



**JABATAN BANGUNAN
UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA
PERAK**

KAEDAH PEMASANGAN PENGHAWA DINGIN

**Disediakan oleh:
MOHD SAFWAN BIN SAARI
2005195467**

**JABATAN BANGUNAN
FAKULTI SENIBINA, PERANCANGAN DAN UKUR
UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA
PERAK**

MEI 2008

PERAKUAN PELAJAR

Adalah dengan ini, hasil kerja penulisan laporan latihan praktikal ini telah dihasilkan sepenuhnya oleh saya kecuali seperti yang dinyatakan melalui latihan praktikal yang telah saya lalui selama 6 bulan mulai 25/11/2007 hingga 30/5/2008 di Syarikat Blackfox Eng. Sdn. Bhd. Ianya juga sebagai salah satu syarat lulus kursus BLD 299 dan diterima sebagai memenuhi sebahagian dari syarat untuk memperolehi Diploma Bangunan.

Nama : Mohd Safwan b. Saari
No KP UiTM : 2005195467
Tarikh : 30/05/2008

**JABATAN BANGUNAN
FAKULTI SENIBINA, PERANCANGAN DAN UKUR
UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA
PERAK**

MEI 2008

Oleh

Mohd Safwan Bin Saari

2005195467

Bertajuk

Kaedah Pemasangan Penghawa Dingin

Diterima sebagai syarat untuk memenuhi sebahagian dari syarat untuk memperolehi Diploma Bangunan.

Penyelia laporan
Koordinator Latihan Amali
Koordinator Program

Wan Nordiana Bt Wan Ali
Mohammad Hamdan B. Othman
Azamuddin B. Husin

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang maha pemurah lagi maha penyayang, syukur ke hadrat Allah s.w.t kerana dengan limpah rahmat dan kurniaNya laporan ini dapat disiapkan dengan jayanya. Seterusnya diucapkan ribuan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang telah memberikan kerjasama dalam menyiapkan laporan ini terutama sekali kepada En. Azni Shah bin Sulaiman selaku Pengarah Urusan Syarikat Blackfox Eng. Sdn. Bhd, En. Safwan bin Abd Aziz selaku penyelia latihan praktikal yang telah banyak memberikan bantuan dan tunjuk ajar semasa latihan praktikal dan juga kepada semua pekerja Syarikat Ericool Sdn. Bhd. yang terlibat di dalam pemasangan penghawa dingin pada bangunan PERKESO Kota Bharu. Tidak dilupakan juga kepada Koordinator Program Diploma Bangunan iaitu En. Azamuddin b. Husin, Pn. Wan Nordiana bt Wan Ali selaku penyelia laporan praktikal yang telah banyak memberikan bimbingan semasa penyediaan laporan ini dan kepada semua pensyarah jabatan bangunan. Ucapan penghargaan juga ditujukan kepada kedua-dua ibubapa dan rakan-rakan seperjuangan Diploma Bangunan.

ABSTRAK

Kaedah pemasangan penghawa dingin merupakan elemen penting untuk menentukan sama ada berfungsi atau tidak sesuatu penghawa dingin. Kaedah pemasangannya melibatkan beberapa peringkat iaitu dari peringkat pemilihan sehingga ia siap dipasang pada bangunan. Melalui proses pemilihan, jenis *penghawa dingin yang sesuai pada bangunan perlu dikaji dengan teliti bagi mengelakkan berlakunya masalah di masa hadapan mahupun semasa pemasangannya*. Kaedah pemasangannya memerlukan pekerja yang mahir kerana pemasangannya adalah rumit dan melibatkan kos yang tinggi. Ini juga kerana ia melibatkan penggunaan komponen yang kompleks dan memerlukan perancangan yang teliti semasa pemasangannya. Kesilapan dalam pemasangan siling dan sistem paip pencegah kebakaran akan mempengaruhi pemasangan penghawa dingin kerana ia berkaitan antara satu sama lain dari segi penggunaan ruang. Sekiranya pemasangannya melibatkan sistem penghawa dingin berskala besar, ia melibatkan *beberapa pihak dan pemasangannya dibahagikan kepada beberapa bahagian iaitu* bahagian pemasangan unit penghawa dingin, bahagian pemasangan salur udara dan bahagian pemasangan kemasin penghawa dingin seperti pemasangan pembaur pada siling.

Penghargaan	i
Abstrak	ii
Isi Kandungan	iii
Senarai Rajah	vi
Senarai Jadual	vi
Senarai Carta	viii
Senarai Gambarfoto	ix
Senarai Singkat Kata	x

KANDUNGAN

MUKA SURAT

BAB 1.0	PENDAHULUAN	
1.1	Pengenalan	1
1.2	Pemilihan Tajuk Kajian	2
1.3	Objektif Kajian	3
1.4	Skop Kajian	4
1.5	Kaedah Kajian	5
	1.5.1 Rujukan	5
	1.5.2 Temuramah	6
	1.5.2 Pemerhatian	5
BAB 2.0	LATAR BELAKANG SYARIKAT	
2.1	Pengenalan	6
2.2	Biodata Syarikat	7
2.3	Sejarah Penubuhan Syarikat	9
2.4	Carta Organisasi Syarikat	10
2.5	Senarai Projek Yang Telah Siap	11
BAB 3.0	KAJIAN PENGHAWA DINGIN	
3.1	Pengenalan	13
	3.1.1 Sejarah Penciptaan Penghawa Dingin	14
3.2	Kitaran Asas sistem Penghawa Dingin	15
	3.2.1 Kitaran Penyejukan	16
	3.2.2 Kitaran Udara	19
	3.2.2.1 Komponen Kitaran Udara	20

3.3	Jenis Sistem Pendingin Hawa	21
3.3.1	Sistem Unit	22
3.3.1.1	Unit Tingkap	22
3.3.1.2	Unit Kemas Siap	23
3.3.1.3	Unit Pisah	26
3.3.2	Sistem Loji	28
3.3.2.1	Sistem Loji Kendalian Pusat	28
3.3.2.2	Sistem Loji Air Dingin	28
3.4	Komponen Unit Penghawa Dingin	29
3.4.1	Pendingin	29
3.4.2	Unit Kawalan Udara	30
3.4.2.1	Komponen Unit Kawalan Udara dan Fungsinya	31
3.4.3	Menara Pendingin	33
3.4.3.1	Arus Melintang	34
3.4.3.2	Arus Berlawanan	35
3.4.4	Salur Udara	36
BAB 4.0	KAEDAH PEMASANGAN PENGHAWA DINGIN	
4.1	Pengenalan	38
4.2	<i>Pemasangan Penghawa Dingin</i>	40
4.3	Sistem Penghawa Dingin	41
4.3.1	Unit Kemas Siap Dingin Air	41
4.3.2	Unit Kemas Siap Dingin Udara	42
4.3.3	Unit Pisah Tanpa Udara Luar	42
4.3.3.1	Dinding Lepak	43
4.3.3.2	Kaset Siling	43
4.4	Kaedah Pemasangan Sistem Berpusat	44
4.4.1	Pemasangan Salur udara	47
4.4.1.1	<i>Pembentukan Salur</i>	45
4.4.1.2	Pemasangan Penebat	47
4.4.1.3	Pemasangan Penyokong Salur/Pendakap	47
4.4.2	Pemasangan Paip Air Dingin	50
4.4.3	Pemasangan Unit Kawalan Udara (AHU)	52
4.4.4	Pemasangan Pam Air	54

	4.4.5	Pemasangan Menara pendingin	55
BAB	5.0	MASALAH KAJIAN DAN CARA MENGATASI	
	5.1	Pengenalan	58
	5.2	Masalah Yang Dihadapi	59
	5.2.1	Komponen Lambat Sampai di Tapak Bina	59
	5.2.2	Pemasangan Keleapan Perkhidmatan Yang Berkaitan	59
	5.2.3	Kesilapan Perancangan Kerja	60
	5.4	Cadangan	61
BAB	6.0	KESIMPULAN	62

Senarai Rujukan

SENARAI RAJAH

		Muka Surat
Rajah 3.1	Kitaran asas sistem penghawa dingin	15
Rajah 3.2	Proses kitaran penyejukan	16
Rajah 3.3	Kitaran Udara	19
Rajah 3.4	Pembahagian sistem penghawa dingin	21
Rajah 3.5	Sistem unit tingkap	23
Rajah 3.6	Lakaran unit kemas siap dingin udara	24
Rajah 3.7	Lakaran unit kemas siap dingin air	25
Rajah 3.8	Keratan rentas unit pisah tanpa udara luar	27
Rajah 3.9	Lakaran jenis arus melintang	34
Rajah 3.10	Lakaran jenis arus berlawanan	35
Rajah 4.1	Lakaran pelan tapak rasuk bawah menara pendingin	56
Rajah 4.2	Lakaran pelan pandangan hadapan menara pendingin	56
Rajah 4.3	Lakaran pelan pandangan sisi menara pendingin	57

SENARAI JADUAL

		Muka Surat
Jadual 2.1	Senarai projek yang telah siap	21
Jadual 4.1	Perancangan kerja pemasangan penghawa dingin	40

SENARAI CARTA

		Muka Surat
Carta 2.1	Carta organisasi syarikat	10
Carta 4.1	Kaedah pemasangan penghawa dingin berpusat	44

SENARAI GAMBARFOTO

	Muka Surat
Gambarfoto 2.1 Logo Syarikat	9
Gambarfoto 3.1 Unit kemas siap dingin udara	25
Gambarfoto 3.2 Unit kemas siap dingin air	26
Gambarfoto 3.3 <i>Unit Pendingin</i>	29
Gambarfoto 3.4 Komponen Unit Kawalan Udara	30
Gambarfoto 3.5 Contoh menara pendingin arus berlawanan	33
Gambarfoto 3.6 Salur keluli bergalvani	36
Gambarfoto 3.7 Salur tiub fleksibel	37
Gambarfoto 4.1 Pandangan perspektif bangunan PERKESO	39
Gambarfoto 4.2 Kepingan keluli	45
Gambarfoto 4.3 salur yang telah siap dibentuk	46
Gambarfoto 4.4 Kepingan keluli pengunci	46
Gambarfoto 4.5 <i>Rod besi pengukuh</i>	46
Gambarfoto 4.6 Lapisan penebat	47
Gambarfoto 4.7 Rod pendakap	48
Gambarfoto 4.8 Tapak braket	48
Gambarfoto 4.9 Pendakap yang telah siap dipasang	49
Gambarfoto 4.10 Dinding ditebuk untuk laluan salur	49
Gambarfoto 4.11 Pemasangan penebat pada salur	50
Gambarfoto 4.12 Salur yang telah siap dipasang	50
Gambarfoto 4.13 Saiz pam yang berbeza	51
Gambarfoto 4.14 <i>Paip bekal dan paip kembali</i>	51
Gambarfoto 4.15 Alas AHU	52
Gambarfoto 4.16 Unit Kemas siap dingin udara yang digunakan	53
Gambarfoto 4.17 Unit Kemas siap dingin air yang digunakan	53
Gambarfoto 4.18 pemasangan pam empar	54
Gambarfoto 4.19 Pam dipasang berdekatan paip bekal dan paip kembali	55
Gambarfoto 4.20 Pemasangan paip getah dan injap	55

SENARAI SINGKAT KATA

AHU	Air handling unit
WCP	Water cooled packaged
ACP	Air cooled package
R22	Refrigerant 22

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Malaysia merupakan sebuah negara yang sedang membangun dan bakal setaraf dengan negara-negara membangun yang lain dan memerlukan pembangunan yang pesat bagi memenuhi kehendak penduduk. Industri Pembinaan di Malaysia juga semakin meningkat dan kaedah pembinaannya lebih moden dan canggih. Sehubungan itu, bangunan yang dibina perlulah mempunyai sistem pengudaraan yang baik samada pengudaraan semulajadi mahupun pengudaraan buatan bagi memenuhi keperluan bangunan dan penghuni bangunan.

Pengudaraan penting bagi bangunan yang berpenghuni supaya proses pernafasan berjalan dengan baik dan untuk keselesaan penghuni. Penggunaan pengudaraan buatan iaitu penghawa dingin diperlukan kini kerana dunia sekarang sedang mengalami proses pemanasan global. Faktor peningkatan pembinaan bangunan pencakar langit dan bangunan yang dibina rapat-rapat juga mendorong penggunaan penghawa dingin. Terdapat pelbagai jenis dan saiz penghawa dingin untuk kegunaan bangunan kecil seperti rumah hinggalah kepada bangunan besar seperti pasar raya dan bangunan pencakar langit. Penggunaan teknologi penghawa dingin juga semakin berkembang dari semasa ke semasa. Pada masa kini, syarikat yang mengeluarkan penghawa dingin semakin bertambah seperti Syarikat Mitshubishi, Panasonic, Acson, Khind, York kerana penghawa dingin dikatakan dapat memberikan pulangan yang lumayan.

1.2 Pemilihan Tajuk Kajian

Sepanjang menjalani latihan latihan praktikal di projek pembinaan bangunan PERKESO cawangan Kelantan, penulis telah mempelajari kaedah pembinaan bangunan dan pemasangan sistem perkhidmatan bangunan dengan lebih terperinci. Kaedah pemasangan sistem penghawa dingin menjadi perhatian penulis kerana ia merupakan sesuatu yang baru bagi penulis dan sesuai untuk dijadikan tajuk kajian. Ini kerana penulis hanya berpengalaman dalam kaedah pembinaan struktur bangunan sahaja dan kaedah pemasangan penghawa dingin hanya dipelajari melalui teoritikal.

Pemilihannya juga kerana bangunan tersebut menggunakan sistem penghawa dingin berskala besar dan menggunakan teknologi terkini. Faktor lain yang mendorong penulis memilih tajuk ini adalah kerana penulis ditugaskan untuk menolong jutera mekanikal untuk memantau kerja-kerja pemasangan penghawa dingin dan membuat lakaran pelan sistem penghawa dingin. Selain itu juga, maklumat mengenai kaedah pemasangan penghawa dingin senang didapati dan kerjasama yang baik dengan pihak yang terlibat dengan pemasangan penghawa dingin mendorong penulis untuk memilih tajuk ini.

1.3 Objektif Kajian

Objektif kajian adalah untuk mempelajari, memahami dan mengenalpasti dengan lebih dekat tentang penghawa dingin yang digunakan pada bangunan. Antara objektif kajian ialah:

1. Mempelajari bagaimana cara atau kaedah pemasangan penghawa dingin pada bangunan.
2. Mengenali komponen-komponen penghawa dingin dan fungsi komponen tersebut.
3. Mengetahui masalah yang timbul semasa kerja-kerja pemasangan dan cara untuk mengatasinya.

1.4 Skop Kajian

Skop kajian ini merangkumi kerja-kerja pemasangan penghawa dingin di tapak bina dari kerja awalan sehingga kerja akhir. Ia secara khususnya menerangkan tentang:

1. Mengkaji dengan lebih mendalam kaedah pemasangannya.
Kaedah pemasangan penghawa dingin merangkumi proses atau kaedah yang dilakukan dari awal pemasangan sehinggalah ia siap dipasang pada bangunan.
2. Mengkaji jenis penghawa dingin yang digunakan.
Terdapat pelbagai jenis penghawa dingin yang digunakan pada bangunan dari bersiz kecil hinggalah berskala besar dan tumpuan hanya diberikan pada penghawa dingin yang digunakan pada bangunan kajian khususnya sistem berpusat.
3. Mengenalpasti masalah yang timbul semasa kerja pemasangan dan cara untuk mengatasinya.
Masalah yang timbul dalam sesuatu projek pembinaan sudah menjadi lumrah dalam kerja-kerja pembinaan. Kerja pemasangan penghawa dingin juga tidak terlepas dari masalah tersebut dan setiap masalah mesti diatasi secara bijak dan efisien.

