

BANGUNAN PENYEJUK SOLAR PASIF

MOHD HAFIZ BIN MOHAMAD KASSIM

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

PENGESAHAN PENYELIA

“Saya akui bahawa telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir).”

Tandatangan :.....

Penyelia : Dr. Mohd Yusoff Bin Sulaiman

Tarikh :

BANGUNAN PENYEJUK SOLAR PASIF

MOHD HAFIZ BIN MOHAMAD KASSIM

Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

JUN 2013

PENGAKUAN

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :

Penulis : Mohd Hafiz Bin Mohamad Kassim

Tarikh :

Khas buat Bonda
tersayang

PENGHARGAAN

Assalamualaikum Bersyukur kehadiran Illahi kerana dengan limpah kurniaNya dapat juga saya menyiapkan PSM 1 saya yang telah diusahakan selama ini yang bertajuk “Bangunan Penyejuk Solar Pasif”. Kajian yang ini amat penting buat saya memandangkan perkara ini merupakan sebahagian daripada kurikulum sarjana muda. Ribuan terima kasih saya ucapkan kepada individu penting yang banyak membantu saya sepanjang saya menyiapkan projek saya ini. Pertama sekali kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal (FKM), “Dr. Mohd Yusoff Bin Sulaiman” kerana beliau telah banyak memberikan bimbingan dan semangat kepada semua anak didik beliau. Sekalung penghargaan untuk keluarga saya, kerana memberikan semangat untuk terus bagun sepanjang saya menyiapkan projek ini. Selain itu, saya juga sangat menghargai rakan-rakan sekalian kerana memberikan bimbingan, dan nasihat yang amat berguna untuk projek saya serta membantu saya dari semasa saya susah dan senang. Jasa mereka akan saya kenang ke akhir hayat. Budi kalian yang sanggup meluangkan masa untuk memberikan saya maklumat tidak akan saya lupakan. Akhir sekali terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu saya secara langsung atau tidak langsung sepanjang projek saya dijalankan dan dibentangkan.

ABSTRAK

Teknik penyejukan pasif dalam bangunan telah digunakan dengan jayanya selama bertahun-tahun dalam iklim panas dan panas-lembap. Kemajuan dalam pengeluaran elektrik dan teknologi yang berkaitan telah menggalakkan penggunaan sistem penyejukan mekanikal termasuk penghawa dingin. Sistem tersebut telah mengeneipkan teknik penyejukan secara pasif untuk beberapa waktu disebabkan manfaatnya. Tetapi kos awal yang tinggi dan semakin meningkat telah membawa kesedaran bahawa teknik penyejukan pasif adalah berpontensi lebih murah dan cara yang lebih berkesan untuk mencapai keselesaan terma. Potensi penggunaan konkrit berasaskan serat semulajadi dan kapur sebagai pengisi haba dapat diasingkan untuk panel dinding ferrocement dalam konfigurasi papan bangunan. Dalam mencapai objektif kajian ini, ia terbahagi kepada empat peringkat utama. Peringkat pertama adalah proses pengumpulan dan pemilihan bahan serat untuk dijadikan konkrit berasaskan serat dan kapur (bio-crete) sebagai medium penebat utama dalam konsep bangunan penyejuk solar pasif. Peringkat kedua pula adalah mereka satu model tunggal dengan diterapkan teknik-teknik penyejukan pasif sebagai model tetapan. Pada peringkat ketiga pula adalah membuat fabrikasi model dengan menggabungkan proses pada peringkat satu dan dua. Akhir sekali selepas menyiapkan model, proses ujikaji dan pengumpulan data terhadap model dibincangkan.

