Pendingin Jenis Aliran Melintang Terbuat Dari Baja

2.4 Sistem Kontrol

Suatu sistem kontrol adalah hubungan timbal balik antara komponen-komponen yang membentuk sesuatu konfigurasi dan menghasilkan suatu hasil yang diinginkan.

Hasil ini disebut respon atau tanggapan.

Kontrol keteknikan berkepentingan mengatur atau mengendalikan bagian-bagian lingkungan yang disebut sistem, untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi dan berguna bagi masyarakat.

Teknik pengaturan dilaksanakan berdasarkan tehnik umpan balik (feed back) dan dasar untuk menganalisa sistem adalah landasan yang diberikan sistem linear dan menganggap adanya hubungan sebab akibat. Sistem pengaturan pada dasarnya terbagi atas 2 Jenis, yaitu :

- a. Sistem pengaturan alamiah
- b. Sistem pengaturan buatan manusia

Kedua sistem ini mempunyai tujuan yang sama yaitu mengendalikan atau mengatur suatu besaran dalam batas-batas tertentu operasinya. Karena kemajuan dalam teori dan praktek, sistem kontrol semakin lama semakin berkembang, sehingga kontrol otomatis telah mengganti peranan penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi.

2.4.1 Klasifikasi sistem kontrol

Sistem kontrol dapat diklasifikasikan dalam dua jenis yaitu :

- a. Sistem kontrol lup terbuka
- b. Sistem kontrol lup tertutup

a. Sistem kontrol lup terbuka

Sistem kontrol lup terbuka adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan. Jadi pada sistem kontrol loop terbuka, keluaran tidak diukur atau diumpan balikkan untuk dibandingkan dengan masukan. Dari Gbr.2.21

ditunjukkan hubungan masukan keluaran untuk sistem kontrol terbuka. Sebuah contoh praktis adalah mesin cuci. Perendaman,, pencucian dan pembilasan pada mesin cuci dioperasikan pada basis waktu. Mesin cuci ini tidak mengukur sinyal keluaran, misalnya kebersihan pakaian.

Pada sistem kontrol lup terbuka keluaran tidak dibandingkan dengan masukan acuan. Sehingga untuk setiap masukan acuan, terdapat suatu kondisi operasi yang tetap. Jadi ketelitian sistem tergantung pada kalibrasi. Sistem kontrol lup terbuka harus dikalibrasi dengan hati-hati dan harus menjaga kalibrasi tersebut agar dapat dimanfaatkan dengan baik.

Dengan adanya gangguan, sistem kontrol lup terbuka tidak dapat bekerja seperti yang diinginkan. Kontrol lup terbuka dapat digunakan dalam praktek hanya jika hubungan antara masukan dan keluaran diketahui dan jika tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal. Jelaslah bahwa sistem semacam ini bukan sistem kontrol berumpan balik. Maka setiap sistem kontrol yang bekerja pada basis waktu adalah lup terbuka.

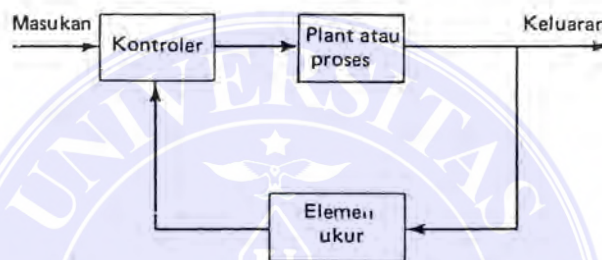


Gbr 2.21 kontrol lup terbuka.

b. Sistem Lup Tertutup

Sistem kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Jadi sistem lup tertutup adalah

sistem kontrol berumpan balik. Sinyal kesalahan penggerak yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik, diumpankan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Dengan kata lain “ lup tertutup “ berarti menggunakan aksi umpan balik untuk memperkecil kesalahan sistem. Gbr. 2.22 menunjukkan masukan-keluaran dari sistem kontrol lup tertutup. Gambar semacam ini di sebut diagram blok.

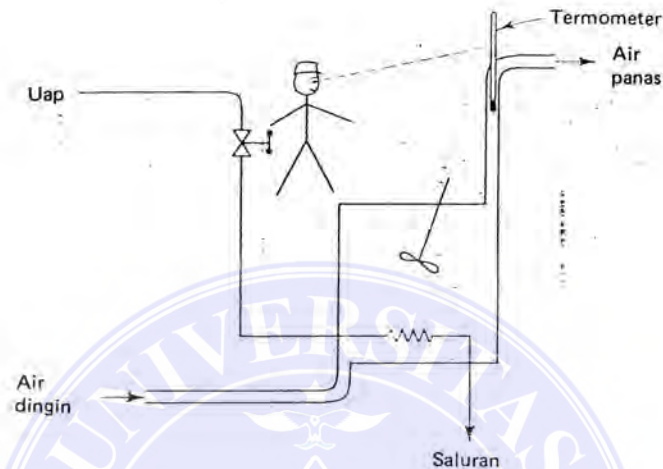


Gbr. 2.22 Sistem kontrol lup tertutup

Untuk melukiskan konsep sistem kontrol lup tertutup, perhatikan Gbr.2.23 . disini manusia bekerja sebagai kontroler. Ia ingin menjaga temperatur air panas pada harga tertentu. Termometer yang dipasang pada pipa keluaran air panas mengukur temperatur yang sebenarnya. Temperatur ini adalah keluaran sistem. Jika operator membaca penunjukan termometer dan mendapatkan bahwa temperatur lebih tinggi dari pada harga yang diinginkan, maka ia akan memperkecil besarnya catu uap untuk menurunkan temperatur ini.