1.5 Kaedah Kajian

Laporan ini dibuat dengan menggunakan beberapa kaedah kajian untuk menyiapkannya dengan sempurna. Secara amnya laporan ini menggunakan beberapa kaedah berikut:

1.5.1 Rujukan

Sumber rujukan didapati daripada beberapa sumber seperti sumber buku dan media elektronik. Sumber buku banyak didapati dari buku-buku rujukan kejuruteraan dan buku yang berkaitan dengan penghawa dingin. Sumber media elektronik diperolehi dari laman-laman web yang berkaitan dan rencana-rencana tentang pemasangan penghawa dingin.

1.5.2 Temuramah

Kaedah ini melibatkan temuramah pekerja-pekerja yang terlibat dengan pemasangan penghawa dingin seperti jurutera mekanikal dan pekerja sub-kontraktor penghawa dingin.

1.5.3 Pemerhatian

Kaedah pemerhatian dijalankan di tempat latihan praktikal penulis iaitu di tapak projek pembinaan bangunan PERKESO. Melalui pemerhatian tersebut, penulis dapat mempelajari bagaimana proses pemasangan penghawa dingin dari proses mula hinggalah proses pemasangan penghawa dingin pada bangunan. Melalui kaedah ini penulis dapat memahami kaedah-kaedah pemasangan dengan lebih mendalam.

BAB 2

LATARBELAKANG SYARIKAT

2.1 Pendahuluan

Syarikat Blackfox Eng. Sdn Bhd. merupakan sebuah syarikat yang dimiliki bumiputera sepenuhnya dan beribu pejabat di Pasir Pekan, Kelantan. Syarikat ini merupakan Syarikat perkongsian dan berdaftar sebagai kontraktor kelas A. Peneraju utama ialah Encik Azni Shah bin Sulaiman selaku Pengarah Urusan dan juga pemegang syer terbesar syarikat dan Encik Mohd Rosman Zailani bin Mohd Ghazali sebagai Pengurus Syarikat.

Syarikat ini menjalankan kerja-kerja pembinaan di serata Malaysia selain daripada Kelantan seperti Kuala Lumpur, Terengganu dan Sarawak. Selain daripada pembinaan bangunan, syarikat ini turut menjalankan kerja-kerja membina jalan raya dan kerja-kerja kejuruteraan awam. Blackfox Eng. Sdn. Bhd. berhasrat untuk mendapatkan kontrak projek mega dan menjadi salah sebuah syarikat kontraktor yang disegani dan berpengaruh di Malaysia.

2.2 Biodata Syarikat

Nama Berdaftar	: BLACKFOX ENGINEERING SDN BHD
No Pendaftaran Syarikat	: 627019-P
Alamat Pejabat	: <u>Lot</u> 2040, Tingkat 1, Bangunan SBJ, 16250 Pasir Pekan, Wakaf Bharu, Kelantan.
Alamat e- mail	: blackfox_60@yahoo.com
Tarikh Penubuhan	: 03 September 2003
Modal Dibenar	: RM 1 juta
Modal Berbayar	: RM 1 juta
Jenis Perkongsian	: 100 % Bumiputera
Jenis Perniagaan	: Kerja Pembinaan Awam dan Am
Pendaftaran Kontraktor	: KementerianKewanganMalaysia (357-02066683) 020101- Perabut, 220801- Hiasan dalaman, 220802- Bangunan, 220803- Hiasan Jalan/ Kawasan, 080200- Makanan Mentah Basah, 220402- Membersih Kawasan, 080300- Makanan kering, 080501- Makanan Bermasak Islam, 140100- Bahan Binaan, 220206- Tempat Letak Kereta, 220900- Menjahit.

Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan
Malaysia

CIDB (01200660524-KN109320)

G7 TIADA LIMIT B B04,

G7 TIADA LIMIT CE CE21,

G7 TIADA LIMIT ME M15.

Pusat Khidmat Kontraktor

PKK Kelas 'A' (0302 A 2006 0247)

Kepala I	Sub Kepala	1,2,3a,5,7a,7b,9
II	Sub Kepala	1,2a,2b,5,7a,7b,8b
III	Sub Kepala	1,2a,2b,2d,2e,3a, 3b,3c,3d,4a,6a,8
VI	Sub Kepala	2,7

Akta Kumpulan Wang Simpanan Pekerja 1991
KWSP (015387025)

Pertubuhan Keselamatan Sosial Pekerja
(PERKESO) (F911216F)

2.3 Sejarah Penubuhan Syarikat

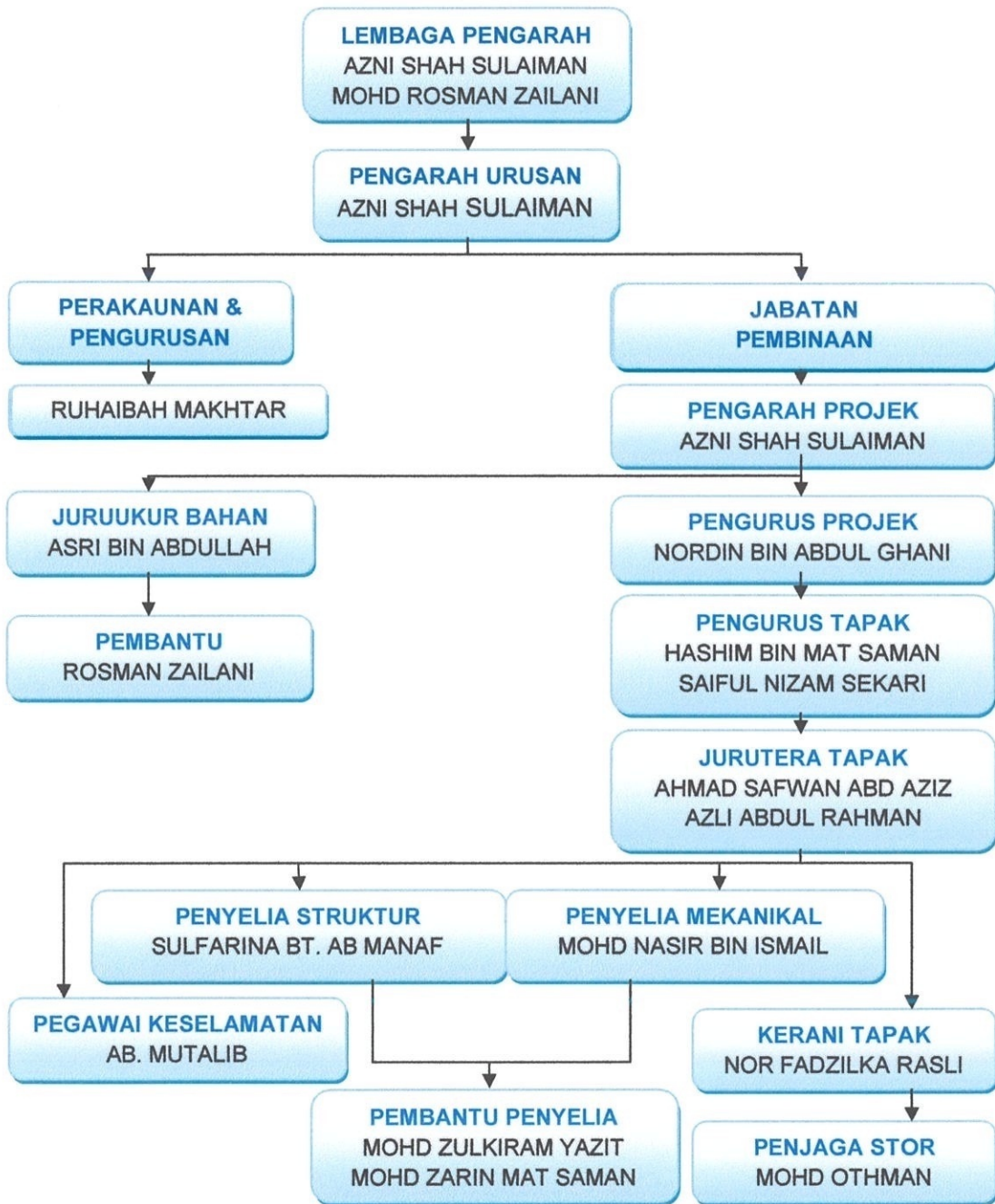
Syarikat Blackfox Eng. Sdn. Bhd ditubuhkan pada 3 September 2003 dengan bermodalkan 1 juta ringgit. Pada awal penubuhan, syarikat ini merupakan Meranti Aktif Sdn. Bhd. dan kemudiannya ditukarkan namanya kepada Konsortium Seraya Resources dan Perunding Sdn. Bhd. pada 08 November 2004. Pada 19 Julai 2005, *Konsortium Seraya Resources dan Perunding* ditukarkan kepada nama *Black Fox Eng. Sdn. Bhd.* sehingga sekarang. Ia merupakan syarikat persendirian dan syarikat berhad menurut syer berdasarkan perakuan perbadanan atas pertukaran nama syarikat. Logo syarikat bercirikan musang hitam seperti gambarfoto 2.1. Syarikat ini mempunyai 2 orang ahli lembaga pengarah iaitu diketuai oleh Encik Azni Shah bin Sulaiman sebagai Pengarah Urusan dan Encik Mohd Rosman Zailani bin Mohd Ghazali sebagai Pengurus Syarikat.

Syarikat ini diiktiraf sebagai kontraktor bumiputra kelas A oleh Kementerian Kewangan Malaysia pada 3 September 2003, Lembaga Perindustrian Pembinaan Malaysia (CIDB) dengan nombor pendaftaran 0120060524-KN109320, Pusat Khidmat Kontraktor dengan nombor sijil pendaftaran 0302 A 2006 0247 dan Suruhanjaya Syarikat Malaysia dengan nombor pendaftaran syarikat iaitu 627019-P. Pendaftarannya adalah untuk melakukan kerja pembinaan, pemaju hartanah dan perniagaan umum. Syarikat ini juga mempunyai sebuah anak syarikat iaitu Silang Bina Sdn. Bhd. yang diuruskan oleh Encik Hashim bin Mat Saman dan menjalankan kerja-kerja pembinaan bangunan.



Gambarfoto 2.1 : Logo syarikat

2.4 Carta Organisasi Syarikat



Carta 2.1 : Carta organisasi syarikat

2.5 Senarai Projek Yang Telah Siap

Bil	Nama Projek	Tempoh Kontrak	Harga Kontrak(RM)
1	Pembinaan 13 unit rumah teres 1 tingkat di atas Lot PT 1301, PT 1313, 4 unit rumah berkembar 1 tingkat di atas Lot PT 1320 dan Lot PT 1323, 2 unit rumah banglo 1 tingkat jenis B di atas Lot PT 1315 dan PT 1318, Mukim Baung Daerah Panji jajahan Kota Bharu, Kelantan.	20/12/2004 Hingga 20/08/2005	2,500,000.00
2	Menaikkan taraf jalan Gua Musang-Jelawang, Kuala Krai, Kelantan. (Pakej D – tertinggal)	27/07/2005 Hingga 27/02/2006	2,000,000.00
3	Pembinaan bangunan tambahan (RMK 8) di Sekolah Menengah Kebangsaan Sungai Pinang, Tumpat, Kelantan.	21/04/2002 Hingga 20/12/2002	5,887,848.00
4	Pembinaan Bangunan gantian dan kantin (RMK 8) Sekolah Kebangsaan Gong Dermis, Kota Bharu, Kelantan.	02/04/2002 Hingga 01/12/2002	4,695,860.00
5	Pembinaan satu blok bangunan dewan perhimpunan satu tingkat dan lain-lain kerja berkaitan di Sekolah Menengah Kebangsaan Dato' Biji Wangsa, Tumpat, Kelantan.	18/06/2001 Hingga 13/01/2002	1,556,000.00

Bil	Nama Projek	Tempoh Kontrak	Harga Kontrak(RM)
6	Pembinaan bangunan blok akademik di atas Lot 1254, 1257, 1266, Mukim Lembu, Daerah Pendek, Jajahan Kota Bharu, Kelantan.	Siap 2001	1,600,000.00
7	Pembinaan Sekolah Demit 2, kota Bharu, Kelantan.	Siap 2001	8,150,000.00
8	Pembinaan Sekolah Menengah Kebangsaan Sungai Rentang, Jerantut, Pahang Darul Makmur.	Siap 2002	13,000,000.00

Jadual 2.1 : Senarai projek yang telah siap

BAB 3

KAJIAN TEORITIKAL

3.1 Pengenalan

Penghawa dingin didefinisikan sebagai proses pendinginan udara di dalam sesuatu ruang dan proses merawat udara di dalam sesuatu persekitaran dalaman bagi mengawal atau mengekalkan udara secara serentak iaitu mengawal suhu, kelembapan, kebersihan dan persekitaran udara. Ia juga bertujuan untuk mengekalkan keselesaan dan kesihatan penghuni melalui kitaran pengudaraan dan kitaran penyejukan yang dikawal secara automatik. Kitaran pengudaraan penting untuk keselesaan manusia dengan membekalkan udara segar, oksigen, menyalurkan udara panas keluar dan menyingkirkan bau dari dalam bangunan. Kitaran penyejukan ialah proses penyejukan udara di dalam ruang. Ia berfungsi dengan cara unit dalaman penghawa dingin menyerap haba di dalam ruang, kemudiannya mengubah udara kepada gas dan membawanya ke unit luar dan membebaskan haba ke atmosfera. Ruang dalaman kemudiannya disejukkan dengan menggunakan kitaran gas pendingin. Kawalan pengudaraan dilakukan melalui pengawalan suhu untuk menyejukkan udara dan mengawal kelembapan dengan menyahkan atau menambah wap air dari udara. Kualiti dan kebersihan udara dikawal melalui penapis dan pergerakan udara dikawal dengan komponen agihan udara.