ABSTRACT

Passive cooling techniques in buildings have been used successfully for years in hot climates and hot-humid. Advances in the production of electricity and related technologies have been promoting the use of mechanical cooling systems including air conditioners. The system has been set aside for passive cooling techniques for some time due to its benefits. But the high initial cost and the increasing awareness that has led passive cooling techniques are potentially cheaper and more effective ways to achieve thermal comfort. Potential use of natural fiber-based concrete and limestone as a filler to separate heat for ferrocement wall panels in building board configuration. In achieving its objectives, it is divided into four main stages. The first stage is the collection and selection of the fiber to be used as fiber and lime-based concrete (bio-Crete) as primary insulation medium in the concept of passive solar cooling building. The second stage is there a single model with embedded passive cooling techniques as a model for the setting. At the third level is made by combining the model fabrication stage one and two. Finally, after completing the model, the experiments and data collection for the model are discussed.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	iii
	DEDIKASI	iv
	PENGHARGAAN	v
	ABSTRAK	vi
	ABSTRACT	vii
	ISI KANDUNGAN	viii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Latar Belakang	2
	1.3 Pernyataan Masalah	3
	1.4 Objektif Kajian	4
	1.5 Skop Kajian	4
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	5
	2.1 Pengenalan	5
	2.2 Prinsip Rekabentuk Bangunan Solar Pasif	5
	2.2.1 Strategi Penyejukan Pasif untuk Prinsip Rekabentuk Atap	7
	2.2.2 Strategi Penyejukan Pasif untuk	

	Prinsip Rekabentuk Dinding	11
2.2.3	Strategi Penyejukan Pasif untuk Prinsip Rekabentuk Bukaannya	17
2.2.4	Pengudaraan untuk Penyejukan Struktur	21
2.2.5	Mekanisme Pengudaraan dan Alir Udara	22
2.2.6	Keselesaian Suhu Semulajadi	26
2.3	Sifat Terma Bahan Binaan dari Bahan Serat	30
2.4	Gentian	33
BAB 3	KAEDAH KAJIAN	36
3.1	Metodologi Kajian	36
3.2	Carta Alir	37
3.3	Ringkasan Kajian	38
3.4	Tujuan Kajian	38
3.5	Langkah Kajian	38
3.5.1	Pengumpulan dan Penyediaan Bahan Serat	38
3.5.2	Merekabentuk Satu Model Tunggal Bangunan	40
3.5.3	Fabrikasi Model	42
3.5.4	Ujikaji dan Pengumpulan Data	44
3.5.5	Kesimpulan	45
BAB 4	ANALISIS DAN KEPUTUSAN	46
4.1	Analisis Kajian	46
4.1.1	Pengudaraan	46
4.1.2	Penyejukan Sejalan	48
4.1.3	Penyejukan Jisim Haba	48
BAB 5	PERBINCANGAN	50

5.1	Penyediaan Bahan Serat	50
5.2	Proses Fabrikasi	50
5.3	Biocrete adalah Rendah Karbon dan Mesra Alam	51
5.4	Masa Penyembuhan (<i>curing time</i>)	51
5.5	Operasi	52
BAB 6	KESIMPULAN	53
	Bibliografi	54
	Rujukan	58
	Lampiran	59

SENARAI JADUAL

BIL.	JADUAL	MUKA SURAT
2.1	Jenis, ketumpatan dan kekonduksian haba dari pelbagai bahan serat	31
2.2	Jenis dan kelas papan penebat	32
2.3	Sifat-sifat mekanikal beberapa jenis gentian semulajadi	35

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Prinsip penyejukan atap	8
2.2	Atap bidai pemuliharaan	9
2.3	Atap paver solar putih	10
2.4	Penebat bulu kaca	11
2.5	Penebat rumput baldu korea	11
2.6	Sistem muka bangunan HelioTrace	13
2.7	Penebat papan gypsum	15
2.8	Penebat muka bangunan	16
2.9	Teduhan vegetative	17
2.10	Teduhan solar	20
2.11	Telaga udara boleh ditutup dengan bumbung bertingkat	23
2.12	Penerapan konsep isipadu berganda	24
2.13	Penyejukan	
	a. Secara terus	24
	b. Tidak langsung	24
2.14	Fenomena tekanan angin	25
2.15	Aliran undur	
	a. Halangan dibelakang	25
	b. Halangan dihadapan	26
2.16	Jenis-jenis gentian	34
3.1	Carta alir kajian	37
3.2	Bahan serat	
	a. Kulit durian	39