Ada kemungkinan bahwa temperatur menjadi terlalu rendah sehingga perlu mengulangi rangkaian operasi di atas pada arah yang sebaliknya. Aksi kontrol ini didasarkan pada operasi lup tertutup. Karena baik balikan dari keluaran (temperatur air)

untuk perbandingan dengan masukan acuan dan aksi pengontrolan terjadi melalui aksi operator, maka sistem ini di sebut sistem kontrol lup tertutup. Sistem semacam ini dapat disebut sistem kontrol manual berumpan balik atau sistem kontrol manual lup tertutup.



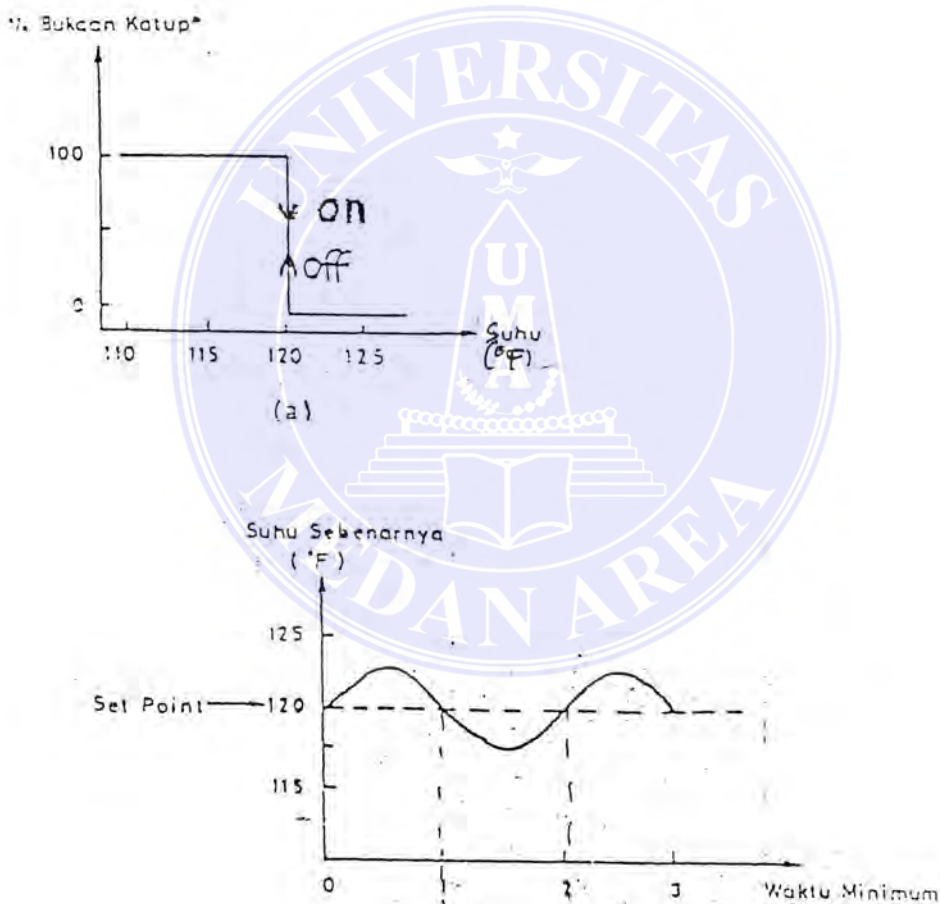
Gbr. 2.23 Kontrol manual berumpan balik dari sebuah sistem termal.

2.4.2 Kontrol ON-OFF

Metode ini tidak mahal, mudah di atur, dipelihara dan dapat diandalkan. Pada cara pengontrolan ON-OFF juga dikenal sebagai kontrol Bangbang. Jika sinyal kesalahan positif alat kontrol mengirimkan sinyal koreksi akhir kesalahan satu dari dua posisi tersebut. Jika sinyal kesalahan negatif alat kontrol mengirimkan sinyal koreksi akhir keposisi lainnya.

Dari Gbr 2.24 dapat kita lihat , jika nilai terukur dari suhu lebih kecil dari 120° F walaupun sedikit sekali, katup ini dalam keadaan 100 % terbuka. Jika nilai terukur dari suhu lebih besar dari 120° F walaupun sedikit sekali katup dalam keadaan 0 % membuka atau tertutup sama sekali.

Gbr. grafik 2.24 memperlihatkan grafik yang khas dari nilai suhu yang diukur versus waktu, dengan posisi katup digambar terhadap sumbu waktu yang sama. Perlu dicatat bahwa suhu yang sebenarnya cenderung untuk berisolasi di sekitar set point. Hal ini merupakan karakteristik dari kontrol ON-OFF, gbr. grafik 2.24 memperlihatkan “Over shoot” sebesar 4°F pada arah positif dan pada arah negatif. Nilai ini diambil secara acak. Overshoot yang sebenarnya cenderung tergantung pada sistem dan bisa berbeda untuk arah positif dan negatif.



Gbr 2.24 Kontrol ON –OFF

2.5 Sensor suhu dengan thermostat

Thermostat

Thermostat ruangan mendeteksi variasi temperatur dan membuka atau menutup kontak listrik. Thermostat dibagi menjadi tiga jenis sesuai dengan sensor yang dipakai yaitu : jenis bimetal, jenis sensor thermal dan jenis tahanan listrik.