Kegunaan atau aplikasi penghawa dingin secara amnya dapat dibahagikan kepada 2 iaitu aplikasi keselesaan dan kawalan proses. Aplikasi keselesaan bertujuan menyediakan persekitaran dalaman bangunan yang selesa meskipun perubahan keadaan udara dan cuaca diluar tidak menentu atau keadaan dalaman bangunan itu sendiri. Untuk keselesaan terma, suhu udara mestilah mencapai suhu relatif diantara 22°C hingga 27°C, kelembapan relatif diantara 40% hingga 60% , dan halaju udara kurang daripada 1.0 ms/1. Tanpa penghawa dingin, bangunan perlulah dibina tidak terlalu rapat bagi membolehkan ruang dalaman bangunan mendapat pengudaraan yang secukupnya melalui pengudaraan semulajadi. Penghawa dingin juga membolehkan bangunan dibina lebih tinggi kerana semakin tinggi bangunan

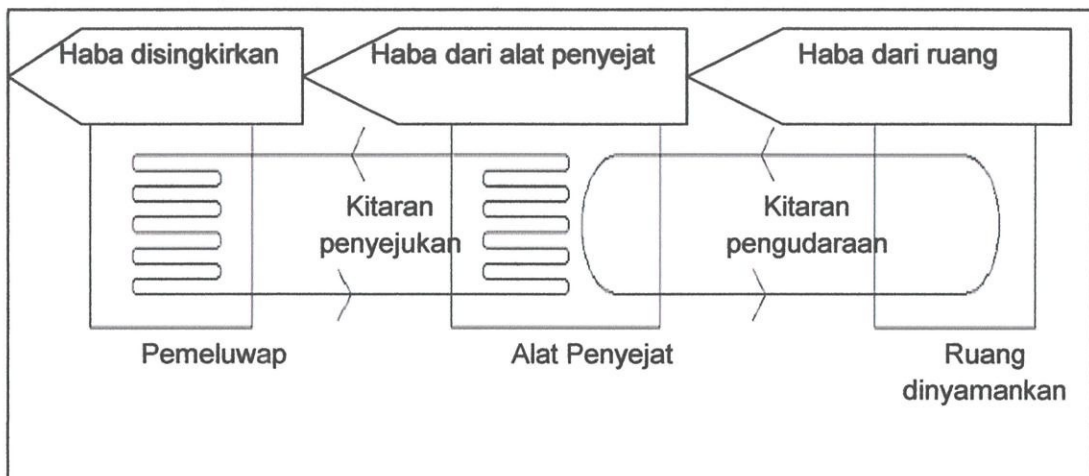
dibina, semakin kuat halaju angin menyebabkan ia tidak sesuai untuk penggunaan pengudaraan semulajadi. Aplikasi kawalan proses bertujuan untuk menyediakan persekitaran yang sesuai untuk industri perkilangan seperti industri pemprosesan dan pembuatan. Ini kerana kilang biasanya kadar pengeluaran haba adalah tinggi menyebabkan keadaan dalaman kilang menjadi tidak stabil dan boleh menjejaskan keadaan bangunan dan pekerja kilang itu sendiri. Penggunaannya juga melibatkan kos operasi yang tinggi iaitu penggunaan tenaga melebihi 50%.

3.1.1 Sejarah Penciptaan Penghawa Dingin

Alat Penghawa dingin telah tercipta sejak kurun ke-19 apabila berlakunya kemajuan dalam bidang kimia dan teknologi. Pada tahun 1902, sistem penghawa dingin berskala besar pertama kali dicipta dan digunakan oleh Willis Haviland Carrier. Sistem penyejukan pertama mempunyai banyak masalah kerana dikatakan menggunakan toksik atau gas yang mudah terbakar seperti gas 'ammonia', 'methyl chloride' dan 'propane' sebagai gas pendingin dan boleh menyebabkan kemalangan maut sekiranya berlakunya kebocoran. Thomas Midgley telah mencipta penggunaan gas 'chlorofluorocarbon (CFC)' pada tahun 1928 bagi menggantikan cara lama. Gas ini lebih selamat untuk manusia tetapi ia merbahayakan lapisan ozon atmosfera dan mengakibatkan kesan rumah hijau. Inovasi di dalam penggunaan sistem penghawa dingin semakin berkembang dan karbon dioksida (CO₂) digunakan kerana lebih menjimatkan tenaga dan kualiti udara yang dibekalkan lebih baik dari penggunaan cara lama.

3.2 Kitaran Asas Sistem Penghawa Dingin

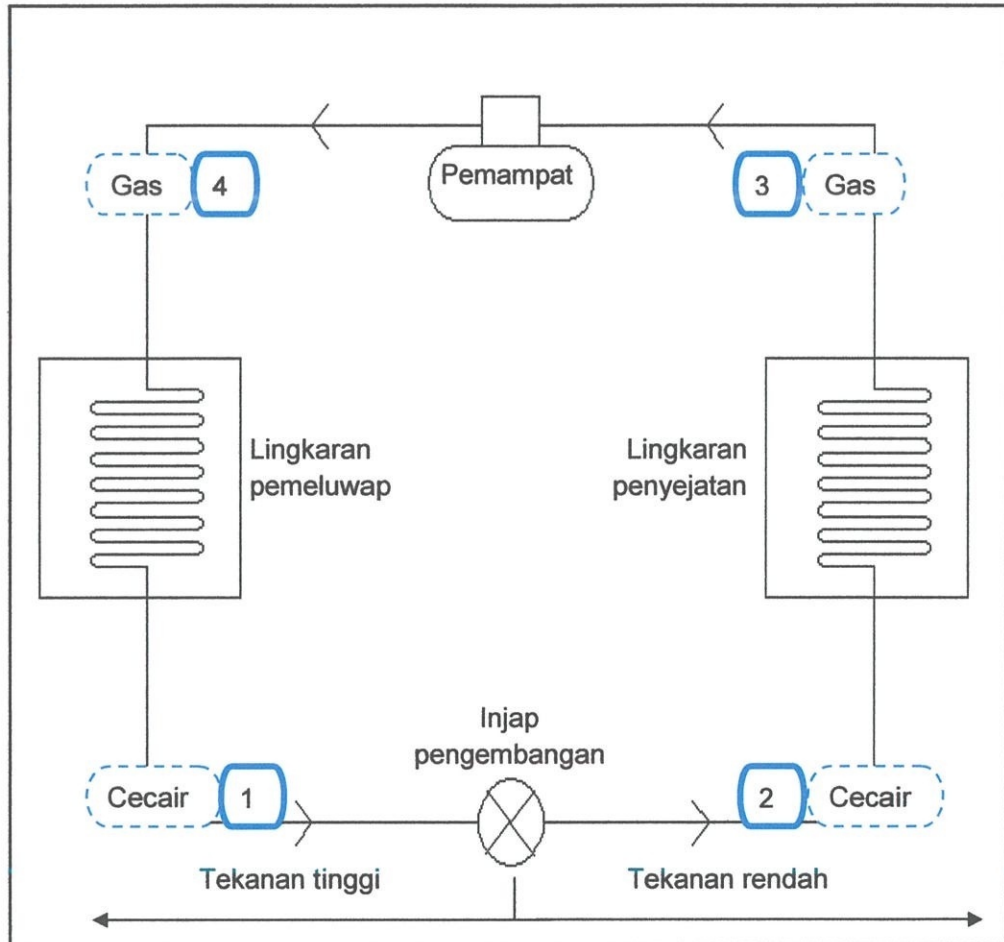
Kitaran asas dapat dibahagikan kepada 2 iaitu kitaran penyejukan dan kitaran udara. Rajah 3.1 menunjukkan kitaran asas sistem penghawa dingin. Kitaran bermula apabila haba dari ruang dialirkan melalui kitaran udara ke unit pendingin/alat penyejat untuk didinginkan dan udara dirawat melalui kitaran penyejukan. Udara yang telah didinginkan kemudiannya di alirkan semula ke dalam ruang tersebut. Udara kotor/haba dari dalam disingkirkan ke luar bangunan melalui unit pemeluwap dan udara bersih dari luar akan diproses dan dialirkan masuk ke dalam bangunan. Kitaran ini terus beroperasi sehingga unit penghawa dingin dimatikan/ditutup.



Rajah 3.1: Kitaran asas sistem penghawa dingin

3.2.1 Kitaran Penyejukan

Kitaran penyejukan merupakan proses peredaran udara yang berlaku di dalam sesebuah ruang dan ia bertujuan untuk mengalihkan haba dari satu tempat ke tempat yang lain dan menyejukkan ruang berkenaan. Terdapat beberapa proses kitaran penyejukan yang berlaku iaitu melalui proses gas bertukar kepada cecair dan cecair bertukar kepada gas.



Rajah 3.2: Proses kitaran penyejukan

Berpandukan kepada rajah 3.2. Pada permulaan proses, bahan penyejuk iaitu 'refrigerant 22 (R22)' dalam keadaan cecair bertekanan dan bersuhu tinggi dimasukkan ke dalam kitaran penyejukan. Pada proses 1, 'R22' dimasukkan tadi mengalir melalui injap pengembangan dan 'R22' pada proses 2 kehilangan tekanan ketika melaluinya kerana sebahagian kecil 'R22' telah teruap dan menjadi cecair bercampur gas. Ia kemudiannya mengalir ke lingkaran penyejukan dan proses penyejukan berlaku apabila cecair 'R22' melalui penukar haba. Cecair 'R22' yang disejukkan mengalir pada suhu yang lebih tinggi dan ringan memudahkan haba dipindahkan dari cecair 'R22' ke keadaan suhu yang lebih rendah. Pada proses 3, cecair mengalir meninggalkan lingkaran penyejuk dan 'R22' menjadi gas bersuhu dan bertekanan rendah mengalir ke pemampat. Pemampat akan meningkatkan tekanan pada gas 'R22' ke tekanan yang lebih tinggi. Pada proses 4, gas 'R22' bertekanan tinggi mengalir ke komponen lingkaran pemeluwap. Lingkaran pemeluwap akan mengalihkan haba dan mengubah gas 'R22' menjadi cecair 'R22'. Cecair 'R22' akan meneruskan kitaran penyejukan dengan kembali ke injap pengembangan dan mengulangi proses 2,3 dan 4.

3.2.1.1 Komponen Kitaran Penyejukan

Di dalam kitaran penyejukan, terdapat beberapa komponen utama untuk menggerakkan kitaran penyejukan. Antara komponennya ialah pemampat, bahan penyejuk, pemeluwap, injap pengembangan dan penyejuk.

a) Pemampat 'compressor'

Pemampat berfungsi sebagai jantung sistem penyejukan kerana ia berfungsi memampat udara yang masuk kedalam sistem penghawa dingin dan menukarkan udara tersebut menjadi gas. Ia meningkatkan tekanan bahan penyejuk dan mengepamnya ke pemeluwap atau seluruh kitaran penyejukan.

b) Bahan penyejuk 'refrigerate'

Bahan penyejuk atau 'refrigerant 22 (R22)' berfungsi menyerap dan menyingkirkan haba. Ia boleh meluwap dan menyejuk pada

suhu yang rendah. Ia digunakan bagi menggantikan penggunaan 'Choloro Flouro Carbon (CFC)' kerana bahan ini mendatangkan kemudaratan pada alam sekitar khususnya lapisan ozon atmosfera.

- c) Pemeluwap 'condenser'
Berfungsi menyingkirkan haba dari bahan penyejuk yang berbentuk gas bertekanan tinggi dan mengubah gas 'R22' menjadi cecair.

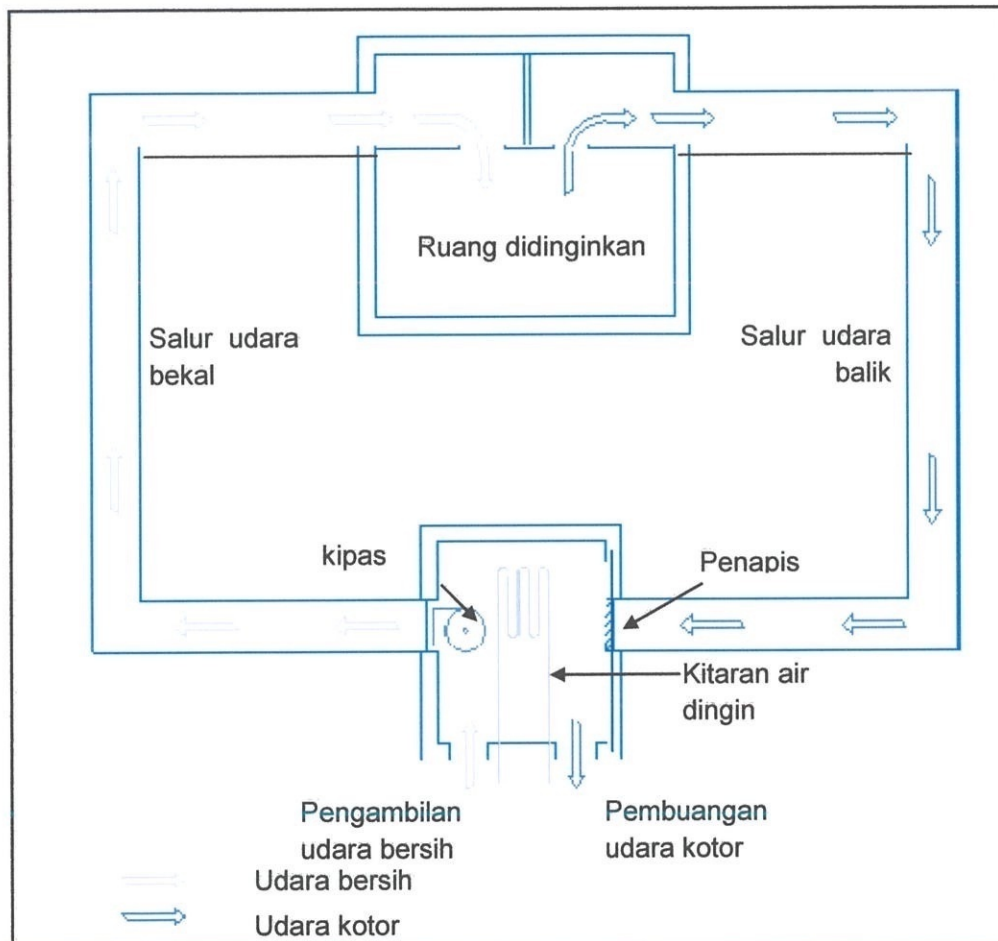
- d) Injap pengembangan 'expension valve'
Berfungsi mengawal tekanan dan kadar kemasukan bahan penyejuk ke unit penyejat.

- e) Penyejat 'evaporator'
Bertindak menyerap haba dari ruang yang didinginkan dan membawanya ke pemampat. Ia juga berfungsi menurunkan tekanan cecair 'R22'.

- f) Suis/kawalan laras suhu
Berfungsi mengawal suhu mengikut pendinginan yang diperlukan. Ia berfungsi secara automatik dan juga boleh dikawal secara manual. Suis kebiasaanya akan dipasang di dalam ruang yang didinginkan.

3.2.2 Kitaran Udara

Kitaran udara merupakan proses merawat dan mengagihkan udara yang telah didinginkan ke ruang yang didinginkan. Ia bertujuan untuk memastikan udara di dalam ruang sentiasa bersih dan suhu didalam bangunan sentiasa terkawal dengan mengeluarkan haba dari dalam bangunan dan mengalirkan udara dingin masuk ke dalam ruang didinginkan.



Rajah 3.3 : Kitaran udara

Berdasarkan rajah 3.3, udara kotor dialirkan keluar melalui salur udara balik ke unit pemeluwap yang terletak di luar bangunan. Udara kotor ditapis dahulu sebelum dibuang ke luar bangunan bagi memelihara persekitaran luar bangunan. Udara bersih dari luar dibawa masuk ke unit pemeluwap dan dialirkan ke kitaran air dingin bagi mendinginkan udara. Udara yang telah didinginkan dialirkan ke ruang didinginkan melalui salur udara bekal menggunakan kipas.