	b. Sabut kelapa	39
	c. Hampas tebu	39
3.3	Proses penyediaan bahan serat	39
3.4	Bahan serat kasar	40
3.5	Graf keadaan iklim bulanan bagi tahun 2012	41
3.6	Proses aliran fabrikasi	42
4.1	Contoh zon keselesaan terma bagi penghuni diplot dalam Carta psychrometric	47
4.2	Graf perubahan iklim dan potensi pengudaraan dalam zon keselesaan terma yang dilanjutkan	47
4.3	Graf suhu luaran dan dalaman bagi profil model dengan ketebalan dinding 3cm	49

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
Lampiran 1	Rekabentuk model	59
Lampiran 2	Rekabentuk model pandangan	60
Lampiran 3	Pandangan sudut rekabentuk model	61
Lampiran 4	Contoh sampel acuan	61
Lampiran 5	Acuan	62
Lampiran 6	Proses mampatan	62
Lampiran 7	Data suhu	63
Lampiran 8	Carta Gantt 1	64
Lampiran 9	Carta Gantt 2	64

BAB 1

PENGENALAN

1.0 Pengenalan

Penyejukan secara pasif telah digunakan sebagai satu teknik menggunakan tenaga rendah untuk membuang kepanasan dalaman yang tidak diinginkan daripada bangunan di musim panas. Walaupun aplikasi solar secara pasif di bangunan telah meluas diamalkan oleh beberapa tamadun yang berbeza dalam tempoh sejarah manusia, kepentingannya dalam pemanasan solar secara pasif agak memberangsangkan, bermula pada awal tahun 1970. Di Amerika Syarikat, bilangan pengguna yang memasang atau menerapkan rekabentuk solar secara pasif pada bangunan telah berkembang pesat dari setengah dozen kepada lebih 100,000 dalam masa 10 tahun.

Dalam tahun yang sama juga, kajian berkaitan kecekapan penggunaan tenaga telah bermula berikutan berikutan dengan krisis minyak yang berlaku ketika itu. Penekanan diberi mengenai kecekapan tenaga dan cara mengurangkan kos penggunaan tenaga. Kajian ini dilakukan bertujuan untuk mencari gabungan bahan binaan berunsurkan serat organik neutral bangunan yang sesuai untuk dijadikan bangunan penyejuk solar pasif dengan hasrat mengurangkan haba daripada sinaran matahari dan seterusnya menjimatkan penggunaan tenaga. Permintaan terhadap penggunaan tenaga bagi mengatasi lebihan haba keatas bangunan semakin meningkat yang menyebabkan meningkatnya kos yang perlu dibayar. Faktor ini juga didorong oleh ketidakstabilan cuaca dunia yang semakin panas akibat dari kesan rumah hijau yang berlaku.

Kebiasaanya bangunan diperbuat daripada pelbagai jenis bahan binaan seperti konkrit, kaca, kayu dan sebagainya. Kebanyakan bangunan komersil dan rumah kediaman di Malaysia diperbuat daripada konkrit dan bata. Akan tetapi terdapat juga bangunan yang diperbuat daripada kaca. Komponen sampul bangunan yang lain seperti bumbung, tingkap dan pintu diperbuat daripada kayu, asbestos, besi, kaca dan sebagainya. Persoalannya adalah sejauh manakah kombinasi bahan-bahan binaan yang digunakan sekarang dapat memberi kesan keatas pengurangan beban penyejukan dan penjimatan tenaga.