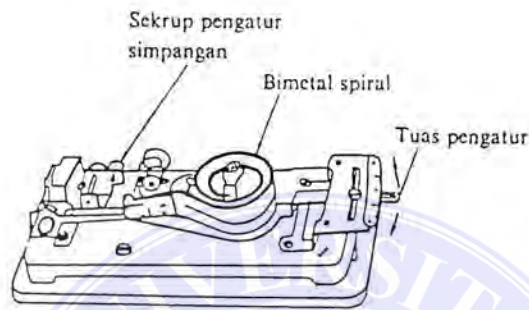
1. Thermostat ruangan bimetal

Thermostat bimetal menyerap energi thermal sehingga perbedaan perpanjangan yang terjadi akan menyebabkan defleksi, sehingga dapat menutup atau membuka kontak. Bimetal dibuat dengan menempelkan dua batang logam yang memiliki koefisien ekspansi yang berbeda.

a. Jenis bimetal spiral

Jenis bimetal spiral seperti terlihat pada Gbr.2.24 merupakan bimetal yang dibuat berbentuk spiral. Jika temperatur ruangan berubah, maka bimetal akan berputar dan kontak yang dipasang pada ujungnya akan menutup atau membuka titik kontak dengan menyetel tuas pengatur gaya putar dapat diubah. Makin tinggi temperatur yang ditetapkan maka makin besar pula gaya yang akan diakibatkan, apabila temperatur naik menuju temperatur batas yang ditetapkan, bimetal akan memberikan gaya yang lebih besar pula. Bimetal bergerak lambat sehingga dapat mengakibatkan loncatan listrik diantara kontak dan terbakar. Untuk mempercepat menutup dan membuka kontak pada posisi kontak tertentu, dapat digunakan magnet yang dipasang disebelah belakang kontak. Kontak untuk keperluan pendingin akan membuka apabila temperatur turun, dan untuk keperluan pemanasan akan membuka apabila temperatur naik, mencapai batas

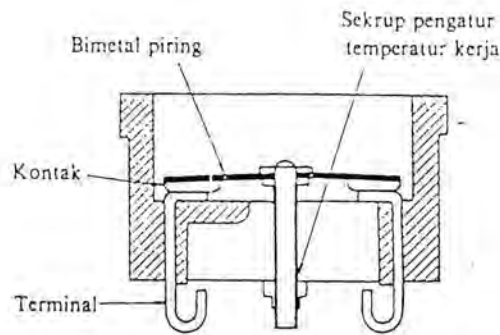
temperatur tertentu yang ditetapkan. Batas temperatur dapat ditetapkan dengan mengatur tuas pengatur pada posisi yang dikehendaki. Dalam hal ini sekrup simpangan disediakan untuk mengatur simpampangan yang dikehendaki dan mengontrol gerakan kontak sesuai dengan cela yang tersedia.



Gbr 2.24 Saklar Thermal jenis bimetal spiral (Thermostat Ruangan)

b. Jenis Piring

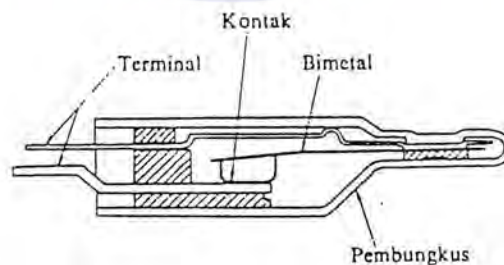
Bimetal jenis piring merupakan bimetal berbentuk piring, terlihat pada gbr.2.25 apabila terjadi perubahan temperatur, piring bimetal akan membuka atau menutup kontak dengan gerakan seperti menutup atau membuka payung. Bimetal piring dirancang sedemikian rupa sehingga bimetal yang bermuatan listrik itu dapat memberikan kesempatan pada waktu menutup atau membuka kontak. Penyetelannya dapat dilakukan dengan menggunakan sekrup pengatur.



Gbr. 2.25 Saklar thermal bimetal piring.

c. Jenis Pelat

Bimetal jenis plat tersedia dalam bentuk yang sederhana tetapi jarang dipakai. Pada jenis ini saklar terbungkus didalam kotak sehingga dapat dicapai, seperti terlihat pada Gbr.2.25 . Dalam perdagangan biasanya jenis ini dipakai untuk melindungi lilitan kawat motor listrik terhadap bahaya temperatur tinggi. Bimetal jenis plat dipasang didalam motor listrik, sehingga apabila temperatur motor melebihi batas temperatur kerja yang diperbolehkan, misalnya karena pembebanan melebihi batas, motor listrik akan berhenti bekerja dan terhindar dari bahaya kebakaran.

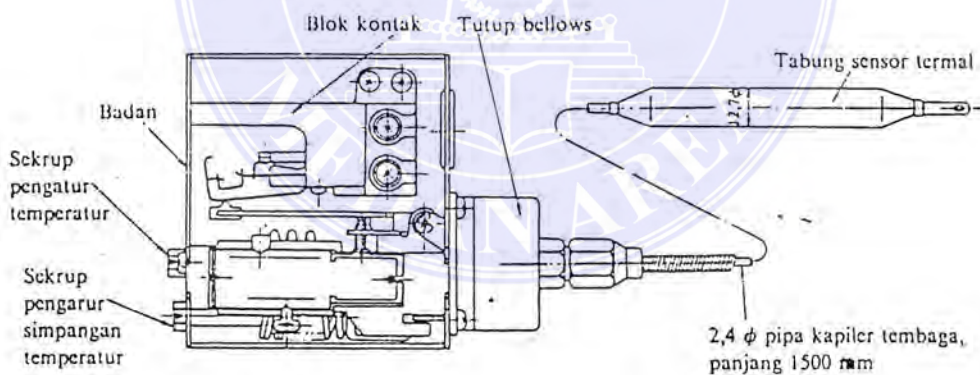


Gbr.2.26 Saklar thermal jenis bimetal plat.

2. Sensor ruangan dengan thermal

Apabila temperatur cairan atau gas yang ada didalam bola sensor thermal naik, tekanan uap jenuh akan naik dan tekanan didalam tutup menjadi semakin tinggi. Dalam hal tersebut, bellows akan mengkerut dan menekan sekrup pengatur, sedangkan piring akan bergerak dan menggerakkan kontak melalui mekanisme tuas kontak, melainkan menggunakan saklar mikro menggerakkan tombol yang akan membuka dan menutup.

Seperti pada saklar tekanan, apabila thermostat ruangan bekerja dengan simpangan yang sempit, pengontrolannya lebih teliti tetapi kontak akan bekerja lebih sering.



