



CONFERENCE PROCEEDING

ICITSBE 2012

**1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATION
AND TECHNOLOGY FOR
SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT**

16 -17 April 2012



Organized by:
Office of Research and Industrial
Community And Alumni Networking
Universiti Teknologi MARA (Perak) Malaysia
www.perak.uitm.edu.my

PAPER CODE: CT 24

ANALISIS PENGGUNAAN KECEKAPAN TENAGA TERHADAP SAMPUL BANGUNAN KAJIAN OTTV BANGUNAN CANSELORI UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Anas Zafirool Abdullah Halim, Al-Hafzan Abdullah Halim, Nurhasyimah Ahmad Zamri
& Hasni Suryani Mat Hassan**

Faculty of Architecture, Planning and Surveying, Universiti Teknologi MARA (Perak), Malaysia
anaz607@perak.uitm.edu.my

Abstrak

Keperluan sampul bangunan perlu diambil kira secara lebih terperinci kerana ia melibatkan pengaruh yang besar terhadap kadar kemasukan haba yang berlebihan ke dalam bangunan. Sampul bangunan merupakan komponen bangunan yang paling kritikal kerana ia memainkan peranan penting dalam melindungi pengguna dan bangunan itu sendiri. Sampul bangunan mengawal pergerakan tenaga diantara permukaan luar bangunan dengan permukaan dalam bangunan. Sebuah sampul bangunan yang baik mestilah menyeimbangkan suhu, haba terma dan kelembapan di waktu siang dan malam. Kajian ini memberi impak yang positif dari segi rekabentuk yang sesuai, pemilihan bahan binaan dan faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan kecekapan tenaga (KT) dan seterusnya meningkatkan keberkesanan pengurusan tenaga. Antara faktor yang boleh meningkatkan penggunaan KT terhadap sampul bangunan ialah orientasi bangunan, Nilai U, bahan-bahan binaan, rekabentuk dan penggunaan alat peneduhan yang berkesan. Perkara ini dapat dinilai menggunakan suatu kaedah yang dinamakan pengiraan "Overall Thermal Transfer Value" atau OTTV. OTTV dikira untuk mengetahui prestasi sesebuah bangunan sama ada ianya menepati kehendak tenaga efisien ataupun tidak. Mengikut garis panduan yang ditetapkan di dalam Malaysian Standard "Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Buildings" MS1525:2007 iaitu tidak boleh melebihi 50 W/m².

Kata Kunci: Bangunan Canselori Universiti Sains Malaysia, "Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Buildings" MS 1525:2007, Sampul Bangunan, Nilai OTTV,

Abstract

The need to apply building envelope or building enclosure must be carefully considered since it has huge influence in the excessive amount of heat that enters a building. Building envelope is the most critical component of a building due its role in protecting the users and the building itself. It acts as a regulator between the transfer of heat from the outer surface of a building to the inner surface of a building. An effective building envelope must be able to balance the temperature, thermal heat and humidity both during the day and at night. This research has given a positive impact to aspects such as suitability of design, choice of construction materials and factors which influence efficient use of energy which increases the effectiveness in energy management. Several factors which could increase the energy efficiency of applying building envelope are the building's orientation, U-value, construction materials, design and effective use of shading device. All these could be evaluated using a method called "Overall Thermal Transfer Value" or OTTV. OTTV is used to measure the performance of a building in terms of its compliance to the need of energy efficiency based on the guidelines available in the Malaysian Standard "Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Buildings" which stated that it must not exceed 50 W/m².

Keywords: Bangunan Canselori Universiti Sains Malaysia, "Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Buildings" MS 1525:2007, Building Envelope, OTTV value

1. Kaedah Analisis

Dalam kaedah ini, sumber maklumat dan formula didapati daripada Code of Practise on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Building MS 1525:2007. Haba daripada cahaya matahari diperolehi melalui suatu ruang litupan bangunan di mana ia menyumbang kemasukan sejumlah besar