Penyejukan pasif dapat memaksimumkan kecekapan membina bangunan penyejuk solar pasif dengan mengurangkan haba dari persekitaran luaran dan memudahkan kehilangan haba sebagai sumber pendinginan semulajadi seperti pergerakan udara, penyejukan bayu, dan penyejatan. Penyejukan pasif juga memaksimumkan keupayaan penghuni untuk menghilangkan haba sebagai sumber penyejukan semulajadi. Sumber penyejukan di rumah dipengaruhi oleh iklim semulajadi. Aktiviti harian di rumah memberi impak yang kecil tetapi masih penting terutamanya semasa cuaca yang melampau.

Haba masuk dan keluar dari rumah melalui bumbung, dinding, tingkap dan lantai. Dinding dalaman, pintu dan pengaturan bilik menjejaskan pengalihan haba dalam rumah. Unsur-unsur ini adalah secara kolektif dirujuk sebagai sampul bangunan. Rekabentuk sampul bangunan adalah rekabentuk bersepadu membina dan membentuk bahan-bahan sebagai satu sistem untuk mencapai jumlah penyelesaian optimum dan penjimatan tenaga.

1.1 Latar Belakang

Isu utama kebanyakan perbincangan tentang iklim ialah tahap penyelesaian terma (Salleh E, 2004). Kesenyaan terma boleh didefinisikan sebagai “keadaan fikiran yang menyatakan kepuasan dengan persekitaran terma” (ASHRAE, 1985); takrif dengan cepat menerima, tetapi kuat digunakan dalam parameter-parameter fizikal. Suhu, pergerakan udara, sinaran dan kelembapan bukan satu-satunya ciri iklim yang menjejaskan kesenyaan manusia tetapi mereka ialah dominan. Masalah kesenyaan terma diubah dan ketika mereka boleh disebabkan oleh faktor berlainan

seperti penukaran ciri-ciri bangunan fizikal dan operasi serta tingkah laku penghuni dan gangguan, mereka mungkin sukar untuk mengenal pasti dan menyelesaikan (Van Hoof J, 2007).

Di Malaysia, sebuah negara yang terletak di kawasan tropika panas dan lembap, perumahan moden tumbuh dengan cepat selepas kemerdekaan, ia dipanggil “perumahan teres” yang mana menyebabkan satu hidupan yang asing dan gaya baru (Salleh R, 1989). Jumlah besar bagi rumah teres telah dibina di Malaysia. Dalam bandar-bandar, rumah teres semakin biasa dalam perbandingan bagi rumah-rumah untuk satu keluarga dan berasa terasing. Mereka disertakan dengan rumah-rumah muka depan yang serupa dan seperti yang dilihat dalam pusat bandar, mereka melihat sebagaimana perumahan sebaris yang terancang di Eropah, yang dibina di atas sebidang tanah segi empat tepat dan bentuk halaman depan serta seksyen anak panah rumah teres lot. Bagaimanapun kebolehsuaian mereka, iklim dan syarat-syarat negara bandar masih belum dianggap tercapai di peringkat ini. Oleh itu sistem-sistem penghawa dingin ialah cara yang biasa untuk mengawal keselesaan walaupun peningkatan keperluan tenaga (Pattaranan, 2006).

1.2 Pernyataan Masalah

Pertimbangan rekabentuk konsep penyejukan solar secara pasif (*passive cooling*) dalam bangunan-bangunan di Malaysia masih belum diterokai sepenuhnya mengikut keperluan keselesaan penghuni. Keutamaan keselesaan terma harus dipertimbangkan selain faktor kualiti udara dalam bangunan, keselesaan pandangan dan bunyi. Semulajadi atau pasif bererti perlu diberi keutamaan dan sistem aktif perlu disediakan apabila ianya diperlukan dalam meminimumkan ketegasan haba. Sistem aktif ini bermaksud rekabentuk sistem termal aktif (*Thermal Active Building Design, TABS*) bertindak sebagai penukar haba (*heat exchangers*) terdiri daripada struktur haba besar-besaran yang menggabungkan saluran atau tiub untuk diedarkan sebagai medium pemindahan tenaga terma. Untuk mencapai tujuan ini, ia penting untuk mempertimbangkan keadaan iklim dalaman pada semua peringkat rekabentuk. Disebalik pentingnya rasa keselesaan pada persepsi kualiti persekitaran dalaman, iklim, perlakuan dan faktor tambahan yang mempengaruhi keperluan faktor keselesaan