Gbr.2.27 Konstruksi tabung sensor thermal

BAB III

KONTROL PENGKONDISIAN UDARA

3.1 Jenis Pengkondisian Udara Yang Dipakai di Gedung Bank Sumut Medan

Jenis pengkondisian udara yang dipakai di gedung Bank Sumut Medan adalah jenis pengkondisian udara sentral. Dimana peralatan–peralatan utama seperti : kompresor, kondensor, evaporator, terletak didalam suatu tempat. Jenis pengkondisian udara ini disebut dengan Water Cooled Packaged Air Conditioner dengan peralatan utama seperti kompresor, evaporator, kondensor, Blower (Fan) terdapat pada suatu tempat atau ruang yang dinamakan AHU (Air Handling Unit) atau unit pengolah udara dingin.

Keuntungan dari water cooled Packaged Air Conditioner antara lain :

- Bila terjadi kerusakan sistem pendingin pada lantai 1 misalnya, maka sistem pendingin pada lantai lainnya tidak mengalami gangguan karena tidak ada hubungan antara sistem pendingin dari lantai 1 dengan lantai lainnya.
- Lebih sederhana
- Pemakaian daya yang lebih kecil

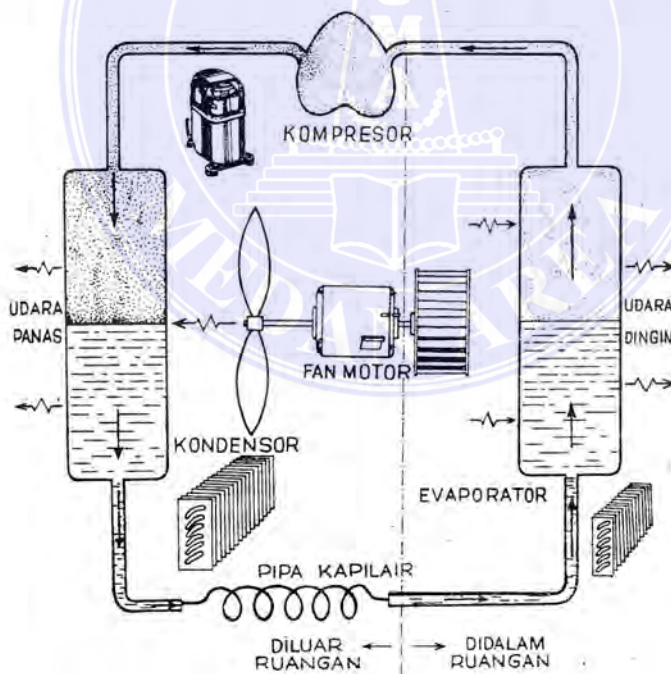
3.2 Cara kerja penkondisian udara

1. Bahan pendingin (Refrigerant) juga disebut Freon adalah zat yang oleh kompresor ditekan mengalir didalam sistem. Wujudnya berubah-berubah dari gas menjadi cair, lalu menguap menjadi gas kembali dan seterusnya.
2. Kompresor sebagai tenaga penggerak, menghisap refrigerant dari (evaporator) dengan suhu rendah dan tekanan rendah, lalu dimanfaatkan sehingga menjadi gas dengan tekanan tinggi dan suhu tinggi. Gas tersebut melalui pipa tekan, ditekan keluar dari kompresor, lalu mengalir ke kondensor.
3. Kondensor didinginkan oleh air yang dikipas melalui menara pendingin dan disirkulasikan melalui pompa. Kondensor yang digunakan adalah jenis pipa ganda. Air pendingin mengalir didalam pipa berlawanan dengan arah aliran refrigeran. Waktu gas dengan suhu tinggi dan tekanan tinggi mengalir melalui pipa sepanjang kondensor, sedangkan aliran air berlawanan dengan aliran gas maka suhunya turun. Setelah suhunya mencapai suhu kondensasi lalu mengembun. Wujudnya sedikit demi sedikit berubah menjadi cair, tetapi tekanannya masih tetap tinggi. Waktu bahan pendingin keluar dari bagian bawah kondensor wujudnya telah berubah menjadi cair pada suhu ruang . Kemudian mengalir kekatub ekspansi melalui saringan untuk mencegah kotoran melewati sistem.
4. Katup ekspansi dipergunakan untuk menurunkan tekanan cairan refrigeran dan mengatur aliran refrigeran cair ke evaporator.
5. Waktu bahan pendingin cair masuk kedalam evaporator, cairan tersebut segera menguap dan wujudnya berubah dari cair menjadi gas dengan suhu rendah dan tekanan rendah. Cairan refrigeran yang diekspansikan melalui katub ekspansi, pada

waktu masuk kedalam evaporator sudah dalam keadaan campuran air dan uap, sehingga keluar dari evaporator dalam keadaan uap kering. Maka uap kering ini yang disirkulasikan melalui fan (blower) kemudian dialirkan dengan perantara ducting (tempat saluran) ke ruangan yang memerlukan udara yang nyaman.

6. Gas dingin dari evaporator mengalir kembali kedalam saluran hisap kompresor. Didalam kompresor gas yang dingin masih berguna untuk mendinginkan kumparan motor dan minyak pelumas kompresor. Kemudian gas dihisap oleh kompresor masuk kedalam silinder dan dimanfaatkan kembali. Gas tersebut keluar dari kompresor lalu mengalir ke kondensor lagi. Demikian kerja ini diulangi terus menerus .