keseluruhan beban haba pada sesebuah bangunan, di mana pada akhirnya ia perlu ditimbal balik atau diserap oleh sistem pendingin hawa menerusi imbalan input tenaga yang dibelanjakan untuk sistem pendingin hawa. Penilaian yang perlu dilakukan adalah untuk mengurangkan perolehan tenaga haba matahari ke dalam bangunan, iaitu pertama sekali dan pekara yang paling penting yang perlu diambil kira ialah dalam merekabentuk bangunan yang mempunyai tahap tenaga yang efisien. Dalam merekabentuk bangunan, pekara yang penting perlu diambil kira ialah dengan mengurangkan perolehan haba daripada sinaran cahaya matahari. Teknik senibina dan rekabentuk yang digunakan untuk mencapai maksud di atas terdapat beberapa faktor yang perlu diambil kira. Oleh yang demikian kajian ini akan membincangkan beberapa pekara yang dapat dilihat dengan mengurangkan kesan jumlah kadar perolehan haba matahari. Contohnya untuk mengurangkan perolehan tenaga matahari, kedudukan dan orientasi sesebuah bangunan yang bersegi, tampak permukaannya yang panjang dihadapkan ke arah utara dan selatan. Terdapat juga pelbagai alternatif lain yang digunakan pilihan bentuk bangunan yang mengurangkan keluasan struktur ruang litup, pilihan warna pada dinding untuk membalikan tenaga haba matahari.

2. Kriteria-Kriteria Rekabentuk

Untuk ruang litup bangunan (Building Envelope), biasanya digunakan untuk keperluan Nilai Keseluruhan Perpindahan Haba (OTTV) yang dipakai hanya untuk bangunan pendingin hawa, adalah disasarkan pada pencapaian rekabentuk ruang litup bangunan untuk mengurangkan perolehan haba luar dan selanjutnya mengurangkan beban penyejukan sistem pendingin hawa. Adalah diakui kriteria tadi adalah dikenali sebagai Nilai Keseluruhan Perpindahan Haba (OTTV). Keperluan OTTV menjadi satu sasaran dalam mencapai rekabentuk struktur ruang litup yang mengurangkan perolehan haba luar dan juga mengurangkan beban penyejukan oleh sistem pendingin hawa dapat dicapai.

$$OTTV = \frac{A_{o1} \times OTTV_1 + A_{o2} \times OTTV_2 + \dots + A_{on} \times OTTV_n}{A_{o1} + A_{o2} + \dots + A_{on}} \quad \dots(1)$$

Di mana :

A_{oi} = Jumlah kasar keluasan dinding luar, untuk satu-satu orientasi i

$OTTV_i$ = Nilai OTTV untuk orientasi i daripada persamaan(2)

Untuk cahaya penembusan seperti orientasi yang diberikan

$OTTV_i = 19.1\alpha (1 - WWR) U_w + (194 \times CF \times WWR \times SC)$ (2)

Di mana :

WWR = Nisbah bukaan tingkap kepada keseluruhan dinding luar bagi orientasi yang dimaksudkan.

α = Serapan tenaga matahari daripada dinding yang kedap cahaya

U_w = Kepancaran tenaga matahari (Thermal Transmittance) bagi dinding yang kedap cahaya

CF = Faktor Pembetulan Solar cahaya masuk melalui bukaan(Jadual 1)

SC = Koefisien Bayangan

Jadual 1 : Faktor Pembetulan Solar

| Orientasi | Utara | Timur Laut | Timur | Tenggara | Selatan | Barat Daya | Barat | Barat Laut |
|-----------|-------|------------|-------|----------|---------|------------|-------|------------|
| CF | 0.83 | 1.01 | 1.15 | 1.02 | 0.85 | 1.02 | 1.14 | 0.99 |

Sumber : Code Of Practice On Energy Efficiency MS 1525:2007

Penembusan (Fenestration) : Kadar cahaya yang dibenarkan memasuki sesuatu ruang dalam bangunan menerusi bukaan tingkap seperti gelas, plastik, satah-satah peredup dan integrasi antara kedua-dua sistem tersebut.

Koefisien Bayangan (SC)

Definisi:

Keberkesanan Peredup (Koefisien Bayangan) – SC : Kadar penyerapan dan penyebaran haba relatif untuk menembusi ruang-ruang yang menggunakan peredup menegak dan dilengkapi dengan 3 mm gelas yang tidak diredup.

SC = Perolehan haba solar daripada kombinasi bahan peneduh

Perolehan haba solar melalui 3 mm kaca lutsinar tanpa di bawah bayangan(3)

Nilai Koefisien Bayangan bagi mana-mana sistem fenestration diperolehi dengan cara di bawah:

$$SC = SCI \times SC2$$

SC = Nilai koefisien bayangan daripada sistem frekuensi

SC1 = Nilai koefisien bayangan daripada gelas

SC2 = Nilai koefisien bayangan yang berkesan daripada peralatan bayangan luaran (contoh alat peneduh)

Keberkesanan Peredup (The Shading Coefficient) untuk gelas mestilah menurut nilai perakuan di kilang pembuat yang mempunyai sudut 45 darjah sehingga sempurna. Keberkesanan peredup yang efektif untuk peralatan peredup adalah seperti dalam jadual 2, jadual 3, jadual 4.