terma biasanya telah diabaikan oleh arkitek dan pereka sistem pada masa merekabentuk bangunan. Oleh itu, kajian ini disasarkan untuk menyiasat kesan-kesan rekaan penyejukan solar secara pasif (*passive cooling*) sesuai dalam mencegah situasi pemanasan lampau pada ruang dalaman dan menurunkan suhu di bawah paras suhu sekitar dalam iklim panas dan lembab.

1.3 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk:

- i. Merekabentuk satu model yang berkonsep penyejukan solar secara pasif (*passive cooling*) dengan menggunakan bahan serat organik.
- ii. Membuat analisa prototaip dengan mengumpul data daripada ujikaji suhu untuk mencapai keselesaan terma yang terbaik.

1.4 Skop Kajian

Dalam mencapai objektif kajian, skop kajian ditetapkan sebagai garis panduan bagi melengkapkan projek ini:

- i. Merekabentuk sistem pasif sebagai alternatif untuk mengurangkan penggunaan penghawa dingin sedia ada.
- ii. Membuat fabrikasi model.
- iii. Membuat analisa keselesaan terma dan tahap puncak suhu (*peak point*) terhadap bahan daripada bahan serat organik yang dipilih untuk dijadikan bahan penebat (*insulation*) semulajadi.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Secara teorinya, kajian ini adalah untuk menyejukan bangunan dengan cara menyingkirkan haba dari bangunan menggunakan bahan serat tempatan yang berkekonduksian haba terendah sebagai penebat dinding. Meningkatkan zon keselesaan yang cukup untuk merangkumi suhu dalaman yang tinggi dengan meningkatkan halaju udara supaya zon keselesaan beralih kepada suhu yang tinggi.

2.2 Prinsip Rekabentuk Bangunan Solar Pasif

Zon tropika secara umumnya ditakrifkan sebagai kawasan yang meliputi tanah dan air di antara Garisan Sarton (latitud Utara 23.5°) dan Garisan Jadi (latitud Selatan 23.5°). Kawasan tropika adalah rumah kepada hampir separuh daripada penduduk dunia yang menduduki kira-kira empat puluh peratus daripada permukaan tanah bumi. Dalam khatulistiwa, terdapat pelbagai variasi iklim. Namun begitu, sembilan puluh peratus daripada zon tropika merangkumi kawasan-kawasan iklim panas dan lembap, sama ada secara kekal ataupun bermusim. Dan baki selebihnya sepuluh peratus adalah padang pasir yang dicirikan sebagai iklim panas dan kering (Baish, 1987).

Keadaan setempat juga berbeza dengan ketara daripada iklim lazim sebuah kawasan, bergantung pada topografinya, ketinggian dan persekitaran yang mungkin

samada semulajadi atau dibina oleh manusia. Kehadiran semua keadaan seperti kolam udara sejuk, angin tempatan, air badan, perbandaran, ketinggian dan permukaan tanah amat dipengaruhi dalam iklim tempatan oleh (Gut Paul & Ackerknecht Dieter, 1993). Menurut Gut Paul & Ackerknecht Dieter (1993), faktor utama iklim yang mempengaruhi kesejahteraan manusia dan pembinaan yang sesuai adalah :

1. Suhu udara, sangat ketara dan perbezaan antara hari siang dan malam, dan antara musim panas dan sejuk;
2. Kelembapan dan pemendakan;
3. Radiasi masuk dan keluar;
4. Pengaruh keadaan langit, pergerakan udara dan angin.