Cara kerja pengkondisian udara tersebut dapat di lihat seperti Gbr. 3.1



Gbr.3.1 Cara Kerja Pengkondisian udara

3.3 Kontrol Pengkondisian Udara

3.3.1 Rangkaian Utama dan Cara kerja

Pengontrolan sistem penyegaran udara ditujukan untuk mengatur kerja mesin supaya dapat melayani perubahan beban kalor, sehingga dapat mempertahankan kondisi ruangan pada tingkat keadaan yang diinginkan. Tingkat keadaan tersebut dinyatakan dengan temperatur dan kelembaban relatif. Dengan demikian pengontrolan tersebut mencakup menghentikan dan atau menjalankan mesin jika suatu tingkat keadaan ruangan sudah tercapai. Disamping itu secara otomatis menghentikan kerja mesin dalam keadaan darurat.

Rangkaian listrik yang digunakan terdiri dari dua rangkaian . Rangkaian utama (rangkaian daya) melayani kebutuhan daya listrik untuk menjalankan motor listrik dan pemanas, rangkaian kedua adalah rangkaian operasi (rangkaian kontrol), digunakan untuk menstart dan menghentikan kerja mesin pengkondisian udara Blok diagram rangkaian listrik dapat dilihat pada Gbr. 3.2



Gbr. 3.2 Blok Diagram Rangkaian Listrik Pengkondisian Udara

Dalam rangkaian kontrol, terdapat rangkaian pelindung yang berfungsi melindungi mesin pengkondisian udara apabila pada suatu saat ada pada suatu kondisi kerja yang kritis.

3.3.2 Kontrol Otomatik Dari Pengkondisian Udara

Untuk mengatur kerja sistem penyegaran udara diperlukan beberapa komponen utama , yaitu :

- ◆ Bagian Deteksi (sensor)

Berfungsi menyatakan temperatur dan kelembaban udara yang hendak dikontrol.

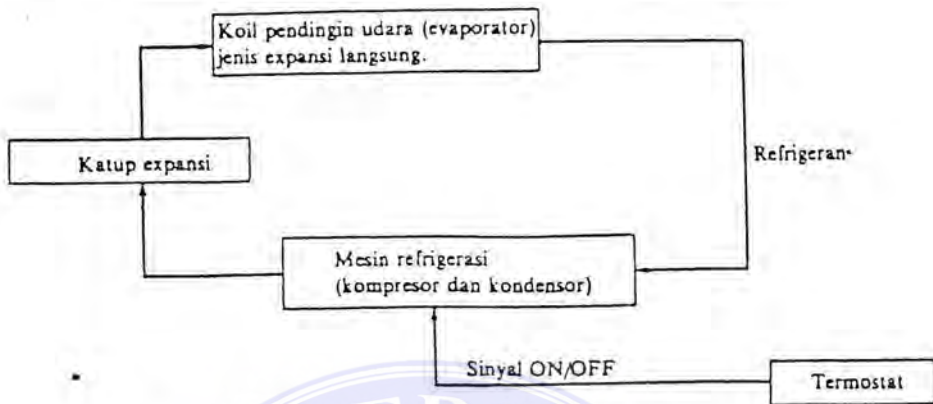
- ◆ Bagian Kontrol

Berfungsi menerima sensor , membandingkan dengan tingkat keadaan yang diinginkan , dan mengirimkan sinyal pengoreksi kebagian operasi yang bersangkutan.

- ◆ Bagian Operasi

Berfungsi menerima sinyal pengoreksi dari bagian kontrol dan selanjutnya menjalankan mesin yang bersangkutan. Kontrol pengkondisian udara di Gedung Bank Sumut Medan secara blok diagram adalah seperti gambar di atas. Suhu ruangan diharapkan tetap mencapai 23°C . Dimana temperatur udara ruangan dideteksi kemudian mengirimkan sinyal tersebut kebagian kontrol yang akan menghasilkan sinyal pengoreksi ke bagian operasi. Jadi dalam sistem rangkaian kontrol akan terjadi aliran sinyal keluar dari satu komponen akan menjadi masuk kekomponen berikutnya sehingga secara keseluruhan akan merupakan rangkaian

tertutup. Penggunaan alat kontrol tersebut dimaksudkan untuk menjalankan dan menghentikan kerja kompresor.



Gbr.3.3 Pengaturan Mesin Kompresor.

Sensor pengaman yang dipakai ada dua jenis, yaitu thermostat jenis plat yang berfungsi pengaman motor didalam kompresor, dimana apabila bahan pendingin bocor (kurang bahan pendingin) atau isi bahan pendingin (refrigeran) terlalu banyak semuanya dapat menyebabkan motor menjadi panas. Maka pengaman ini akan bekerja memutuskan hubungan listrik. Setelah suhu motor turun maka kontak-kontak dari bimetal akan menghubungkan aliran listrik kembali. Sedangkan jenis piring digunakan untuk mendeteksi adanya arus lebih.

Sensor suhu udara yang dipakai adalah jenis sensor thermal dimana sensor tersebut bisa diatur untuk mendeteksi suhu udara yang diinginkan, dimana apabila suhu udara suatu ruangan lebih kecil dari setting suhu (23°C), maka sensor thermal tersebut akan berfungsi sebagai saklar untuk menghidupkan kompresor, sebaliknya apabila suhu ruangan lebih besar dari 23°C sensor akan meng-off-kan kompresor.