Jadual 2 : Keberkesanan Peredup Efektif Unjuran Mendatar

| Nisbah R1 | Orientasi | | | |
|--------------|-----------------|---------------|----------------------------|--------------------------|
| | Utara - Selatan | Timur - Barat | Timur Laut – Barat Laut | Tenggara – Barat Daya |
| 0.3-0.4 | 0.8 | 0.0 | 0.8 | 0.8 |
| 0.5-0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.65 |
| 0.8-1.2 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.58 |
| 1.32-2.0 | 0.66 | 0.5 | 0.54 | 0.5 |

Sumber : "Code Of Practice On Energy Efficiency MS 1525:2007

Jadual 3: Keberkesanan Peredup Efektif Unjuran Menegak

| Nisbah R1 | Orientasi | | | |
|--------------|---------------|-------------|---------------------------|------------------------|
| | Utara-Selatan | Timur-Barat | Timur Laut- Barat Laut | Tenggara-Barat Daya |
| 0.3-0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.85 | 0.85 |
| 0.5-0.7 | 0.75 | 0.9 | 0.75 | 0.75 |
| 0.8-1.2 | 0.7 | 0.8 | 0.65 | 0.65 |
| 1.3-2.0 | 0.7 | 0.75 | 0.6 | 0.6 |

Sumber : Code Of Practice On Energy Efficiency MS 1525:2007

Jadual 4: Keberkesanan Peredup Efektif Egg-Crate-Louvres

| R1 | R2 | Orientasi | | | |
|---------|----------|---------------|-------------|---------------------------|-------------------------|
| | | Utara-Selatan | Timur-Barat | Timur Laut- Barat Laut | Tenggara- Barat Daya |
| 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| | 0.4-0.6 | 0.75 | 0.8 | 0.7 | 0.7 |
| | 0.8-1.8 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| 0.4 | 0.2-0.4 | 0.7 | 0.75 | 0.7 | 0.7 |
| | 0.6-0.12 | 0.66 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| | 1.4-1.8 | 0.66 | 0.6 | 0.5 | 0.5 |
| 0.6 | 0.2-0.6 | 0.66 | 0.66 | 0.6 | 0.6 |
| | 0.8-1.8 | 0.66 | 0.6 | 0.5 | 0.5 |
| 0.8 | 0.2-0.8 | 0.66 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| | 0.8-1.8 | 0.66 | 0.55 | 0.5 | 0.5 |
| 1.0 | 0.2-0.4 | 0.66 | 0.55 | 0.6 | 0.5 |
| | 0.6-1.2 | 0.66 | 0.55 | 0.5 | 0.5 |
| | 1.4-1.8 | 0.66 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 1.2-1.8 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

Sumber : Code Of Practice On Energy Efficiency MS 1525:2007

R1 = Lebar Unjuran Mendatar

Tinggi Fenestration

..... (a)

R2 = Lebar Unjuran Menegak

Panjang Fenestration(b)

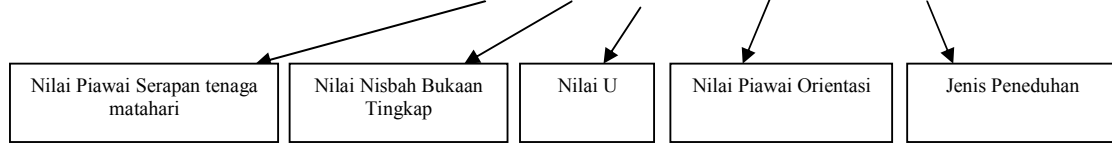
3. Analisis Kajian

Secara umumnya daripada formula, penilaian akan dapat dibuat berdasarkan pengiraan yang dibuat:

$$OTTV = \frac{Ao_1 \times OTTV_1 + Ao_2 \times OTTV_2 + \dots + A_o_n \times OTTV_n}{Ao_1 + Ao_2 + \dots + A_o_n}$$