Menurut Gut Paul & Ackerknecht Dieter (1993), perkara utama yang diambil kira dalam merekabentuk bangunan yang peka terhadap tropika adalah;

1. Mengurangkan haba semasa siang hari dan meningkatkan kehilangan haba pada waktu malam dalam musim panas;
2. Mengurangkan haba dalaman dalam musim panas;
3. Menentukan kawasan mengikut kriteria iklim mikro (*microclimatic*);
4. Mengoptimumkan struktur bangunan (terutama mengenai haba simpanan dan jarak masa yang jauh);
5. Mengawal sinar radiasi;
6. Mengawal peredaran udara.

Mana-mana bangunan yang direka untuk keadaan iklim panas akan cuba di kecualikan mana-mana beban haba utama di atas muncul disebabkan suhu lazim sekitar (*ambient*) dan keamatan sinaran matahari. Tindakbalas sinaran matahari oleh bangunan ialah sumber haba peroleh yang maksimum di dalam ruang bangunan. Cara semulajadi untuk menyejukkan bangunan, iaitu untuk mengurangkan kejadian sinaran matahari, orientasi bangunan yang betul, susun atur yang memadai terhadap bangunan-bangunan yang bersebelahan yang lebih tinggi dan menggunakan alat teduhan yang betul akan membantu mengawal kejadian sinaran matahari terik pada bangunan secara berkesan.

Jika suhu sekitar adalah tinggi dari suhu bilik, haba akan masuk ke dalam bangunan melalui perolakan disebabkan pengudaraan yang tidak diingini, di mana memerlukan tahap penurunan minimum yang mungkin. Prinsip rekabentuk bangunan penyejuk solar pasif ini akan dibincangkan termasuklah elemen rekabentuk atap, dinding, ruang bukaan, landskap serta strategi-strategi penyelesaian dalam iklim panas.

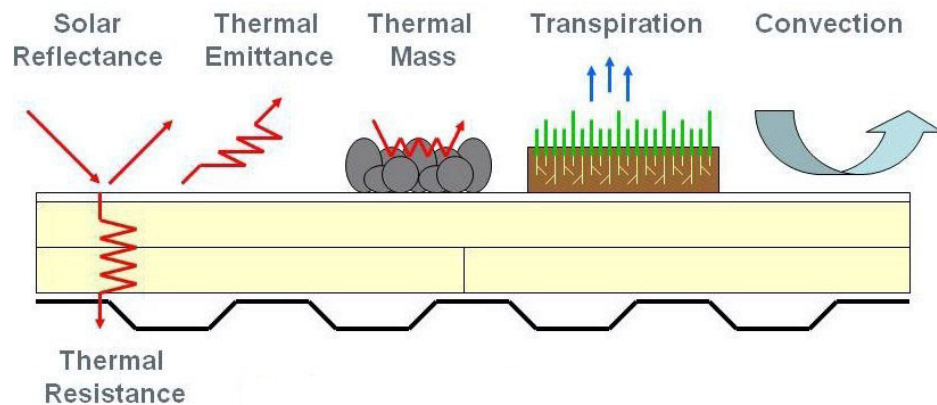
2.2.1 Strategi Penyejukan Pasif untuk Prinsip Rekabentuk Atap

Satu pancaran matahari yang tegak semasa waktu siang yang panas terik akan memancar terus ke atap dan menyebabkan atap menanggung beban keamatan haba yang terbesar (Plumbe, 1987). Haba yang berlebihan dan kelembapan perlu dielakkan pada atap yang ditebat dan dipasang ketat secara kekal. Cucur atap yang besar disarankan kerana akan memberi lebih teduhan sekeliling bangunan dan dinding bangunan terlindung daripada diserap oleh (Duchein, 1988 disebut dalam Schüller, 2000). Atap yang condong atau curam disarankan, ianya direka khas bagi untuk mengatasi keadaan bencana hujan tropika yang ganas secara tiba-tiba serta angin kencang, dari ribut kepada siklon.