3.2.2.1 Komponen Kitaran Udara

Di dalam kitaran udara, terdapat beberapa komponen utama untuk menggerakkan dan memproses udara. Antaranya seperti kipas, salur udara bekal, salur udara balik, bukaan bekal, bukaan balik, penapis dan lingkaran penyejuk.

a) Kipas

Berfungsi menggerakkan udara dalam ruang samada udara luar dan udara dalaman. Meningkatkan tekanan angin dan dan membolehkan udara di agihkan ke seluruh ruang.

b) Salur udara bekal

Menyalurkan udara yang telah didinginkan dari kitaran air dingin melalui kipas ke dalam ruang/bilik.

c) Salur udara balik

Mengalirkan udara yang telah digunakan dari ruang/bilik ke unit pendingin melalui penapis.

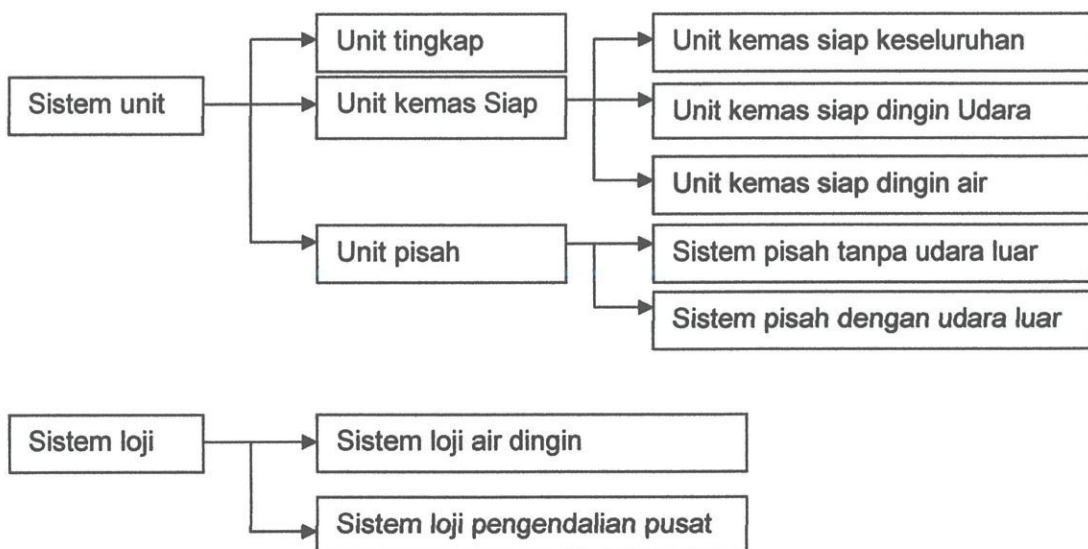
d) Bukaan bekal

Mengagihkan udara yang telah didinginkan ke dalam ruang dan ia juga merupakan kemasam bagi penghawa dingin.

- e) **Bukaan balik**
Bertindak membenarkan udara yang telah digunakan masuk ke salur udara dan ke unit pendingin.
- f) **Penapis**
Berfungsi menapis udara yang telah digunakan bagi menghalang habuk dari ruang didinginkan dan memelihara keadaan persekitaran bangunan. Ia juga untuk memelihara komponen penghawa dingin.
- g) **Lingkar penyejuk**
Bertindak menyerap haba dari ruang untuk mendapatkan suhu yang selesa.

3.3 Jenis Sistem Penghawa Dingin

Terdapat 2 jenis sistem penghawa dingin yang biasa digunakan oleh bangunan komersial iaitu sistem unit dan sistem loji. Rajah 3.4 menunjukkan pembahagian sistem penghawa dingin.



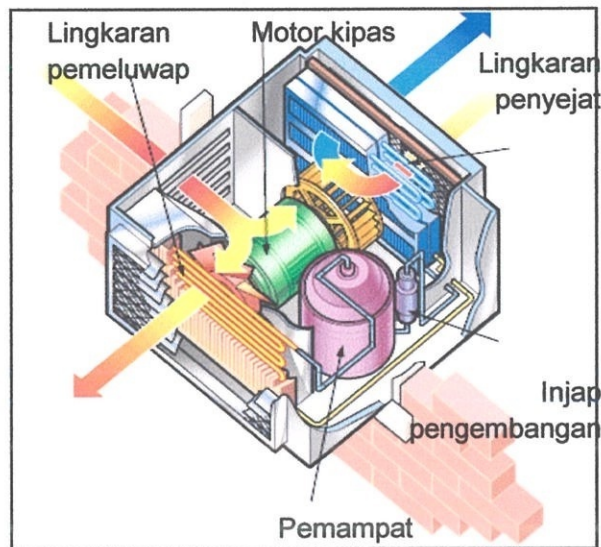
Rajah 3.4 : Pembahagian sistem penghawa dingin

3.3.1 Sistem Unit

Ia senang dipasang pada bangunan sedia ada dan boleh ditempatkan dimana-mana ruang dalaman bangunan. Kadar agihan dan suhu udara dapat dikawal dan ditetapkan mengikut kadar yang dikehendaki. Julat kemampuan beban pendinginan yang luas dapat memenuhi berbagai-bagai keperluan. Contohnya penggunaan untuk ruang pejabat berkapasiti 20 hingga 40 orang dan ruang auditorium kecil. Penggunaannya tidak sesuai untuk pendinginan yang berterusan.

3.3.1.1 Unit Tingkap

Unit ini digunakan di dalam ruang satu bilik kerana pengudaraannya yang terbatas dan bersaiz kecil. Kadar penggunaannya tidak menentu atau keperluan masa berlainan. Penyaluran udara tidak memerlukan salur kerana unit itu sendiri yang menyalurkan udara dan ia dipasang pada tingkap ataupun pada dinding atas. Pemasangannya adalah senang dan tidak melibatkan kos yang tinggi kerana komponennya bersaiz sederhana kecil. Penggunaan tenaga juga rendah dan lebih menjimatkan. Ia dikawal secara pusat dengan menggunakan termostat dan panel kawalan. Unit ini dipasang tinggi bagi membolehkan udara dingin dialirkan keseluruh ruang dan udara bersih dari luar dapat dibawa masuk ke dalam komponen pemeluwap.



Rajah 3.5 : Sistem unit tingkat

3.3.1.2 Unit Kemas Siap

Digunakan untuk ruang-ruang sederhana besar dan memerlukan siling gantung untuk menempatkan salur kitaran pendinginan udara. Pemasangannya lebih rumit dan memerlukan penjagaan secara sederhana. Ia dikawal secara zon (unit dalaman ditempatkan) atau sistem dinginan kawalan pusat. Kecekapan guna tenaga adalah rendah atau sederhana kerana ia tidak melibatkan penggunaan unit secara besar-besaran. Unit kemas siap dapat dibahagikan kepada 3 unit utama iaitu unit kemas siap keseluruhan/pakej, dingin udara dan dingin air.

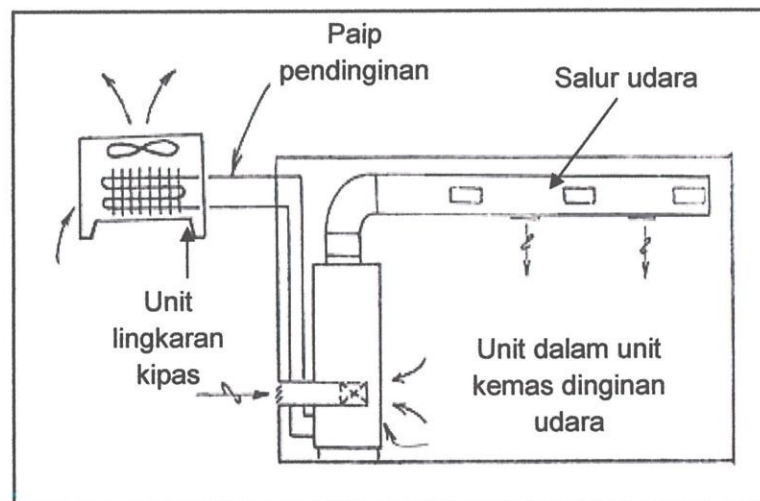
a) Unit kemas siap keseluruhan/pakej

Unit ini diletakkan di bahagian luar bangunan dan berdekatan dengan ruang yang didinginkan. Ia bertujuan untuk memendekkan salur udara bekal dan balik yang disalurkan ke ruang tersebut. Lubang ditebuk pada dinding atau bumbung untuk salur bekal dan kembali yang disambungkan dengan unit luar. Unit ini tidak bergantung kepada bekalan air kerana menggunakan udara dari luar sepenuhnya untuk menjalankan kitaran penyejukan dan

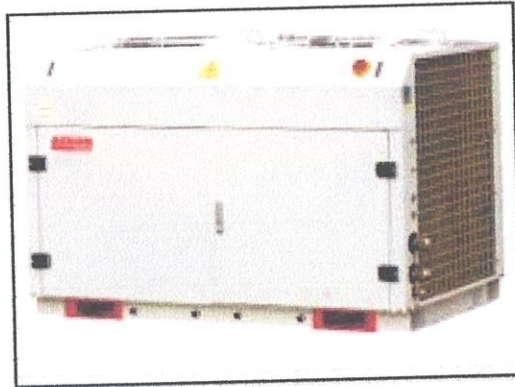
menggunakan sistem thermostat yang dipasang didalam ruang yang didinginkan.

b) Unit kemas siap dingin udara

Lubang kecil ditebuk pada dinding untuk saluran paip ulang alik penyejukan dari unit luar. Ia tidak bergantung kepada bekalan air dan hanya menggunakan udara luar untuk proses kitaran penyejukan. Unit luar mempunyai kipas untuk menyedut udara luar dan memproses udara tersebut. Udara yang telah didinginkan kemudiannya dialirkan ke ruang yang didinginkan dan perlu dipasang dekat dengan unit dalaman bagi membolehkan unit berfungsi dengan lebih efisien. Muatan sederhana besar dan menggunakan sistem kawalan thermostat.



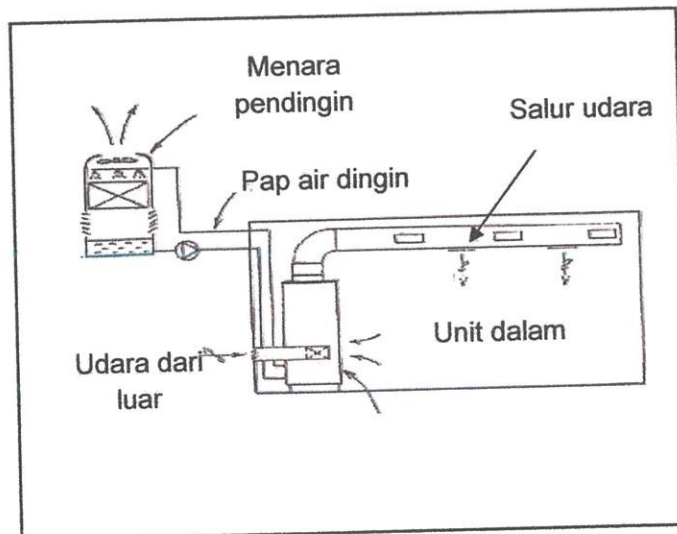
Rajah 3.6 : Lakaran unit kemas siap dingin udara



Gambarfoto 3.1 : Unit kemas siap dingin udara

c) Unit kemas siap dingin air

Lubang ditebuk sama ada pada lantai atau dinding untuk saluran paip air dingin ulang alik dan ram udara untuk memasukkan udara luar. Ia memerlukan bekalan air dari menara pendingin untuk proses kitaran penyejukan. Menara pendingin perlulah dibina tidak terlalu dekat dengan unit ini. Muatannya adalah sederhana besar dan sesuai untuk pengudaraan di tempat yang luas, sistem kawalannya menggunakan sistem termostat.



Rajah 3.7 : Lakaran unit kemas siap dingin air



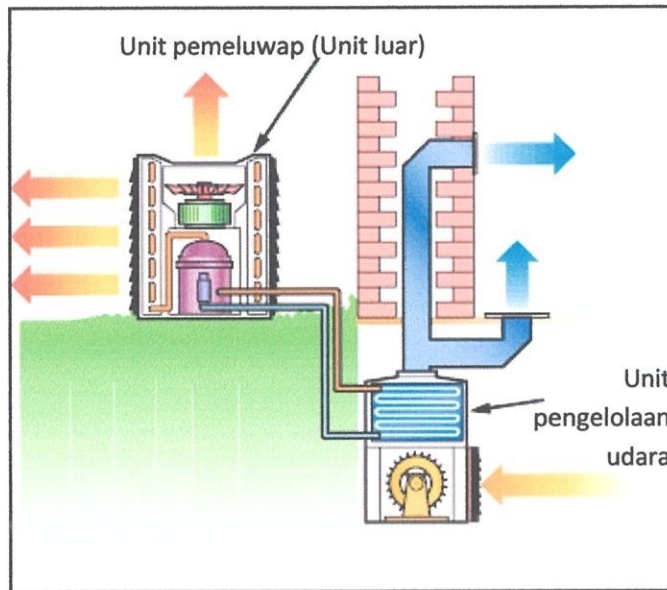
Gambarfoto 3.2 : Unit kemas siap dingin air

3.3.1.3 Unit Pisah

Sistem ini mengandungi 2 komponen unit utama iaitu unit luar dan unit dalam. Ia senang dipasang pada bangunan yang telah siap untuk keperluan kecil hingga keperluan sederhana. Rupabentuk unit dalam yang cantik dan mudah dipasang membolehkan ia ditempatkan dimana-mana ruang dalaman bangunan. Unit ini senyap kerana pemampat ditempatkan dalam unit luaran yang terletak di luar bangunan. Terdapat 2 jenis sistem unit pisah iaitu unit pisah tanpa udara luar dan unit pisah dengan udara luar.

a) Unit pisah tanpa udara luar

Pengudaraanya hanya menggunakan kitaran penyejukan. Komponen dalaman akan memproses gas/cecair 'R22' untuk mendinginkan udara. Haba dari ruang kemudiannya akan dibuang ke luar bangunan melalui unit luaran dan udara yang telah diproses akan dibawa masuk ke unit dalam. Unit ini boleh diletakkan diatas lantai atau dilekatkan pada dinding dan pengagihan udara hanya terbatas pada pembaur di unit lingkaran kipas. Kaedah pemasangannya lebih senang kerana hanya lubang kecil perlu ditebuk bagi laluan paip penyejukan.



Rajah 3.8 :Keratan rentas unit pisah tanpa udara luar

b) Unit pisah dengan udara luar.

Sistem ini dapat mengawal udara bersih dari luar untuk memperbaharui udara dalaman bangunan dengan menyalurkan masuk udara luar. Ia memerlukan siling gantung untuk perletakan salur bekul dan salur kembali. Pengagihannya lebih terkawal dengan salur dan pembaur pada siling. Pengudaraanya menggunakan proses kitaran penyejukan dan udara luar. Udara luar dibawa masuk ke unit dalam dan udara tersebut diproses dan dialirkan ke ruang yang didinginkan. Kaedah pemasangannya lebih rumit daripada unit tanpa udara luar kerana melibatkan penggunaan salur udara dan memerlukan ruang/bilik yang dikhaskan untuk perletakan unit dalaman.