Ao_i = Jumlah kasar keluasan dinding luar, untuk satu-satu orientasi I

$$OTTV_i = 19.1\alpha (1 - WWR) U_w + (194 \times CF \times WWR \times SC)$$



Untuk melakukan pengiraan OTTV ke atas bangunan kajian, maka setiap kawasan yang mempunyai perkhidmatan alat pendingin hawa perlu dikenalpasti terlebih dahulu. Ini adalah penting kerana alat pendingin hawa perlu menimbang balik haba yang masuk ke dalam bangunan melalui dinding dan tingkap bangunan. Jadi, pengiraan OTTV hanya melibatkan kawasan yang mempunyai perkhidmatan pendingin hawa bagi setiap fasad yang akan dikira. Rajah serta lakaran yang akan ditunjukkan akan menerangkan kawasan dan tingkat yang mana menggunakan perkhidmatan pendingin hawa dan tidak menggunakan alat pendingin hawa. Selain itu, kita juga perlu mengetahui dan mengenalpasti setiap keratan terperinci atau “sectional detail” bagi setiap fasad dan tingkat. Perkara ini adalah penting untuk mengetahui sebanyak mana haba yang akan masuk ke dalam bangunan kajian. Setiap fasad bangunan kadangkala mempunyai satu, dua atau tiga keratan terperinci yang berbeza, ini bergantung kepada rekabentuk bangunan kajian tersebut. Jadi, dalam analisis ini, adalah penting untuk mengetahui ke semua perkara yang disebutkan di atas sama ada lakaran pelan penggunaan alat pendingin hawa dan keratan terperinci setiap bangunan memandangkan ia diperlukan semasa pengiraan OTTV.

Keseluruhan OTTV Bagi Bangunan Canselori Universiti Sains Malaysia.

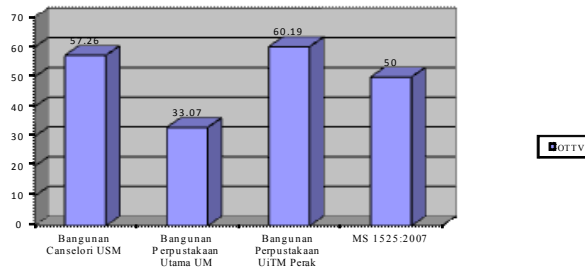
$$(1907.3 \times 61.24) + (1312.74 \times 54.25) + (1312.74 \times 54.75) + (995.6 \times 56.01) + (1234.2 \times 61.43) + (1065.9 \times 53.24)$$

$$(1907.3 + 1312.74 + 1312.74 + 995.6 + 1234.2 + 1065.9)$$

= **57.26 W / m²**

Nilai “Overall Thermal Transfer Value” atau OTTV bagi Bangunan Canselori Universiti Sains Malaysia adalah 57.26 W / m² dan ia adalah lebih tinggi berbanding dengan nilai yang ditetapkan oleh garis panduan dalam MS 1525:2007. Ini menunjukkan bahawa penggunaan tenaga secara efisien dalam penilaian aspek sampul bangunan bagi Bangunan Canselori USM adalah tidak efisien kerana nilai OTTV bagi bangunan tersebut adalah melebihi dari yang ditetapkan iaitu 50 W / m². Perbezaan ini dapat dilihat melalui Carta 1.

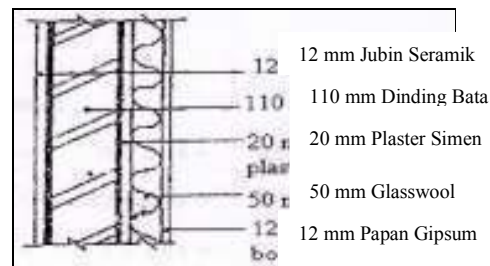
W / m²



Carta 1: Perbezaan Antara Bangunan Canselori Universiti Sains Malaysia dengan Garis Panduan MS 1525:2007