Bumbung logam yang diperbuat daripada aluminium, zink, tembaga atau keluli tahan karat yang mempunyai kelemahan sebagai konduktor haba yang sangat berkesan serta mungkin terdedah kepada kakisan yang disebabkan kandungan sulfur dioksida dalam udara (Duchein, 1988). Atap yang leper atau rata tidak digalakkan kerana risiko terhadap kebocoran semasa hujan lebat (Karim, 1988). Atap rata yang diperbuat daripada konkrit atau bukan adalah siling palsu yang sering retak disebabkan penguncupan dan pengembangan mengikut perubahan iklim (Plumbe, 1987).

Pembinaan bagi atap tambahan dan muka bangunan dengan jarak beberapa inci antara permukaan utama dan tambahan, ini sangat penting kerana untuk membolehkan pengaliran udara yang mencukupi di sekitar bangunan utama. Ini adalah bagi mengelakan dari matahari memancar terus dan menghangatkan permukaan luaran (Schüller, 2000). Penebat haba atau pembinaan siling palsu akan memberi kesan yang positif yang sama. Menurut Agrawal (1974), atap yang

berwarna cerah akan memantulkan haba panas yang tidak diinginkan boleh menurunkan transmisi haba ke dalam bangunan. Pantulan permukaan adalah ukuran bagi tenaga yang tidak diserap serta dipancarkan ke udara serta dinyatakan sebagai nisbah tenaga terpantul kepada jumlah radiasi yang berkaitan. Prinsip rekabentuk atap akan dibincangkan dibawah.



Rajah 2.1 : Prinsip penyejukan atap

(Sumber: Center for environmental innovation in roofing, 2009))

i. Atap Solar Teduhan

Peranti teduhan yang sesuai boleh mengawal jumlah sinaran matahari yang masuk ke dalam bilik yang sebahagian besarnya dapat mengurangkan beban penyejukan dan meningkatkan keselesaan terma ruang dalaman dan kualiti pengcahayaan siang hari. Kajian Bouchlaghem (2000), telah membentangkan model komputer yang mensimulasikan prestasi haba bangunan yang mengambil kira pemboleh ubah rekabentuk yang berkaitan dengan sampul bangunan dan mengoptimalkan peranti teduhan tettingkap dengan program yang dioptimumkan. Menurut Corrado (2004), membuat penilaian terhadap pengaruh geometri sistem peranti teduhan tettingkap pada prestasi haba.

Kajian Liping (2007), dalam rekabentuk muka bangunan tentang bagaimana untuk mempertingkatkan keselesaan terma dalaman untuk bangunan pengudaraan semulajadi, terutamanya untuk iklim panas lembap. Tambahan pula, ia menyedari bahawa terdapat beberapa garis panduan untuk pereka bangunan pengudaraan

semulajadi atau untuk penduduk dengan operasi kawalan individu ke atas haba persekitaran mereka untuk iklim panas lembap.



Rajah 2.2 : Atap bidai pemuliharaan
(Sumber: solarshade.4t.com)

ii. Atap Solar Pantulan

Menurut Sharma (2003), jika permukaan luaran bangunan dicat dengan warna yang memberi pantulan terhadap radiasi matahari (untuk serapan minimum), tetapi pancaran gelombang yang panjang adalah tinggi, maka fluks haba yang dihantar ke dalam bangunan akan berkurang dengan ketara. Untuk atap serapan yang tinggi (pantulan solar rendah), perbezaan antara permukaan dan suhu angin sekitar mungkin mencecah setinggi 50°C (90°F), sementara untuk atap kurang serapan (pantulan solar tinggi), seperti dicat dengan warna putih, perbezaannya hanya 10°C (18°F). Ini kerana, atap yang sejuk (dimana sedikit penyerapan “penjemuran”) adalah sangat berkesan dalam menurunkan penggunaan tenaga sejukan.

Kaedah alternatif adalah untuk menyediakan pelapik dari tumbuhan daun luruh atau menjalar. Ini kerana penyejatan dari permukaan daun, suhu pelapik akan