3.3.2 Sistem loji

Sistem ini digunakan untuk penggunaan yang melibatkan 105.5 KW untuk penggunaan ruang yang besar. Ia berkeupayaan tinggi untuk mengelola udara 2832 per saat. Pemasangannya seiring dengan pembinaan bangunan dan satu sistem loji boleh mengelola satu bangunan. Sistem ini dapat dibahagikan kepada 2 bahagian iaitu sistem loji kendalian pusat dan sistem loji air-dingin.

3.3.2.1 Sistem Loji Kendalian Pusat

Komponen pendingin dipasang didalam ruang yang telah dikhaskan di dalam bilik loji. Di dalam ruang ini, terdapat komponen pendinginan yang penting seperti jentera pendinginan air, pam air dingin dan air sejuk, tangki air tambahan dan menara pendingin. Air dingin diambil dari bilik loji kemudiannya di bawa ke unit pengelolaan udara 'AHU' untuk diproses melalui kitaran penyejukan dan mengalirkan udara dingin ke seluruh ruang yang didinginkan.

3.3.2.2 Sistem Loji Air Dingin

Komponen pendingin di dalam bilik loji seperti komponen jentera pendinginan air, tangki air, pam air sejuk dan pam air dingin. Ia menggunakan air yang disejukan dari kitaran penyejukan untuk menyejukan udara dalam kitaran udara. Air yang disejukan diambil dari menara pendingin yang terletak di luar bangunan melalui pam air sejuk. Kitaran udara mengalirkan haba dari ruang didinginkan ke 'AHU' melalui media udara. Kitaran air mengalirkan haba dari 'AHU' ke lingkaran pemeluwap di loji pendinginan melalui media air. Kitaran penyejukan mengalirkan haba dari lingkaran penyejat dalam komponen pendinginan air di loji pendinginan. Kitaran air mengalirkan haba dari lingkaran pemeluwap ke menara pendingin melalui media air. Keupayaan loji pendingin boleh diturunkan daripada 100% kepada 500% dan 30% untuk menampung keperluan 'AHU'.

3.4 Komponen Utama Unit Pendingin Hawa

Untuk menggerakkan proses penghawa dingin, Terdapat beberapa komponen utama dalam sistem pendinginan udara untuk bangunan komersial seperti pendingin, unit pengelolaan udara, menara pendingin dan salur udara.

3.4.1 Pendingin 'Chiller'

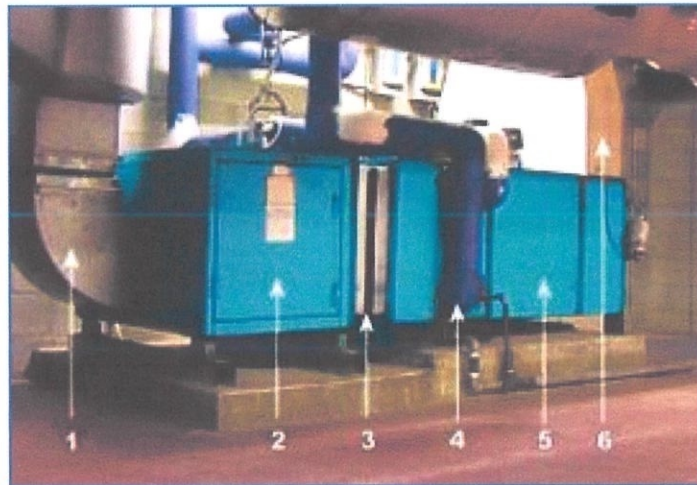
Pendingin merupakan komponen penghawa dingin yang berfungsi untuk mengalihkan haba dari cecair melalui proses pemampatan wap atau proses resapan kitaran penyejukan dengan mengepam air dari unit pengelolaan udara. Ia juga berfungsi untuk menyejukan dan menyahlembapkan udara. Pendingin kebiasaannya digunakan untuk penghawa dingin berskala besar iaitu di bangunan besar dengan menggunakan sistem penghawa dingin berpusat. Pendingin kebiasaannya berkadar antara 15 hingga 1500 tan (53 hingga 5,300 kW) di dalam kapasiti penyejukan dan berfungsi secara automatik. Kebanyakan pendingin adalah direka untuk operasi dalaman bangunan, tetapi terdapat juga pendingin kalis air dan digunakan di luar bangunan. Ia memerlukan penjagaan yang khusus didalam penyelenggaraan kerana ia merupakan mesin yang jitu malah kos untuk mengaplikasi dan operasinya adalah tinggi. Pemilihan pendingin juga bergantung kepada saiz penggunaan penghawa dingin. Gambarfoto 3.3 menunjukkan contoh unit pendingin.



Gambarfoto 3.3 : Unit pendingin

3.4.2 Unit Kawalan Udara [Air Handling Unit (AHU)]

Unit ini digunakan untuk menyejukkan dan mengitaran udara sebagai sebahagian daripada pemanasan, penyejukan dan pengudaraan di dalam sistem pendingin hawa. Kebiasaannya pengawal udara merupakan sebuah kotak logam yang besar yang mengandungi peniup 'blower', elemen pemanas atau penyejukan, rak atau ruang penapis dan kepingan logam yang mengawal aliran udara masuk atau 'dampers'. Unit kebiasaannya disambungkan ke salur udara yang menyalurkan udara dingin ke ruang-ruang di dalam bangunan dan mengembalikannya ke 'AHU' Unit ini juga menyalurkan udara dan menyedut udara secara terus tanpa salur udara. Unit kawalan udara bersaiz kecil iaitu unit pangkalan 'terminal units' digunakan untuk kegunaan setempat dan mengandungi komponen penapis udara, lingkaran dan peniup. Unit kawalan udara bersaiz besar iaitu 'makeup air unit (MAU)' memproses 100% udara luar dan tiada kitaran udara manakala pengawal udara 'rooftop unit (RTU)' direka khusus untuk kegunaan luar kebiasaannya di atas bumbung. Unit kawalan udara terdiri daripada beberapa komponen iaitu Kipas atau peniup, elemen pemanas atau penyejuk, penapis udara, alat pelembap, kebuk pecampur, pengawal dan penyerap getaran. Gambarfoto 3.4 menunjukkan bahagian komponen unit kawalan udara.



Gambarfoto 3.4 : Komponen Unit Kawalan Udara

Bahagian-bahagian komponen yang ditandakan mengikut nombor berdasarkan pada gambarfoto 3.4.

1. salur udara
2. Ruang kipas
3. penyerap getaran
4. linkaran penyejuk
5. Ruang penapis
6. salur udara luar

3.4.2.1 Kompenen Unit Kawalan Udara Dan Fungsinya

a) Kipas/peniup 'blower'

Pengawal udara kebiasaanya mempunyai kipas bersangkar yang digerakkan oleh motor elektrik bagi menggerakkan udara. Kipas kebiasaanya beroperasi pada kelajuan tunggal tetapi kelajuan kipas boleh dilaraskan untuk membolehkan jarak kadar peredaran udara lebih lebar. Kadar aliran juga boleh dikawal dengan menggunakan ram masuk atau peredam keluar yang terdapat pada kipas. Unit kawalan udara berskala besar menggunakan kipas berganda.

b) Elemen pemanas atau penyejuk 'heating or cooling elements'

Elemen ini bergantung kepada lokasi dan penggunaanya kerana ia berkemungkinan menggunakan pemanasan atau penyejukan atau kedua-duanya bagi mengubah suhu udara. Unit kawalan bersaiz kecil mengandungi pemanasan pembakaran minyak atau penyejukan penyejukan ditempatkan terus ke aliran udara. Unit berskala besar mengandungi linkaran yang mengalirkan air atau wap panas dan kemudiannya air tersebut didingin untuk penyejukan. Air atau wap panas tersebut adalah dialirkan dari dandang pusat dan air dingin dari pusat penyejukan.

c) Penapis 'filters'

Penapis udara digunakan untuk menapis habuk-habuk yang disedut dari ruang pendingin bagi memastikan unit kawalan udara bebas dari habuk. Gas separa dan udara 'ultraviolet' juga boleh ditapis sebaik mungkin dan semua komponen dalaman bersih.

d) Alat pelembap 'dehumidifier'

Pelembap kebiasaannya diperlukan di iklim sejuk kerana pemanasan untuk memanaskan ruang yang berpanjangan akan menyebabkan udara menjadi kering dan menyebabkan kualiti udara menjadi tidak selesa. Alat pelembap digunakan untuk melembapkan udara di dalam ruang dan dipasang di dalam unit kawalan udara. Terdapat pelbagai proses yang dijalankan untuk melembapkan udara dengan menggunakan proses penyejatan, pengewapan dan semburan kabus.

e) Kebuk pecampur 'mixing chamber'

Untuk mengekalkan kualiti udara dalaman, pengawal udara kebiasaannya mempunyai ruang bekalan bagi membolehkan udara luar dibawa masuk ke dalamnya apabila udara di dalam bangunan kering/kekurangan. Kebuk ini kebiasaannya mempunyai ram untuk mengawal kadar udara masuk.

f) Pengawal 'controls'

Pengawal diperlukan untuk mengatur setiap unit kawalan udara seperti kadar aliran udara, membekalkan suhu udara, mencampurkan suhu udara, kelembapan, kualiti udara dan putaran motor. Ia merupakan kawalan yang ringkas iaitu suis buka/tutup dengan menggunakan termostat atau menggunakan sistem yang lebih rumit iaitu sistem automasi bangunan yang menggunakan 'BACnet' atau 'LonWorks' seperti deria suhu dan deria kelembapan.

g) Penyerap gegaran 'vibration isolators'

Kipas/peniup di dalam unit kawalan udara menyebabkan gegaran kuat dan menghasilkan bunyi. Sebahagian besar salur udara boleh menghantar bunyi ini ke ruang yang didinginkan. Masalah ini dapat dielakkan dengan memasang penyerap gegaran pada salur udara yang meyambung ke unit ini, ruang kipas dan pada tapak unit kawalan udara. Penggunaan bahan kanvas getah yang dipasang pada salur udara membantu mengurangkan getaran. Ruang kipas pula dijarakkan beberapa sentimeter bagi meletakkan 'spring suspension' yang mana mengagihkan getaran melalui rantai.

3.4.3 Menara pendingin 'cooling tower'

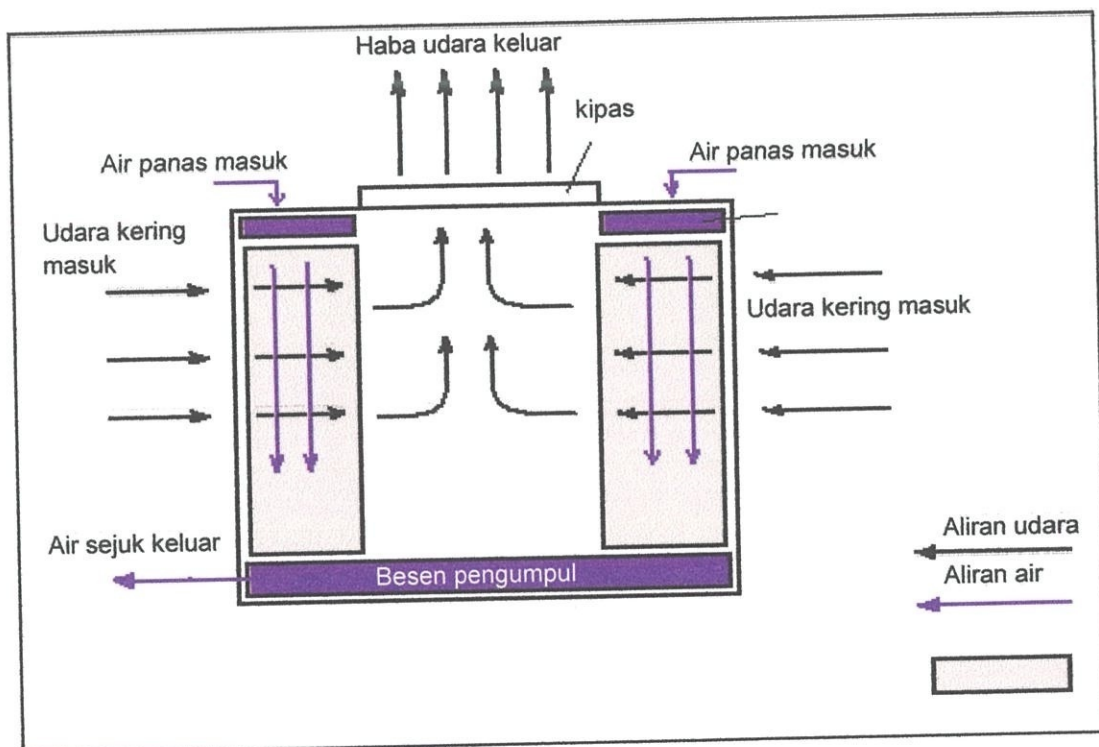
Menara pendingin merupakan salah satu daripada komponen penghawa dingin yang berfungsi sebagai alat untuk menyingkirkan sisa haba ke atmosfera. Ia menyingkirkan haba dengan menggunakan proses penyejatan dan menyejukkan cecair yang mengalir di dalam kitaran pendingin hawa. Menara pendingin terdapat dalam pelbagai saiz dan digunakan di atas bumbung ataupun di atas tanah. Pendingin mendapat air bekalan daripada air dari tangki samada tangki air utama ataupun tangki air yang dikhaskan untuk menara pendingin tersebut (Gambarfoto 3.5) . Ia digunakan untuk AHU pakej pendingin air untuk proses pengoperasian Pendinginan udara. Menara pendingin dapat dibahagikan kepada dua iaitu aliran melintang dan aliran bertentangan.



Gambarfoto 3.5 : Contoh menara pendingin jenis arus berlawanan.