4. Bahan Binaan Dan U-Value

Dinding yang baik adalah dinding yang dapat menghalang kemasukan haba berlebihan ke dalam bangunan. Bahan yang digunakan untuk membina dinding juga mempengaruhi kadar kemasukan haba ke dalam bangunan. Bahan binaan dan Nilai U merupakan dua perkara yang berkait rapat, semakin tebal sesuatu bahan maka semakin rendah Nilai U bagi sesuatu bahan. Semakin rendah nilai U sesuatu bahan binaan, semakin baik nilai penebatannya dan semakin baik kualiti pencegahan kemasukan habanya. Jika dilihat kepada bahan binaan yang digunakan pada bangunan Perpustakaan Utama UM dan Perpustakaan UiTM Perak ialah penggunaan bahan-bahan binaan yang konvensional seperti konkrit, plaster, brickwall dan juga wall tiles sebagai asas bagi dinding. Pembinaan yang konvensional ini mungkin untuk mengurangkan kos bahan binaan pada bangunan tanpa melihat kepada faktor penggunaan tenaga yang efisien. Walaupun kita melihat kepada kesan jangka masa pendek terhadap kos tetapi dengan penggunaan bahan binaan yang konvensional ini telah menyumbang kepada kadar penerimaan intensiti haba yang banyak ke dalam bangunan terutamanya bagi Bangunan Canselori USM. Oleh itu jumlah tenaga yang akan digunakan turut sama meningkat selaras dengan peningkatan penggunaan pendingin hawa di dalam bangunan. Jika dilihat kepada penggunaan konkrit di mana sifat semulajadi dinding konkrit ialah menyerap haba pada kadar yang tinggi pada waktu siang dan pelepasan haba yang tinggi pada waktu malam. Oleh yang demikian haba yang meresap melalui elemen dinding bangunan akan memberi kesan kepada suhu di dalam bangunan. Penggunaan konkrit secara konvensional ini akan memberi kesan kepada peningkatan penggunaan tenaga di dalam bangunan. Satu lagi faktor yang menjadi punca peningkatan suhu dalaman yang tidak kurang penting ialah pemilihan warna komponen bangunan. Warna keputih-putihan adalah baik kerana ia kurang menyerap haba berbanding dengan warna-warna gelap yang lain. Oleh itu dinding luar yang dicat dengan warna putih akan dapat membantu mengurangkan serapan haba yang akan disimpan dan dialirkan ke ruang dalam bangunan. Jika dilihat bangunan Perpustakaan Utama UM, bahan binaan tidak mempengaruhi terhadap kurangnya nilai OTTV bagi bangunan tersebut, jika dilihat dengan lebih mendalam, ketebalan bahan binaan dalam pembinaan bangunan Perpustakaan Utama UM mungkin menjadi sebab turunnya nilai U pada bangunan tersebut. Lihat Rajah 1 dan 2 mengenai penggunaan Nilai U yang terhasil. Nilai U bagi penggunaan bahan binaan di Perpustakaan Utama UM lebih rendah berbanding Nilai U bagi bangunan Perpustakaan UiTM Perak walaupun perbezaannya tidak begitu ketara.

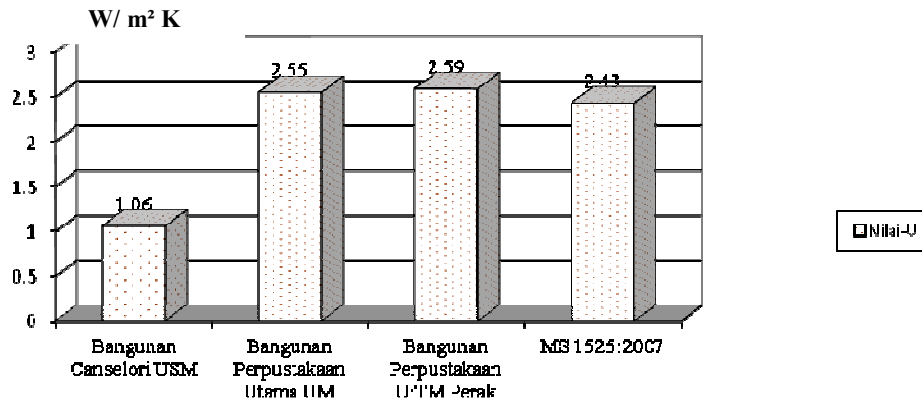


U-Value = 1.062 W/ m² K

Rajah 1: Bahagian Dinding Brickwall Bagi Bangunan Canselori Universiti Sains Malaysia

Secara keseluruhannya dinding Bangunan Canselori USM didapati menggunakan bahan penebat haba pada dinding bangunan seperti 50 mm glasswool dan 12 mm gypsum yang perlu bagi menghalang kemasukan haba yang banyak ke dalam bangunan. Penebat haba adalah sangat perlu dilapisi pada bahagian dinding agar kesan perolehan haba dapat diminimakan. Di sini dapat dilihat bangunan Canselori USM dipasang dengan bahan penebat haba. Di sini dapat dilihat apabila nilai U dapat dikurangkan maka ia telah memberi kesan kepada kadar kemasukan haba yang banyak di dalam bangunan. Jika dilihat kepada nilai Nilai U di mana Nilai U maksimum ialah 2.43 W/m² dapat dinyatakan sebagai paras penebatan yang baik. Nilai U yang rendah akan dapat dicapai dengan menyediakan penebat yang cukup pada bahagian dinding bangunan. Nilai U untuk dinding bangunan ini ialah kurang daripada nilai maksimum yang telah ditetapkan. Penyediaan bahan penebat pada dinding bangunan Canselori USM telah mengurangkan nilai U dengan banyaknya. Kadar nilai U yang rendah telah memberi sumbangan yang besar untuk menurunkan nilai OTTV bangunan Canselori USM. Bangunan ini telah mempraktikkan sistem penebatan pada bangunan dan ia seterusnya memberikan impak yang cukup besar kepada penurunan kadar OTTV ke dalam bangunan. Oleh kerana kawasan di Minden, Pulau Pinang yang terletak di kawasan yang panas dan lembap di tepi laut, maka kesan sinaran ke atas dinding banyak sangat mempengaruhi serapan haba pada dinding bangunan. Oleh itu penebatan kepada dinding bangunan (wall insulation) sangat penting bagi mengurangkan Nilai-U. Semakin rendah Nilai-U sesuatu bahan dan binaan, semakin baik nilai penebatannya dan semakin baik kualiti pencegahan kemasukan habanya. Walaupun penggunaan bahan binaan secara konvensional pada bangunan ini, tetapi aplikasi penggunaan bahan penebatan telah dapat mengurangkan