3.4 Saluran Udara Dengan Ducting

Lubang pada langit-langit, dimana udara segar masuk kedalam ruangan, dinamai lubang keluar. Sedangkan lubang dimana udara ruangan dihisap kembali masuk ke dalam mesin pengkondisian udara (ruang AHU) adalah lubang hisap. Bentuk lubang tersebut disesuaikan dengan rancangan dengan interior dari ruangan yang bersangkutan. Lubang keluar yang dipakai digedung Bank Sumut untuk mengeluarkan udara dari ruang AHU melalui pipa saluran udara (ducting) adalah jenis Nozel (Gbr.3.4) dan jenis Sudu (Gbr.3.5)



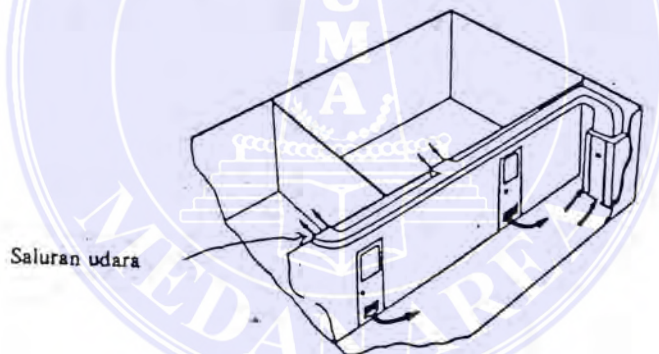
Gbr 3.4 Lubang keluar jenis Nozel



Gbr. 3.5 Lubang keluar Jenis Sudu

Konstruksi dari Nozel sederhana dan semburannya jauh, lebih tenang dan dipasang pada langit-langit. Konstruksi dari jenis sudu dapat diputar sehingga aliran udara dapat diatur, dipasang pada langit-langit.

Saluran udara (ducting) harus di buat sedemikian rupa sehingga tidak terjadi bunyi bising dan getaran pada pipa, tidak terjadi kebocoran udara, tidak terjadi deformasi karena tekanan udara. Material yang digunakan adalah lembaran baja galvanisasi, karena kuat, murah dan dapat dikerjakan. Ducting dipakai berpenampang segi empat, kemudian diisolasi dengan busa polistilen, serat gelas dan ditambah dengan kawat ayam . Isolasi berfungsi untuk mencegah terjadinya pengembunan pada pipa. Gbr.3.6 menunjukkan bagaimana pendistribusian udara dengan ducting pada setiap lantai. Pada prinsipnya pendistribusian udara pada setiap lantai adalah sama.



Gbr 3.6 Pendistribusian Udara pada Setiap Lantai

Ruang AHU dapat melayani beberapa ruangan pada setiap lantai. Udara segar dialirkan dari ruang AHU ke ruangan-ruangan melalui ducting. Pada setiap langit-langit dibuat tempat udara keluar ke ruang AHU untuk disegarkan kembali, sehingga udara dapat bersirkulasi secara terus menerus.

3.5 Pengoperasian Pengkondisian udara

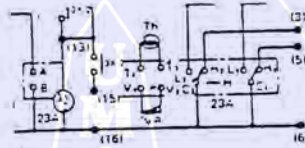
- a. Tekan tombol star pada posisi ON
- b. Fan Blower di ON kan
- c. ON-kan tombol cool-heater pada posisi cool
- d. Set termostart sampai kedudukan yang diinginkan sehingga kompresor satu akan bekerja, sedangkan jika kita mensetting pada posisi beban maksimum maka kedua kompresor akan bekerja. Keadaan ini hanya terjadi pada AHU yang lebih dari satu kompresor. Kompresor akan off pada saat tekanan mencapai maksimum dan akan ON pada saat tekanan berkurang. Hal ini dideteksi oleh thermostat.
- e. Pengoperasian dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

- ◆ Otomatis
- ◆ Lokal (manual)

Untuk keterangan a-b berlaku pada pengoperasian dengan sistem lokal(manual), dimana pengoperasian dilakukan pada ruang AHU. Sedangkan untuk sistem otomatis dilakukan pada ruang operator, di mana cukup memindahkan saklar/remote pada RPU (Remote proses unit) ke posisi remote pada ruang AHU, maka proses meng-ON-kan dan meng-Off-kan seperti keterangan a-d di atas dapat dilakukan diruang operator melalui komputer. Inilah yang menjadi keunggulan sistem otomatis. Jika terjadi gangguan maka alarm pada komputer akan ON sedangkan pada panel AHU ditandai dengan menyalnya lampu tenda alarm. Untuk memperbaiki sistem tersebut tehniisi akan memeriksa gangguan lapangan seperti memeriksa kabel, pipa kondensor, kompresor. Jika telah di ketahui letak kesalahan , maka sistem dapat dioperasikan kembali dengan

terlebih dahulu menekan tombol reset. Pengaturan suhu udara didalam ruangan tetap dideteksi oleh termostat. Gambar 3.7 adalah Thermostat elektronik yang dipakai pada setiap ruang AHU dan terletak pada panel kontrol disetiap ruang AHU.

Th adalah sebuah thermistor jenis NTC (dimana apabila suhu udara turun maka tahanan semakin kecil sehingga arus yang mengalir semakin besar). Thermostat berfungsi sebagai saklar untuk meng-ON-kan dan meng-OFF-kan kompresor. Selama arus yang melalui thermostat tidak mencukupi untuk meng-On-kan thermostat maka kompresor tidak bekerja. Setting suhu dapat dirubah dengan mengatur VR (variabel resistor) sesuai dengan suhu yang diinginkan.



Gbr.3.7 Diagram listrik thermostat

3.6. Cara Kerja Kontrol Chiller

3.6.1 Chiller

Mesin pendingin (Chiller) merupakan mesin penghasil air dingin yang berfungsi untuk mendinginkan bak anodizing. Untuk mengatur kerja chiller dikontrol oleh perangkat-perangkat listrik. Perangkat listrik yang mengatur kerja chiller disebut dengan rangkaian kontrol. Alat yang dikontrol adalah peralatan listrik yang pada umumnya dipakai adalah motor. Motor pada mesin chiller dipakai untuk menggerakkan kompresor, dimana fungsi dari kompresor adalah untuk memberikan perbedaan tekanan

pada kondensor dengan adanya refrigeran, maka akan didapatkan air dingin yang berfungsi untuk mendinginkan bak anodizing.

3.6.2 Cara Kerja Rangkaian Kontrol

Yang mengontrol beban adalah sebagai rangkaian kontrol, sehingga beban akan berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan.