3.4.3.1 Arus Melintang

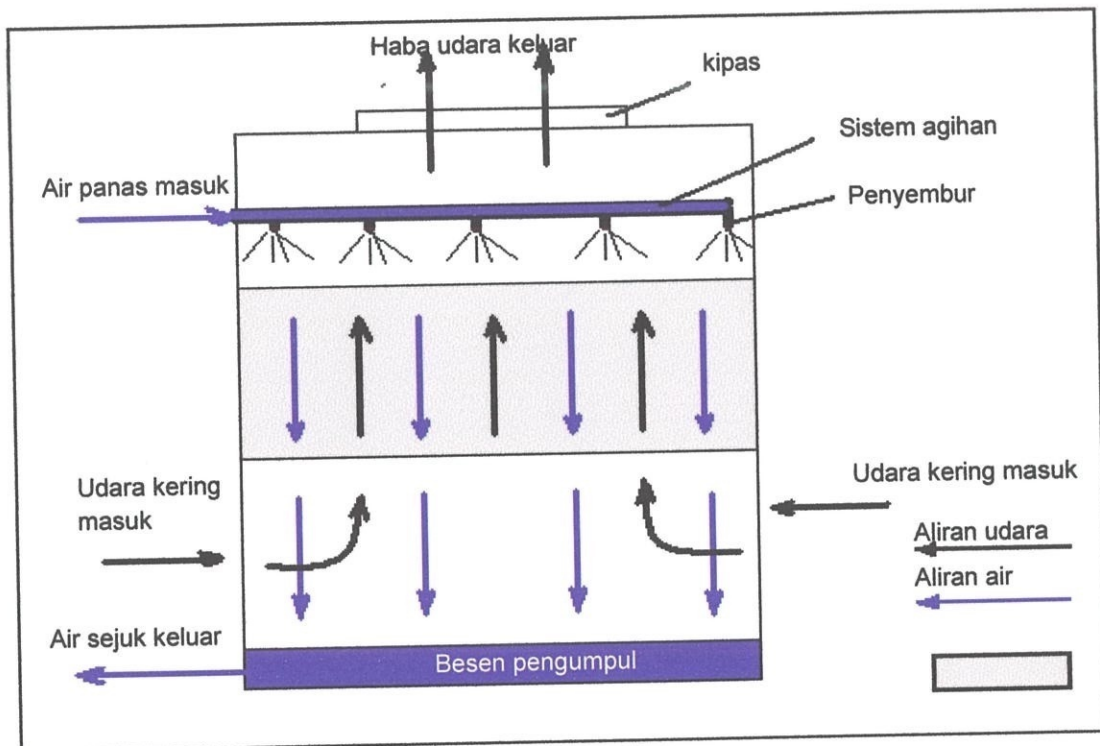
Menara pendingin arus melintang direka dimana aliran udara mengalir secara terus ke aliran air. Aliran udara memasuki satu (1) atau lebih permukaan menegak menara pendingin dan akan bertemu dengan air yang mengalir di permukaan menegak melalui graviti. Udara terus mengalir melalui permukaan menegak tersebut ke kawasan plenum terbuka dan udara lembap dan panas akan dibawa keluar melalui kipas. Rajah 3.9 menunjukkan lakaran arus melintang.



Rajah 3.9 : Lakaran jenis arus melintang

3.4.3.2 Arus Berlawanan

Arus berlawanan merupakan arah aliran angin berlawanan secara terus dengan arah aliran air. Aliran udara memasuki kawasan terbuka dibawah lapisan medium dan naik secara menegak. Air disembur melalui muncung paip bertekanan dan mengalir kebawah melalui lapisan medium dan udara lembap dan panas akan dibawa keluar melalui kipas. Rajah 3.10 menunjukkan lakaran jenis arus berlawanan.



Rajah 3.10 : lakaran jenis arus berlawanan

3.4.4 Salur udara

Salur udara digunakan didalam sistem pemanasan, pengudaraan, dan pendingin hawa (HVAC) untuk mengagihkan dan mengeluarkan udara di dalam sesebuah ruang. Salur kebiasaanya dibuat daripada keluli bergalvani kerana ia ringan dan tahan karat. Pembentukan dan pemasangan salur juga senang di bentuk dan melibatkan kos yang rendah. Terdapat pelbagai jenis bahan yang digunakan untuk membuat salur samada bebentuk segiempat, bulat dan bujur. Atara bahan utama yang digunakan ialah keluli bergalvani, salur gentian kaca dan tiub fleksibel.

i) Keluli bergalvani 'Galvanized steel'

Kebanyakan salur dibuat daripada besi galvani. Pelbagai kelengkapan membolehkan peralihan diantara pelbagai bentuk dan saiz. Contohnya sambungan 'tee' dimana aliran udara boleh dibahagikan kepada 2 atau lebih cabang hilir. Kebanyakkan kilang membuat bentuk dan saiz yang ditetapkan tetapi keluli galvani boleh dipotong dan dibentuk dengan mudah ke bentuk yang diperlukan. Salur keluli lazimnya dibalut dengan penebat kapas kaca untuk mengurangkan pembebasan haba dari dinding salur dan wap air dari pemeluwapan pada bahagian salur apabila salur membawa udara sejuk. Penebat juga berfungsi mengurangkan bunyi bising dari getaran unit kawalan udara.



Gambarfoto 3.6 : Salur keluli bergalvani

ii) Salur gentian kaca 'Fiberglass duct board'

Panel gentian kaca bertindak sebagai penebat haba dalaman dan permukaan penyerap bunyi dalaman salur. Ia juga membantu sistem HVAC berjalan dengan senyap. Kepingan salur dibentuk dengan menggunakan pisau khas yang dikawal secara automatik memotong kepingan gentian kaca dengan kemas. Panel salur kemudiannya dilipat pada sudut 90% dan kemudiannya dicantum menggunakan dawai kokok dan keluli khas menjadi bentuk segiempat.

iii) Tiub fleksibel 'Flexible tubing'

Tiub fleksible atau dikenali sebagai 'flex' iaitu tiub yang dibengkokkan terdapat di dalam pelbagai bentuk. Tiub ini dibalut dengan lapisan kapas kaca dan kemudiannya dibalut pula dengan lapisan nipis plastik untuk melindungi penebat. Ia biasanya disambung pada salur tiub utama kerana ia merupakan salur bersaiz kecil/serdahana dan sesuai untuk salur keluar yang lebih kecil.



Gambarfoto 3.7 : Salur tiub fleksibel

BAB 4

KAEDAH PEMASANGAN PENDINGIN HAWA

4.1 Pengenalan

Projek pembinaan bangunan pejabat PERKESO dan jabatan yang bernaung di bawah Kementerian Sumber Manusia cawangan Kelantan merupakan diantara salah satu daripada projek yang sedang dilaksanakan oleh Syarikat Blackfox Eng. Sdn. Bhd. Pemilik utama bangunan ini ialah Pertubuhan Keselamatan Sosial (PERKESO) . Ia dibina di atas tanah seluas 76087.68 meter persegi di daerah Kota Bharu. Kontrak pembinaannya merupakan kontrak jenis 'design and built, iaitu melibatkan kerja-kerja merekabentuk, membina, menyiapkan dan mentauliahkan bangunan. Tempoh masa pembinaan dianggarkan selama 2 tahun iaitu dari 29 Mei 2006 hingga 28 Mei 2008 dan harga kontrak dianggarkan bernilai RM 11,658,500.00. Bangunan ini dibina setinggi tujuh (7) tingkat dan berkeluasan 51092.64 kaki persegi.

Bangunan pejabat PERKESO perlu dibina kerana ia bersesuaian dengan perubahan semasa dan kepentingan perkhidmatan PERKESO kepada penduduk Kelantan. Pembinaan bangunan ini berdasarkan kepada kehendak yang bersesuaian dari segi lokasi bangunan, susun atur dan rekabentuknya. Antara kriteria yang diambil kira adalah seperti lokasi tapak yang berdekatan dengan kawasan pejabat kerajaan/swasta serta kawasan komersial, kedudukan tapak dalam lingkungan 3 km kawasan dari pusat bandar Kota Bharu dan lokasinya yang dapat dicapai dengan kemudahan awam. Gambarfoto 4.1 menunjukkan pandangan perspektif bangunan PERKESO.



Gambarfoto 4.1 : Pandangan perspektif bangunan PERKESO

4.3 Sistem Penghawa Dingin

Bangunan PERKESO menggunakan sistem penghawa dingin berpusat jenis unit pakej dinginan air dan pakej dinginan udara untuk ruang berukuran diantara 600 kaki persegi hingga 4000 kaki persegi seperti ruang pejabat dan ruang persidangan. Selain itu, sistem unit pisah (tanpa udara luar) jenis kaset siling dan dinding-lekap digunakan untuk ruang berukuran diantara 80 kaki persegi hingga 200 kaki persegi iaitu ruang bilik bersaiz kecil seperti bilik kawalan. Pemilihan dan kapasiti penghawa dingin perlu mengambil kira keperluan bilik-bilik yang akan ditentukan oleh pinak PERKESO.

4.3.1 Unit Kemas Siap Dingin Air.

Sistem ini digunakan di setiap aras bangunan iaitu dari aras bawah hingga aras 6. Setiap aras bangunan menggunakan 2 unit sistem ini kecuali di tingkat 6 yang menggunakan 1 unit sistem ini dan unit kemas siap dingin udara. Ia dapat memberikan pengudaraan pada bahagian ruang yang luas dan sederhana seperti ruang pejabat dan ruang kafeteria. Komponennya terdiri daripada 'AHU' pakej penyejukan cecair 'air cooled package (ACP)', salur udara bekal dan kembali, menara pendingin dan sistem paip air dingin. Udara dingin diperolehi dari menara pendingin yang terletak di aras bumbung dengan membekalkan air yang telah didinginkan ke unit 'ACP' di setiap aras bangunan melalui sistem perpaipan air dingin dan air dingin akan diproses melalui unit ini menjadi udara dingin. Ia kemudiannya disalurkan ke ruang yang didinginkan melalui salur udara dan pembaur. Lubang ditebuk pada bahagian dinding luar 'AHU' untuk kemasukan udara luar. Sistem kawalannya menggunakan sistem termostat yang dipasang pada dinding di dalam ruang yang didinginkan dan dikawal secara automatik.

4.3.2 Unit Kemas Siap Dingin Udara.

Sistem ini berlainan dengan sistem unit kemas siap dingin air kerana ia menggunakan udara luar sepenuhnya bagi menjalankan proses kitaran penyejukan dan pengudaraan. Ia hanya dipasang pada aras 6 di bahagian bilik persidangan kerana ruang yang didinginkan merupakan ruang lebih besar iaitu bilik persidangan yang diangarkan seluas 4044.76 meter persegi dan disebabkan oleh faktor kedudukan ruang tersebut. Komponen pendingin terdiri daripada AHU unit kemas siap dingin udara, Salur udara bekal dan kembali dan unit lingkaran penyejukan udara. Udara diambil dari luar melalui unit lingkaran penyejukan udara yang berada di luar bangunan diproses menjadi gas dan dialirkan masuk ke unit dalaman iaitu unit penyejukan udara. Lubang kecil ditebuk pada dinding luar untuk menghubungkan unit luar ke unit dalam melalui saluran paip penyejukan ulang alik. Udara yang telah didinginkan kemudiannya di alirkan ke ruang yang didinginkan melalui salur udara dan pembaur. Sistem kawalannya menggunakan sistem termostat yang dipasang pada dinding di dalam ruang yang didinginkan dan akan dikawal secara automatik.

4.3.3 Unit Pisah (Tanpa Udara Luar).

Sistem ini dipasang pada bilik-bilik tertentu sahaja seperti bilik VIP, Pejabat penyelenggaraan dan bilik kawalan kerana unit ini hanya digunakan untuk ruang bersaiz kecil sahaja. Terdapat dua (2) jenis unit pisah yang digunakan iaitu jenis dinding lekap dan jenis kaset siling. Pemilihan unit ini disebabkan oleh penggunaannya hanya pada bilik bersaiz kecil kerana ianya mudah dipasang dan kecekapan guna tenaga yang rendah.

4.3.3.1 Dinding-Lekap

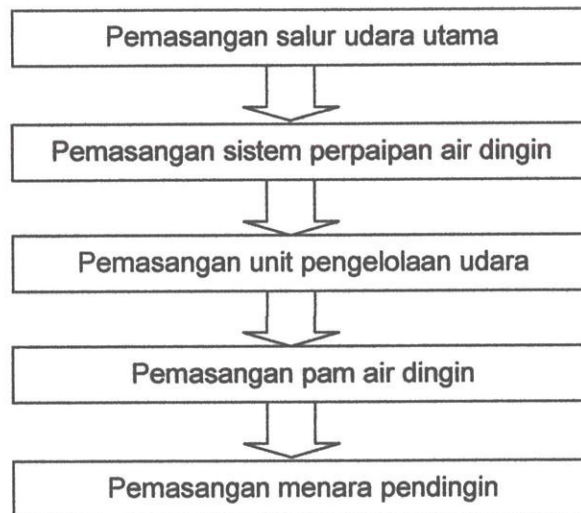
Menggunakan 6 unit dinding-lekap dan ia dipasang pada bilik PABX, bilik penyelenggaraan, bilik kawalan dan bilik rehat pelanggan. Unit ini dipasang dengan memasang unit penyejat pada dinding dalam ruang dan memasang unit pemeluwap dipasang di luar bangunan. Memerlukan sistem paip penyejukan ulang alik yang panjang kerana kebanyakan bilik-bilik tersebut terletak di bahagian tengah bangunan.

4.3.3.2 Kaset Siling

Menggunakan 2 unit ini iaitu di bilik VIP. Unit ini digunakan kerana ia kelihatan lebih kemas dan sesuai digunakan pada bilik VIP. Unit penyejat dipasang di dalam siling gantungan dan unit pemeluwap dipasang di luar bangunan. Ruang bukaan tutup di buat bersebelahan unit kaset untuk tujuan penyelenggaraan.

4.4 Kaedah Pemasangan Sistem Berpusat

Pemasangan komponen penghawa dingin melibatkan dua (2) pihak iaitu pihak sub kontraktor pemasangan penghawa dingin dan pihak pereka dalaman. Sub kontraktor melakukan kerja-kerja pemasangan komponen utama seperti salur udara utama, unit pengelolaan udara, menara pendingin, paip air dingin, pam air dan pembaur pada siling. Pihak pereka dalaman menjalankan kerja-kerja pemasangan salur agihan dan kemasin penghawa dingin seperti salur agihan dan pembaur. Carta 4.1 menunjukkan kaedah pemasangan penghawa dingin.



Carta 4.1 : Kaedah pemasangan sistem penghawa dingin berpusat

4.4.1 Pemasangan Salur udara.

Salur udara merupakan sebahagian daripada komponen kitaran pengudaraan. Salur dipasang pada bangunan dan disambungkan ke AHU. Kerja-kerja pemasangan salur bermula dari pembentukan salur sehingga salur siap dipasang pada bangunan. Terdapat beberapa peringkat pemasangan salur iaitu dari pembentukan, pemasangan penambat, pemasangan pendakap pada bangunan dan pemasangan salur pada bangunan.

4.4.1.1 Pembentukan Salur

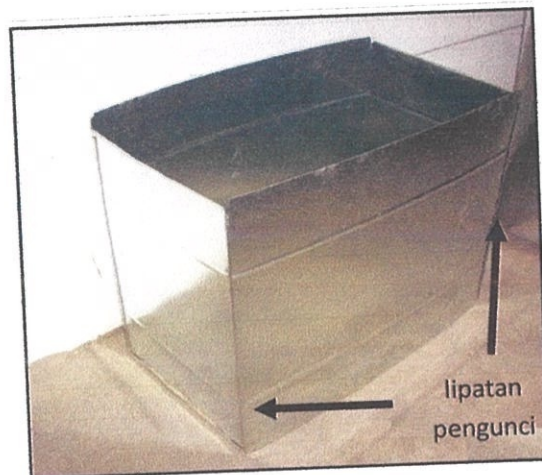
Bahan salur yang digunakan adalah daripada kepingan keluli bergalvani kerana kosnya lebih rendah dan lebih efisien. Ia sampai di tapak bina dalam bentuk kepingan dan belum dipotong. Ia kemudiannya dipotong mengikut saiz yang ditetapkan dengan menggunakan pemotong keluli (Gambarfoto 4.2) dan di setiap tepi kepingan dilipat beberapa sentimeter untuk dijadikan pengunci apabila kepingan tersebut disambung.