kadar kemasukan haba dalam bangunan dan seterusnya menurunkan nilai OTTV bangunan. Oleh yang demikian perlunya bahan penebatan terhadap dinding bangunan bagi mengurangkan kadar pengaliran haba yang banyak dan seterusnya meningkatkan nilai-U. Nilai-U akan berkurangan sekiranya bahan penebatan yang sesuai digunakan pada dinding dan bumbung bangunan. Kepekaan para perekabentuk bangunan dalam memahami keperluan bahan penebatan di dalam bangunan seharusnya dipraktikkan bagi mencapai tahap penggunaan tenaga yang efisien.



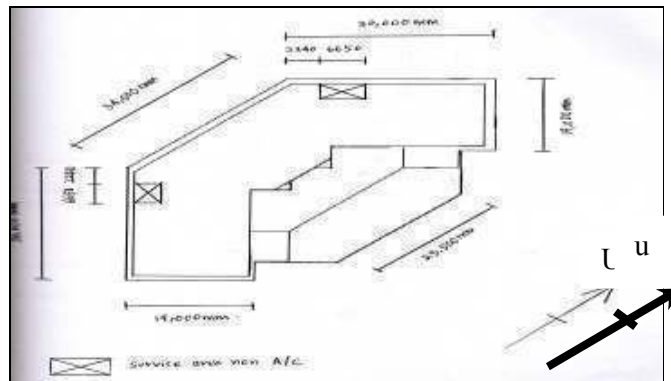
Carta 2: Perbezaan Antara Nilai-Nilai U-Value

5. Orientasi

Pembaziran secara maksimum melalui rekabentuk, perletakan dan susunan bangunan yang mengambil kira faktor orientasi bangunan dapat mengurangkan penggunaan tenaga untuk tujuan penyejukan bangunan dan pencahayaan terus haba matahari ke dalam bangunan. Penggunaan pendingin hawa di dalam bangunan memang dapat mengurangkan kesan panas serta menghasilkan udara kering yang selesa. Namun begitu jika kadar kemasukan cahaya matahari secara terus dapat dikurangkan maka kadar penggunaan tenaga penyejukan akan dapat dikurangkan melalui kesan orientasi yang baik. Kesan perolehan haba daripada tenaga matahari akan memberi kesan kepada kadar penggunaan tenaga di dalam bangunan. Kesan sinaran haba yang panas matahari pada dinding bangunan serta tidak ada pergerakan udara menyebabkan haba panas akan terkumpul di dalam bangunan. Peredaran matahari dan angin mempunyai laluan yang tetap. Ia perlu diambil kira dari peringkat perancangan lagi. Ciri-ciri rekabentuk seumpama susunatur dan orientasi bangunan memerlukan pengurangan pendedahan kepada haba matahari. Garis panduan yang menghendaki bangunan di kawasan beriklim panas lembab tropika seperti negara kita mengarahkan fasad yang lebih panjang pada arah utara selatan adalah berpatutan terutamanya untuk bangunan-bangunan tinggi.