Dengan mengoperasikan/menghubungkan saklar utama yaitu saklar tiga fasa, sehingga akan mengalirkan arus ke trafo1 ($V_p = 380 \text{ v}$; $V_s = 220$; 1000 VA) akan memberikan supply kerangkaian kontrol. Pemanas akan bekerja akibat adanya supply dari trafo1.

Trafo 2 ($V_p = 220$; $V_s = 12$; 3 VA) merupakan supply tegangan thermometer yang juga dilengkapi dengan sensor untuk termostat yang bekerja berdasarkan setting suhu dari thermometer. Pada Operasi awal ini kompresor belum bekerja.

Untuk operasi selanjutnya dilakukan dengan mengoperasikan saklar IC maka CV (fan contactor) akan bekerja sehingga water circulation pump juga bekerja. Dengan bekerjanya CV maka CV1, CV2, CV3, CV4 akan bekerja, karena kerja dari kontaktor ini merupakan kerja yang berurutan CV1 dan CV3 adalah kontaktor yang bekerja sebagai saklar cooling tower pump 1 dan cooling tower fan 1 dan cooling tower fan 2.

Dengan bekerjanya kontaktor CV1, CV2, CV3, CV4 akan mengalirkan arus kerangkaian kontrol untuk kontaktor stater motor. Selanjutnya dengan mengoperasikan saklar IC 1 (kompresor switch) maka arus akan mengalir melewati kontak NC TB1 (low pressure timer), kontak NC high pressure switch, bila suhu pada termostat tinggi maka kontak NC akan terhubung sehingga arus akan mengalir dan TC 1 (Compressor star Timer) akan bekerja. Bekerjanya timer tersebut maka arus akan mengalir sehingga

TSP W 1 (part winding safety timer) dan TP.W1 (Part winding timer) akan bekerja, maka CCYY1 (Compressor Contactor) akan bekerja untuk hubungan delta juga bekerja. Dengan bekerjanya kedua kontaktor tersebut maka motor akan bekerja normal. Kerja yang sama juga dilakukan untuk motor kompresor 2,3 dan 4.

3.6.3 Kerja otomatis

Chiller akan bekerja secara otomatis yaitu dalam hal berhenti dan bekerjanya kompresor setelah operasi awal. Ini dikarenakan oleh termostat yang dipakai sebagai sensor suhu. Bila suhu terlalu rendah maka termostat akan bekerja untuk memutuskan rangkaian sehingga motor akan berhenti bekerja. Dan bila suhu sudah naik sehingga termostat akan bekerja untuk menghubungkan kontakannya maka arus akan mengalir dan motor akan bekerja kembali. Begitulah kerja dari termostat untuk meng-on-kan dan meng-off-kan motor kompresor.

3.6.4 High Presure Protection

Bila tekanan yang diberikan kompresor terlalu tinggi sehingga suhu sudah terlalu dingin maka High Presure Switch akan bekerja untuk memutuskan rangkaian kontrol sehingga bekerja. Ini penting sebab bila keadaan ini terjadi berlangsung lama maka motor akan bekerja dalam keadaan yang over load, yang juga dapat merusak belitan motor dikarenakan panas. Oleh sebab itu diharapkan High Presure Protection diharapkan bekerja untuk memutuskan arus ke beban.

3.6.5 Low Presure Protection

Bila terjadi low presure pada mesin chiller ini akan merusak kompresor, sehingga diharapkan low presure protection bekerja maka motor aman dari gangguan tekanan rendah yang di alami unit mesin mesin chiller. Low presure terjadi pada

evaporator akan menyebabkan motor bekerja dalam keadaan over load, sudah jelas akan merusak motor khususnya pada belitan motor tersebut.

4.6 Over Load

Pengaman over load ini berfungsi mengamankan motor dari keadaan beban lebih. Over load yang di padukan dengan kontaktor yang bekerja untuk memutuskan arus kekoil kontaktor sehingga kontaktor akan off, maka dengan sendirinya supply arus kemotor akan terputus. Dengan terputusnya supply tersebut maka motor juga akan berhenti bekerja.

3.7 Pemeliharaan mesin penghasil air dingin (Chiller)

3.7.1 Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan secara berkala sangat penting di lakukan sebagai tindakan untuk menghindari terjadinya tindakan untuk menghindari terjadinya kerusakan fatal yang bisa menyebabkan sistem tidak dapat beroperasi . Oleh sebab itu pada mesin penghasil air dingin (Mesin Chiller) harus dilakukan pemeliharaan secara berkala. Pemeliharaan ini maksudnya adalah melakukan pemeriksaan pada setiap peralatan secara rutin sesuai jadwal yang telah ada.

Apabila hasil pemeriksaan menunjukkan adanya kurang sempurna pada suatu peralatan, tindakan yang harus dilakukan adalah perbaiki peralatan yang rusak tersebut. Jika kerusakan itu tidak memungkinkan lagi untuk diperbaiki, maka peralatan itu harus diganti dengan yang baru.

Untuk menentukan batas waktu pemeriksaan pada suatu peralatan, disesuaikan berdasarkan mudah tidaknya peralatan itu mengalami kerusakan. Peralatan yang mudah

rusak harus lebih sering diperiksa dari pada peralatan yang kemungkinan kerusakannya jarang. Oleh sebab itu pemeliharaan pada mesin chiller dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Pemeliharaan Harian
2. Pemeliharaan Mingguan
3. Pemeliharaan Bulanan
4. Pemeliharaan Tahunan

3.7.2 Suku Cadang

Suku cadang atau disebut persediaan barang sangat memegang peranan penting dalam tindakan pemeliharaan suatu peralatan untuk mendapatkan kelancaran pengoperasian yang optimum. Persediaan atau suku cadang pada hakekatnya berfungsi untuk memenuhi kebutuhan pemakaian/penggantian barang pada masa yang akan datang. Bila mana terjadi kerusakan pada suatu peralatan , maka teknisi dapat langsung mengganti peralatan yang rusak tersebut dengan yang baru tanpa harus menunggu waktu pengadaan barang. Sehingga dengan adanya suku cadang dapat meningkatkan efisiensi waktu yang sekaligus mempertinggi tingkat optimum pengoperasian suatu sistem.