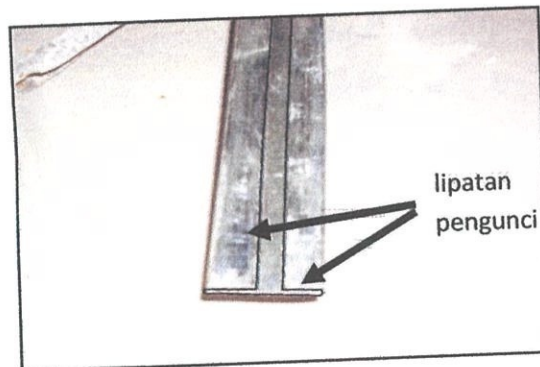
Gambarfoto 4.2 : Kepingan keluli.

Ia kemudiannya disambung menjadi bentuk segiempat dan bahagian yang dilipat dicantumkan dan dikunci menggunakan kepingan keluli yang telah siap dibentuk sebagai pengunci (Gambarfoto 4.3 dan 4.4). Rod besi beralur dimasukkan di bahagian tengah salur dan diketatkan

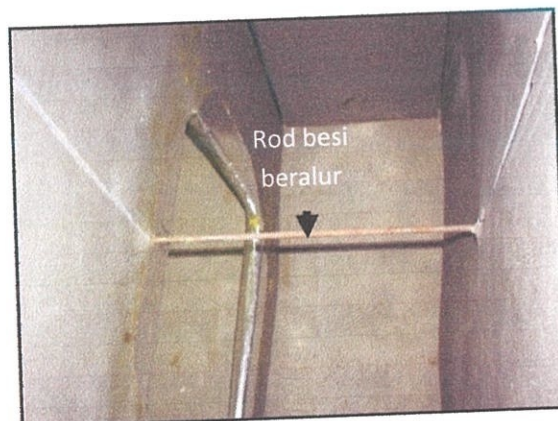
dengan menggunakan nat di bahagian luar. Ia bertujuan untuk mengukuhkan salur (Gambarfoto 4.5).



Gambarfoto 4.3 : Salur yang telah siap dibentuk



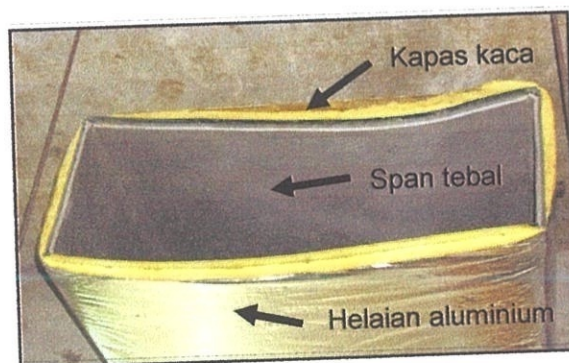
Gambarfoto 4.4 : Kepingan keluli pengunci.



Gambarfoto 4.5 : Rod besi pengukuh

4.4.1.2 Pemasangan Penebat

ia bertujuan untuk mengurangkan pemeluwapan daripada udara dingin yang disalurkan melaluinya dan mengelakkan udara panas dari luar salur meruap masuk ke dalam salur. Salur dipasang dengan 3 lapisan penebat dibahagian dalam dan luar salur iaitu penebat span tebal, kapas kaca dan helaian aluminium. Bahagian dalam salur dipasang penebat span tebal bagi mengelakkan berlakunya pemeluwapan pada dinding salur. Penebat kapas kaca digunakan dibahagian luar kerana ia berfungsi sebagai penebat haba dan sesuai digunakan pada keluli bergalvani. Cara pemasangannya ialah gam disapu pada salur yang telah siap dibentuk dan kemudiannya dilekatkan pada salur tersebut. Untuk melindungi kapas kaca, ia dibalut dengan menggunakan helaian aluminium dengan melekatkannya pada kapas tersebut. Lapisan ini juga sesuai dijadikan penebat dari luar kerana permukaannya yang kalis haba. Gambarfoto 4.6 menunjukkan lapisan penebat yang telah siap dipasang pada salur.

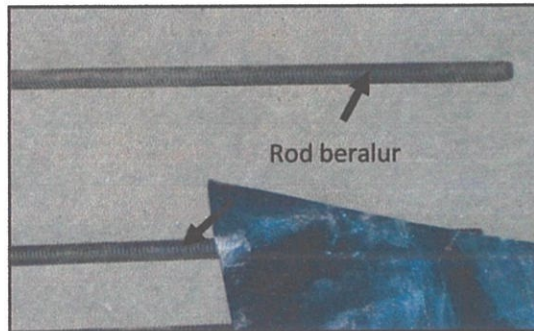


Gambarfoto 4.6 : Lapisan penebat

4.4.1.3 Pemasangan Penyokong Salur/Pendakap

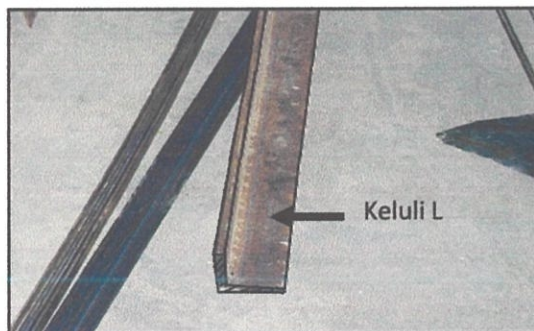
Penyokong salur atau pendakap perlu dipasang bagi membolehkan salur disokong. Ia dipasang pada permukaan atas bangunan samada pada bahagian lantai atas / rasuk / kerangka bumbung. Kaedah pemasangannya ialah 2 lubang ditebuk sedalam beberapa sentimeter

pada permukaan atas dan rod pendakap iaitu keluli lembut beralur dimasukkan kedalam lubang dan diketatkan (Gambarfoto 4.7).

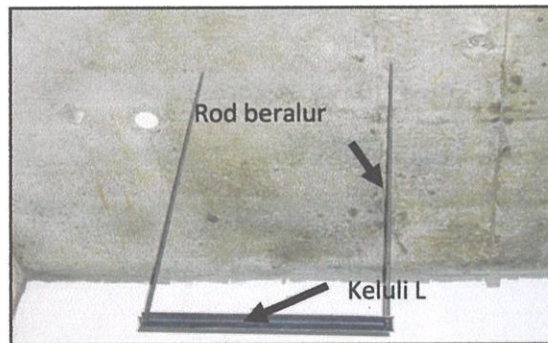


Gambarfoto 4.7 : Rod pendakap

Kemudiannya, tapak braket iaitu keluli berbentuk L (Gambarfoto 4.8) dipasang pada keluli braket dan diketatkan pada rod pendakap dengan menggunakan nat. Saiz pendakap bergantung kepada saiz salur yang akan dipasang. Gambarfoto 4.9 menunjukkan pendakap yang telah dipasang pada bangunan.



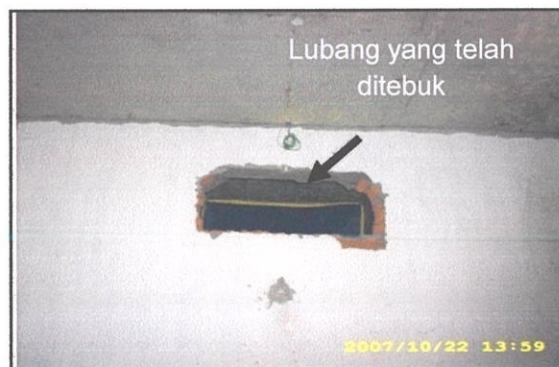
Gambarfoto 4.8 : Tapak pendakap



Gambarfoto 4.9 : Pendakap yang telah siap dipasang

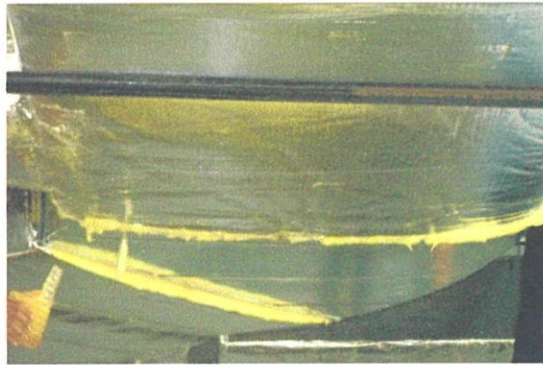
4.4.1.4 Pemasangan Salur Pada Bangunan.

Salur dipasang didalam pendakap pada bangunan secara berperingkat-peringkat. Salur akan disambung dengan menyambung salur dan mengunci salur dengan menggunakan lipatan pengunci. Kemudiannya, lapisan penebat akan dilekatkan pada bahagian yang penyambung salur dan bahagian salur yang belum dipasang penebat. Sekiranya laluan salur merentasi dinding, ia perlu ditebuk bagi membolehkan salur melaluinya (Gambarfoto 4.10) . Saiz lubang yang perlu ditebuk bergantung kepada saiz salur yang akan dipasang.



Gambarfoto 4.10 : Dinding ditebuk untuk laluan salur

Gambarfoto 4.11 dan 4.12 menunjukkan salur udara yang telah siap dipasang pada braket.



Gambarfoto 4.11 : Pemasangan penebat pada salur



Gambarfoto 4.12 : Salur yang telah siap dipasang

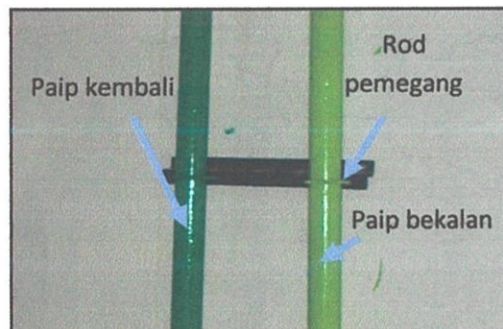
4.4.2 Pemasangan Paip Air Dingin

Paip ini berfungsi membekalkan air dingin dari menara pendingin ke AHU jenis unit pakej dinginan air. Sebelum paip dipasang, 2 lubang untuk paip bekal dan paip balik perlu ditebuk pada lantai bilik AHU. Ia bagi membolehkan paip dihubungkan di setiap aras bangunan. Saiz lubang yang perlu ditebuk bergantung kepada saiz paip yang akan dipasang. Ini kerana saiz paip di setiap aras bangunan adalah tidak sama (Gambarfoto 4.13).



Gambarfoto 4.13 : saiz paip yang berbeza

Ia bertujuan untuk meningkatkan tekanan air dingin dan membolehkan kitaran air dingin mengalir dengan lebih efisien. Saiz paip di bahagian paling atas iaitu di bilik pam lebih besar daripada paip aras bawah kerana tekanan pada paip atas adalah lebih tinggi. Paip dipasang melalui lubang tersebut dan paip dibahagian bawah akan disambungkan dengan mematri paip bahagian atas. dilekap pada dinding menggunakan rod pemegang atau rod besi yang dilenturkan (Gambarfoto 4.14). Setelah paip di setiap aras bangunan disambung, ia diwarnakan dengan warna berbeza iaitu warna hijau tua untuk paip kembali dan hijau muda untuk paip bekalan.



Gambarfoto 4.14 : Paip Bekalan dan kembali

4.4.3 Pemasangan Unit Kawalan Udara (AHU)

Sebelum 'AHU' dipasang, alas 'AHU' atau 'plinth' dibina terlebih dahulu. Ia bertujuan untuk menanggung dan megagihkan beban 'AHU' ke struktur utama bangunan (Gambarfoto 4.15) . Ukuran saiz alas ditentukan mengikut saiz 'AHU' yang akan dipasang. Kemudiannya, ukuran ditandakan dan kotak acuan setinggi 200 mm dipasang mengikut ukuran luas yang telah ditetapkan. Besi tetulang kemudiannya dipasang didalam kotak acuan dan diikat pada 'strarter bar' yang telah disediakan. Selepas besi tetulang siap dipasang, konkrit dimasukkan ke dalam kotak acuan sehingga penuh. Selepas tiga (3) hari, kotak acuan dibuka dan kerja-kerja pemasangan 'AHU' dijalankan.



Gambarfoto 4.15 : Alas 'AHU'

Pada permulaan pemasangan 'AHU', tapak AHU' akan dilapik dengan menggunakan penebat getaran bagi mengurangkan getaran daripada pergerakan motor dan kipas di dalam 'AHU'. 'AHU' kemudiannya disambungkan dengan salur udara utama dan disetiap bilik AHU mempunyai tingkap laras bagi kemasukkan udara luar.

Bagi pemasangan 'AHU' jenis unit kemas siap dingin udara, proses kitaran penyejukan menggunakan udara luar sepenuhnya dan memerlukan tiga (3) unit lingkaran kipas penyejuk. Unit luar dipasang bersebelahan dengan bilik 'AHU' dan ia disambungkan dengan unit dalam melalui paip pendinginan ulang alik. Untuk penyambungan ini, lubang kecil perlu ditebuk pada dinding

untuk membolehkan paip ini melaluinya. Gambarfoto 4.16 menunjukkan unit kemas dingin udara yang digunakan.



Gambarfoto 4.16 : Unit kemas siap dingin udara yang digunakan

Pemasangan AHU jenis unit kemas siap dingin air menggunakan air dingin dari menara pendingin untuk proses pendinginan. Unit ini disambungkan dengan paip bekal air dingin dan paip balik. Gambarfoto 4.17 menunjukkan unit kemas siap dingin air yang digunakan.



Gambarfoto 4.17 : Unit kemas siap dingin air

4.4.4 Pemasangan Pam Air

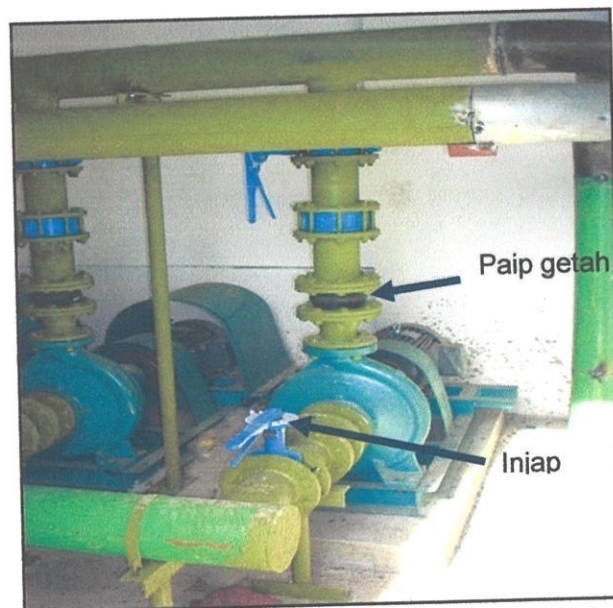
Pam digunakan untuk menggerakkan kitaran air dingin dari menara pendingin ke unit kemas siap dingin air. Pam air dipasang di dalam bilik pam yang terletak di aras bumbung bangunan dan menggunakan 4 unit pam empar. Hanya 3 unit pam yang akan beroperasi manakala 1 unit pam dalam keadaan bersedia. Sebelum pam dipasang, alas pam dibina di atas lantai konkrit sedia ada bagi menanggung beban dan getaran dari unit pam tersebut. Pam dipasang secara selari dan berdekatan dengan paip bekal dan paip kembali. paip bekal dipasang dibahagian salur keluar yang terletak di bahagian atas empar. Salur getah dipasang diantara sambungan paip keluar dan paip bekal bagi mengelakkan sambungan paip bekal rosak akibat getaran dari motor pam dan injap dipasang bagi mengawal aliran air dingin. Pam kemudiannya disambungkan dengan menara pendingin yang terletak di sebelah bilik pam.