Bangunan Canselori USM tidak mengaplikasikan orientasi yang betul di mana fasad panjang diarahkan ke arah timur dan barat, manakala fasad pendek diarahkan ke utara dan selatan. Haba yang berlebihan datangnya dari arah timur dan barat yang akan memberi kesan penyerapan haba yang tinggi pada waktu siang. Walaupun pada bahagian hadapan bangunan Canselori mempunyai rekabentuk bumbung porch pada bahagian depan bangunan dengan dilengkapi tingkap "louvre", namun arah fasad yang terlalu panjang pada bahagian barat dan timur pada bahagian hadapan tingkat 3 hingga 4 serta bahagian sayap kanan dan kiri yang terdedah secara terus dengan haba panas matahari. Bahagian belakang bangunan akan iaitu pada sebelah timur akan kena secara terus pada dinding bangunan. Rekebutuk bangunan ini telah melanggar prinsip orientasi bangunan untuk mengurangkan jumlah haba yang kena pada dinding bangunan. Rekebutuk bangunan ini sepatutnya memanjangkan paksi utama pada arah timur atau barat supaya dedahan dinding yang luas dapat mengarah ke selatan dan utara. Dengan cara tersebut kadar jumlah luas permukaan dinding yang kena sinaran panas matahari akan dapat dikurangkan. Melalui cara ini juga jumlah beban penyejukan di dalam bangunan untuk sistem pendingin hawa dapat dikurangkan. Maka matlamat keberkesanan penjimatan tenaga di dalam bangunan dapat disesuaikan dengan kesan orientasi bangunan dengan kadar jumlah haba yang masuk pada bangunan melalui laluan matahari. Walaupun dinding menggunakan bahan penebatan tetapi kesan haba yang masuk ke dalam bangunan akan sangat mempengaruhi nilai OTTV bangunan ini berdasarkan kepada analisis yang dibuat, faktor orientasi memberikan sumbangan yang sangat besar kepada peningkatan kadar OTTV sesebuah bangunan. Penyerapan haba juga diserap masuk oleh dinding kaca yang akan tersebar ke dalam bangunan melalui transmisi udara dan akan mengakibatkan kawasan dalaman bangunan akan menjadi lebih panas. Jika dilihat terdapat banyak penggunaan tingkap yang menghadap arah barat iaitu tingkat 3 ke tingkat 6 bangunan. Oleh kerana

terdapat mekanisma yang menyebabkan setiap haba yang diterima oleh dinding kaca yang tersebar ke dalam bangunan, maka proses tersebut akan berlaku terus menerus. Kesannya bangunan akan bertambah panas daripada masa ke semasa sehingga terbenamnya matahari. Pekara ini akan menyebabkan penggunaan tenaga yang diperlukan bukan sahaja untuk menyejukan kawasan dalaman malahan untuk menyejukan keadaan dinding kaca itu sendiri. Maka adalah penting di dalam perancangan awal rekabentuk bangunan, kesan orientasi bangunan dikaji terlebih dahulu sebelum menentukan arah dan susun atur dinding bangunan. Di samping itu juga haba akan dapat masuk ke dalam bangunan melalui pergerakan angin yang menembusi tingkap. Pada bangunan tinggi seperti Bangunan Canselori, di samping berada di atas bangunan akan mendapat lebih banyak angin pada bahagian yang bertingkat-tingkat. Perlu diketahui bahawa angin yang bergerak itu juga merupakan pergerakan angin yang panas.



Rajah 2: Orientasi Bangunan Canselori USM

6. Aspek Rekabentuk Peneduhan

Terdapat beberapa aspek rekabentuk yang sepatutnya boleh dikawal oleh perekabentuk termasuklah dari aspek peneduhan. Peneduhan adalah penting untuk menghalang cahaya terus masuk ke dalam bangunan. Ia adalah merupakan salah satu cara untuk mengurangkan beban penyejukan seterusnya mengurangkan penggunaan tenaga yang digunakan oleh pendingin hawa. Maka untuk menghalang cahaya panas dari masuk ke ruang dalaman bangunan, jadi keperluan alat-alat peneduhan perlu disediakan. Di samping itu juga rekabentuk alat-alat peneduh yang tepat di luar bukaan yang bertujuan untuk menghasilkan kesan bayangan dalam bangunan. Kehadiran kelembapan udara yang tinggi dan hujan berangin memerlukan rekabentuk peneduhan bangunan yang berkesan. Unjuran-unjuran di atas tingkap bukan sahaja berperanan menangkis hujan tetapi juga berupaya menghalang haba matahari menerusi sinaran terusnya daripada memasuki ruang dalam bangunan yang akhirnya meningkatkan suhu dalaman. Sebaik-baiknya peneduhan perlu berkeupayaan melindungi keseluruhan dinding untuk mencegah peningkatan suhu dinding dan mengurangkan kesan negatif iklim seumpama pengusangan dan pereputan elemen atau kerosakan dinding. Bangunan Canselori Universiti Sains Malaysia tidak menggunakan alat peneduhan luaran mungkin kerana ia sukar diadaptasikan dengan keadaan bangunan yang tinggi. Alat peneduhan bukan terhad pada sisi tingkap malah terdapat pelbagai bentuk struktur yang boleh dijadikan alat peneduhan. Jika dilihat Gambar 1, tidak terdapat sebarang alat peneduhan pada tingkap Bangunan Canselori USM. Ini membolehkan haba daripada masuk secara terus ke dalam bangunan melalui tingkap pada arah barat bangunan. Bagi bangunan ini terdapat sebahagian kecil alat peneduhan yang diletakkan pada bahagian hadapan bangunan iaitu penggunaan unjuran peneduhan jenis "hung louver" seperti Gambar 2 di bawah. Penggunaan ini sebenar sangat membantu, tetapi ia hanya dipasang pada sebahagian kecil sahaja pada bangunan ini. Oleh yang demikian aspek rekabentuk peneduhan tidak dapat membantu dalam menurunkan nilai OTTV Bangunan Canselori Universiti Sains Malaysia.