Secara umum permasalahan pengendalian suku cadang dapat dibedakan atas dua metode pendekatan yaitu :

a. Pemakaian persediaan suku cadang yang statis

Metode persediaan statis ini di tujukan untuk persediaan yang sifatnya terbatas pada jangka waktu tertentu dan model persediaan ini bila terdapat sisa persediaan tidak dapat digunakan lagi

b. Pemakaian Persediaan suku cadang yang dinamis.

Model persediaan ini ditujukan untuk kegiatan yang terus menerus (kontiniu) dan sisa persediaan ini masih dapat digunakan pada periode berikutnya.

Pengadaan suku cadang yang umum digunakan antara lain :

a. Sistem ukuran orde tetap

Pada sistem ini pemesanan bahan tidak harus menuruti jadwal pemesanan yang tertentu, dengan kata lain waktu pemesanan bervariasi. Pada sistem ini jumlah bahan yang dipesan selalu sama jumlahnya untuk setiap pemesanan.

b. Sistem Internal order Tetap

Sistem ini adalah kebalikan dari sistem ukuran order tetap, yaitu jadwal waktu pemesanannya selalu tetap, tetapi jumlah bahan yang dipesan bervariasi sesuai dengan kebutuhan.

Untuk memperoleh hasil yang baik maka perlu diadakan pembatasan persoalan menyangkut penganalisan cara pengadaan dan penggunaan barang antara lain :

- a. Manajemen dan administrasi yang membidangi masalah suku cadang harus berjalan lancar.
- b. Biaya untuk pengadaan barang selalu tersedia.
- c. Tidak di pengaruhi oleh ekonomi dunia maupun nasional.
- d. Kebijakan perusahaan mengenai pengadaan bahan diusahakan tidak mengalami perubahan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penulisan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

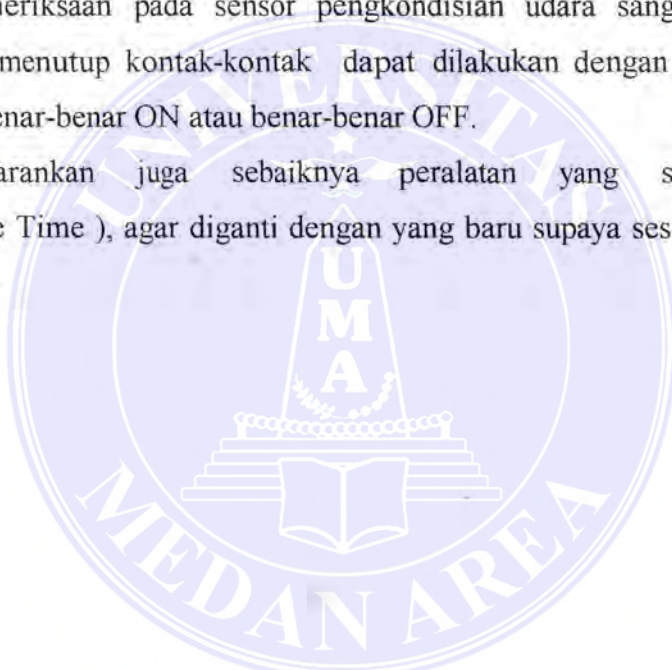
1. Penggunaan sistem pengkondisian udara di Gedung Bank Sumut Medan bertujuan untuk :
 - a. Menjaga temperatur ruangan komputer pada kondisian tetap (23°C)
 - b. Menjaga temperatur ruangan pelanggan pada kondisi tetap (23°C)
2. a. Terjadi penurunan temperatur pada ruangan 1 sampai 5 di lantai II karena jumlah kompresor AC 2 buah.
b. Terjadi kenaikan temperatur pada ruangan 1 sampai 5 di lantai III karena jumlah kompresor AC 1 buah.
3. Pengaturan temperatur kondisi udara didasarkan keinginan pelanggan
4. Peralatan pengkondisian udara yang mempengaruhi stabilitas temperatur adalah :
 - a. Kompresor
 - b. Kondensor
 - c. Evaporator
5. Kompresor akan berhenti bekerja apabila temperatur yang diinginkan telah tercapai.

5.2 SARAN

Pemakaian Kondensor koil pipa ganda kurang efektif, karena jika terjadi kebocoran di dalam pipa dalam tidak dapat di ketahui, sehingga untuk mengetahui letak kebocoran harus membelah pipa luar. Hal ini akan lebih mudah bila digunakan kondensor pendingin air berbentuk tabung dan pipa panjang karena mudah dalam perawatan.

Pemeriksaan pada sensor pengkondisian udara sangat di tekankan agar membuka menutup kontak-kontak dapat dilakukan dengan waktu yang singkat, sehingga benar-benar ON atau benar-benar OFF.

Disarankan juga sebaiknya peralatan yang sudah terlalu lama (Over Line Time), agar diganti dengan yang baru supaya sesuai dengan hasil yang diinginkan.



DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar Wiranto, Saito Heizo Penyegaran Udara , PT. PRADYA PARAMITA Jakarta 1986.
2. Daryanto, Drs. Ikhtisar Praktis Tehnik Pendingin , 1983
3. Dorf C. Richard. Sistem pengaturan , Edisi ketiga, Erlangga Jakarta, 1983
4. PEDC Bandung, Sistem Kontrol , semester VI , Edisi 1985, Bandung
5. Stoecker F. Wilbert, Jones W, Jerold, Hara Supratman, Refrigerant dan pengkondisian Udara , Erlangga, Jakarta, 1989
6. Sumanto, MA, Drs. Dasar-dasar mesin pendingin , Andi Offset, Yogyakarta, 1981