Gambarfoto 4.18 : Pemasangan pam empar



Gambarfoto 4.19 : Pam dipasang berdekatan paip bekal dan paip kembali

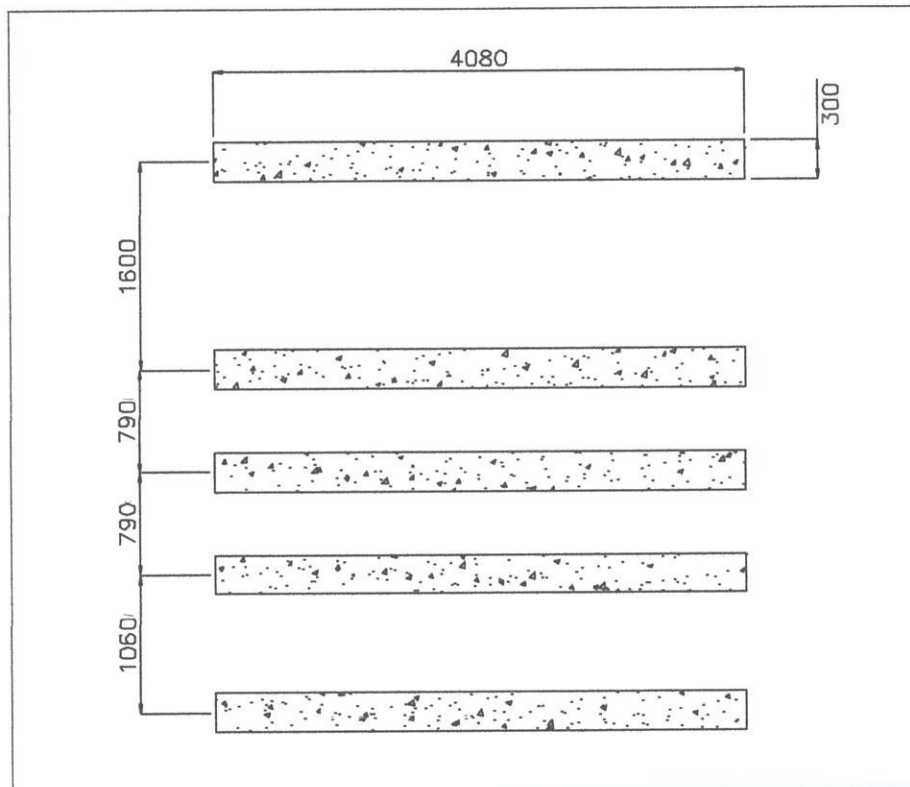


Gambarfoto 4.20 : Pemasangan paip getah dan injap

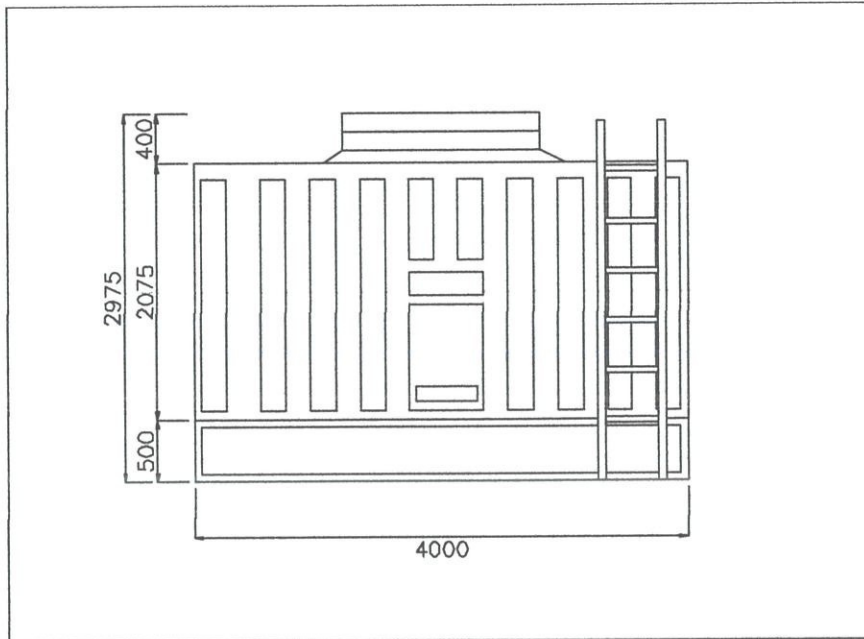
4.4.5 Pemasangan Menara Pendingin

Menara pendingin dipasang di aras bumbung bersebelahan dengan bilik pam. Ia juga dipasang bersebelahan dengan tangki air perkhidmatan bagi memudahkan air disalurkan ke menara pendingin. Sebelum menara pendingin dipasang, rasuk bawah perlu dibina bagi menampung beban menara pendingin. Saiz rasuk berukuran 4080 mm x 300 mm x 400 mm (Rajah 4.1). Kemudiannya, ukuran ditandakan dan kotak acuan dipasang mengikut ukuran yang telah ditentukan. Kemudiannya besi tetulang dipasang didalam

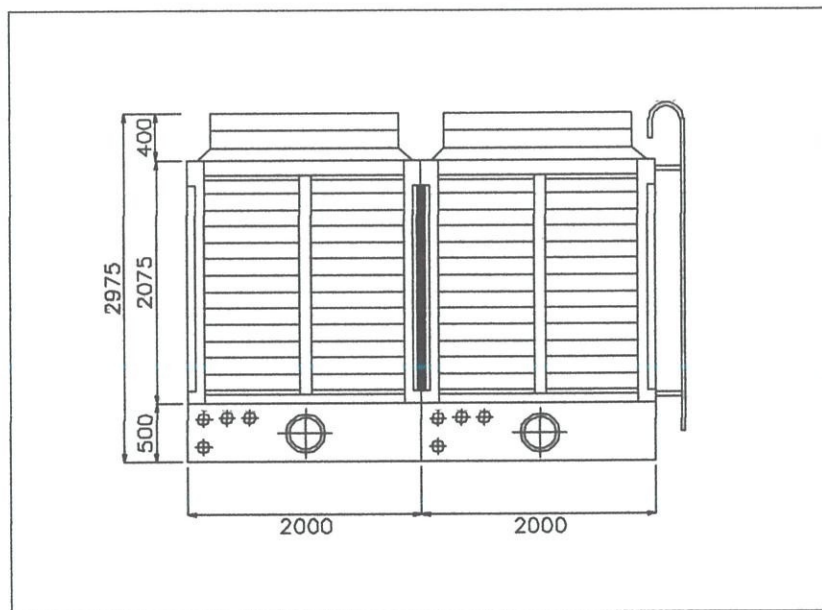
kotak acuan dan diikat pada 'strarter bar' yang telah disediakan. Selepas besi tetulang siap dipasang, konkrit dimasukkan ke dalam kotak acuan sehingga penuh. Selepas 3 hari, kotak acuan dibuka dan kerja-kerja pemasangan menara pendingin dijalankan. Selepas menara pendingin dipasang, ia disambungkan dengan paip air dari tangki perkhidmatan dan pam air yang terletak di bilik pam.



Rajah 4.1 : lakaran pelan tapak rasuk bawah menara pendingin



Rajah 4.2 : Lakaran pandangan hadapan menara pendingin



Rajah 4.3 : Lakaran pandangan sisi menara pendingin

BAB 5

MASALAH KAJIAN DAN CARA MENGATASI

5.1 Pengenalan

Di dalam industri pembinaan, masalah sentiasa wujud walaupun langkah berjaga-berjaga telah diambil. Masalah yang sering wujud berkemungkinan berpunca daripada masalah pengurusan di tapak bina yang tidak teratur dan masalah pekerja yang bersikap acuh tak acuh dalam melakukan sesuatu pekerjaan. Masalah juga sering wujud apabila perancangan tidak dilakukan dengan betul dan tidak mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan. Pemasangan penghawa dingin juga adakalanya berdepan dengan pelbagai masalah yang timbul. Masalah yang timbul sedikit sebanyak mengganggu proses pemasangan penghawa dingin dan melambatkan tempoh masa pemasangan yang dirancang. Selalunya masalah yang timbul berkaitan dengan semua pihak seperti pihak pelanggan, kontraktor, sub-kontraktor, juru perunding arkitek dan mekanikal dan juga pihak pembekal komponen penghawa dingin. Walaubagaimanapun, pemilik bangunan/klien yang sering tidak berpuas hati dengan pemasangan komponen akibat daripada cara pekerja yang bekerja secara sambil lewa mengakibatkan masalah timbul.

5.2 Masalah Yang Dihadapi

Terdapat beberapa masalah yang dihadapi seperti masalah komponen lambat sampai di tapak bina, masalah pemasangan kelekapan perkhidmatan yang berkaitan, dan masalah kesilapan perancangan kerja.

5.2.1 Komponen Lambat Sampai di Tapak Bina

Masalah penghantaran selalu timbul akibat dari proses penghantarannya yang memerlukan masa yang lama kerana kebanyakan komponen yang dipesan adalah luar daripada Kelantan seperti Kuala Lumpur menyebabkan penghantaran komponen lambat sampai di tapak bina. Untuk mengatasinya, komponen seharusnya dipesan lebih awal dan jutera mekanikal perlu tegas bagi mengelakkan masalah ini terjadi.

5.2.2 Pemasangan Kelekapan Perkhidmatan Yang Berkaitan

Kerja-kerja pemasangan penghawa dingin berkaitan dengan pemasangan kelekapan bangunan seperti pemasangan sistem perpaipan rintangan api. Paip rintangan api perlu dipasang dahulu sebelum pemasangan salur pendinginan hawa. Kadangkala tukang paip lewat menyiapkan pemasangan paip menyebabkan kerja-kerja pemasangan salur tertangguh.

Untuk mengatasinya, penyelia tapak perlu bertindak dengan lebih tegas terhadap pekerja yang membuat kerja sambil lewa dan perlulah mengikut jadual perancangan kerja yang telah ditetapkan. Ini akan memastikan semua kerja akan berjalan dengan lancar.

5.2.3 Kesilapan Perancangan Kerja

Masalah ini berlaku kerana perancangan kerja pada peringkat awal tidak dilakukan dengan betul. Kebiasaanya masalah timbul apabila kerja-kerja telah siap. Bagi pemasangan penghawa dingin, masalah ini timbul di bilik AHU bagi tempat perletakan unit pengelolaan udara. Masalahnya ialah tapak AHU tidak bina dan kerja-kerja turapan simen kemas telah siap. Simen tersebut perlu ditebuk semula bagi membolehkan pengalas beban bertetulang dibina untuk menempatkan unit pengelolaan udara.

Untuk mengatasinya, semua kerja perlulah dirancang lebih awal dan kenalpasti semua kerja-kerja yang berkaitan. Contohnya, semasa pembinaan kemas lantai, penyelia tapak perlu mengambil kira dan mengkaji pelan perkhidmatan bangunan bagi mengelakkan kerja yang sama dibuat berulang kali.

5.3 Cadangan

Pelbagai kaedah dapat di guna pakai unuk mengatasi dan memperbaiki masalah-masalah di tapak binaan. Antara lain adalah pengalaman lama perlu dipraktikkan dengan berkesan agar segala masalah yang sering menghantui semua pihak dapat diselesaikan dengan berkesan. Setiap masalah yang berlaku mesti ada jalan penyelesaiannya. Bermula daripada pihak atasan, kontraktor perlu membuka mata dan mengetahui jawapan untuk masalah yang dialami. Jikalau masalah-masalah ini tetap berlaku, pihak lain tidak menanggung kerugian malah kerugian itu dialami bagi pihak kontraktor sendiri. Perancangan rapi perlu dilaksanakan sebelum memulakan sesuatu projek pembinaan Pihak kontraktor perlu professional dalam menangani masalah-masalah ini daripada pelbagai aspek dan mestilah mengetahui perkara-perkara yang bakal berlaku sebelum sesuatu masalah muncul.

Malah bagi pihak pengurusan seperti pengurus tapak juga perlu melakukan perubahan drastik dan berdisiplin agar segala pengurusan di tapak berjalan lancar. Pengurus tapak seharusnya menjaga dan memastikan semua pekerja di tapak bina mematuhi segala arahan yang diberikan oleh pihak pengurusan dan mematuhi segala peraturan di tapak.

BAB 6

KESIMPULAN

Secara kesimpulannya, penghawa dingin merupakan salah satu daripada komponen terpenting pada bangunan komersial selain daripada sistem pendawaian elektrik dan sistem perpaipan. Walaupun ia melibatkan kos yang tinggi di dalam pemasangan dan penyelenggaraanya, tetapi penggunaanya semakin meningkat menyebabkan banyak syarikat tempatan menyediakan khidmat pemasangan penghawa dingin. Walaupun komponen pendingin hawa tampak ringkas, tetapi di dalam pemasangannya memerlukan prosedur-prosedur yang perlu di ikuti dan kaedah pemasangannya juga memerlukan perancangan yang baik dan pekerja yang mahir. Pemasangannya juga berkaitan dengan semua pihak yang terlibat dalam pembinaan bangunan dan memerlukan kerjasama yang baik bagi mengelakkan sebarang masalah timbul dan dapat menguntungkan semua pihak. Walaupun begitu, masalah selalu terjadi akibat daripada masalah-masalah pada awal pembinaan bangunan itu sendiri dan beberapa masalah yang melibatkan pihak yang terlibat seperti pihak sub-kontraktor. Segala perancangan perlulah di atur dengan bijak dari awal pembinaan bagi mengelakkan masalah sebegini timbul.

SENARAI RUJUKAN

Buku

1. Edward G. Pita, 2002, Air Conditioning Principles and System, Ed. Ke 4, New York, Prentice Hall.
2. Brumbaugh, 1986, Heating, Ventilating, and Air Conditioning Library, Volume 1, New York, Macmillan Publishers.
3. Raymond K Schneider, 1981, HVAC Control System, Canada.
4. Binggeli, 2003, Building System for Interior Design, New Jersey, Hoboken.

Internet

1. March 15, 2008, from [http:// www.arch.hkv.hk/~kpcheung/new2001/acy](http://www.arch.hkv.hk/~kpcheung/new2001/acy).
2. March 15, 2008, from [http:// www.arch.hkv.hk/~kpcheung/new2001/ahu](http://www.arch.hkv.hk/~kpcheung/new2001/ahu).
3. March 15, 2008, from [http:// www.arch.hkv.hk/~kpcheung/new2001/pump](http://www.arch.hkv.hk/~kpcheung/new2001/pump).
4. March 16, 2008, from [http:// www.wikipedia.US/AHU/ instll](http://www.wikipedia.US/AHU/instll).
5. March 16, 2008, from [http:// www.wikipedia.US/AC/ instll](http://www.wikipedia.US/AC/instll).
6. March 16, 2008, from [http:// www.wikipedia.US/CTW/ instll](http://www.wikipedia.US/CTW/instll).
7. March 16, 2008, from [http:// www.wikipedia.US/AC-SPLIT/ instll](http://www.wikipedia.US/AC-SPLIT/instll).