Gambar 1: Tidak Terdapat Sebarang Alat Peneduhan Pada Tingkap Bangunan Canselori USM



Gambar 2: Contoh Alat Peneduhan “Hung Louvers” Yang Digunakan Pada Arah Barat Bangunan Canselori USM

7. Kesimpulan

Daripada analisis yang telah dijalankan, didapati bahawa Nilai “Overall Thermal Transfer Value” atau OTTV bagi Bangunan Canselori adalah 57.26 W / m^2 dan ia adalah lebih tinggi berbanding dengan nilai yang ditetapkan oleh garis panduan dalam MS 1525:2007. Daripada analisis dan perbincangan yang telah dibuat, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penggunaan tenaga efisien pada bangunan ini, antara faktor yang dibincangkan secara terperinci ialah Orientasi, Bahan Binaan dan Nilai U, Rekabentuk Bangunan dari segi Peneduhan dan Penggunaan Lanskap. Hasil daripada analisis terhadap faktor-faktor berikut, dapat diketahui bahawa Bangunan Canselori USM tidak dapat memenuhi keperluan bagi faktor di atas dan inilah sebab mengapa nilai OTTV bagi bangunan tersebut melebihi nilai yang ditetapkan oleh garis panduan. Pemilihan sampul bangunan dan kejayaan penggunaan sampul bangunan yang baik akan mampu memberi impak yang baik kepada aspek pemilihan pendingin hawa, operasi dalam bangunan, dan penyenggaraan yang seterusnya dapat mewujudkan penggunaan tenaga yang efisien di dalam bangunan. Jadi, suatu usaha perlu dilakukan supaya bangunan yang akan dibina pada masa akan datang dapat memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh garis panduan dengan menekankan aspek rekabentuk, pemilihan bahan-binaan, nilai-U, orientasi bangunan dan seterusnya menurunkan nilai OTTV bagi membantu pencapaian penggunaan tenaga yang efisien dalam bangunan.

Penghargaan

Pengarang mengucapkan ribuan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak pengurusan Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.

Rujukan

Anas Zafirof A.H & Al-Hafzan A.H. (2010), *Energy Efficiency Towards Building Envelope An Analysis Study Between Main Library of University Malaya Building and Library of UiTM Perak Building*, International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 1, No. 2, June 2010, International Association of Computer Science and Information Technology.

A.Z. Abdullah Halim. (2006). *Keefisienan Tenaga Terhadap Bangunan Berdasarkan "Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy For Non-Residential Buildings" MS 1525:2007. Kajian Sampul Bangunan untuk Bangunan Perpustakaan UiTM Perak*, Universiti Teknologi MARA, 2006.

Al-Hafzan A.H. (2008). *Kajian Penggunaan Tenaga Terhadap Sampul Bangunan (Kajian Kes: Bangunan Perpustakaan Utama UM*, Universiti Malaya, 2008.

A.Z. Abdullah Halim. (2007). *Keefisienan Tenaga Terhadap Bangunan Kajian Building Envelope untuk Bangunan Perpustakaan UiTM Perak*, The 10th Contemporary Seminar, Universiti Teknologi MARA Perak, 2007.

A.Z. Abdullah Halim. (2005). *Energy Efficiency for Malaysian Building*, The 6th International Seminar on Sustainable Environment and Architecture, Institute Technology Bandung (ITB) Bandung, Indonesia, 2005.

Code of Practise on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Building MS 1525: 2001, Malaysian Standard.

Code of Practise on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Building MS 1525: 2007, Malaysian Standard.

Guideline for Energy Efficiency in Building: Ministry of Energy Telecommunications and Posts. Malaysia, 1989