



KINERJA TERMAL SELUBUNG GEDUNG KULIAH KOTA BANDAR LAMPUNG ITERA

A.Asrul Sani¹, Adelia Enjelina M², Guruh Kristiadi K³, Anggi Mardiyanto⁴

^{1,2,3,4} Dosen Program Studi Arsitektur, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Lampung

E-mail: asrul.sani@ar.itera.ac.id, adelia.matondang@ar.itera.ac.id, guruh.kristiadi@ar.itera.ac.id, anggi.mardiyanto@ar.itera.ac.id

Informasi Naskah:

Diterima:

25 Agustus 2019

Direvisi:

15 September 2019

Disetujui terbit:

29 Oktober 2019

Diterbitkan:

Cetak:

29 November 2019

Online

29 November 2019

Abstract. *The use of glass material should consider the comfort of space in the building. Field of glass is needed as natural lighting and visual facilities between the occupants and the surrounding environment. Its function as natural lighting is often accompanied by an increase in temperature in buildings, considering that Indonesia is a tropical country. Building temperatures that increase due to incoming sunlight can cause discomfort to building occupants. Such conditions make building occupants use air conditioner (AC). The use of air conditioners can increase the value of building energy consumption. For this reason, research on the value of heat transfer in buildings or the value of OTTV (Overall Thermal Transfer Value). OTTV value calculation is done by manual calculation. Bandar Lampung City lecture building at the Sumatra Institute of Technology was chosen as the object of this study. From the results of the study found that the value of heat transfer of a building or OTTV (Overall Thermal Transfer Value) is influenced by the factor of the ratio of the window area to the facade or WWR (Window Wall Ratio) and the shading factor (Shading Coefficient).*
(Keywords:

Keyword: *energy consumption, building energy, glass.*

Abstract. Penggunaan material kaca semestinya mempertimbangkan kenyamanan ruang dalam bangunan. Bidang kaca diperlukan sebagai pencahayaan alami dan sarana visual antara penghuni dan lingkungan sekitar. Fungsinya sebagai pencahayaan alami seringkali disertai dengan peningkatan temperatur pada bangunan, mengingat Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis. Temperatur bangunan yang meningkat akibat dari radiasi sinar matahari yang masuk dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi penghuni bangunan. Kondisi seperti itu membuat penghuni bangunan menggunakan *air conditioner* (AC). Penggunaan *air conditioner* tersebut dapat meningkatkan nilai konsumsi energi bangunan. Untuk itu dilakukan penelitian mengenai nilai perpindahan panas dalam bangunan atau nilai OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*). Penghitungan nilai OTTV dilakukan dengan penghitungan manual. Gedung kuliah Kota Bandar Lampung di Institut Teknologi Sumatera di pilih sebagai objek dalam penelitian ini. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa nilai perpindahan panas suatu bangunan atau OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) dipengaruhi oleh faktor nilai perbandingan luas jendela terhadap bidang fasad atau WWR (*Window Wall Ratio*) dan faktor pembayangan (*Shading Coefficient*).

Kata kunci : konsumsi energi, energi bangunan, kaca.

PENDAHULUAN

Bidang kaca sebagai elemen selubung bangunan juga merupakan elemen kontrol lingkungan, yang mempengaruhi lingkungan luar dan lingkungan dalam bangunan untuk kepentingan penghuni. Fungsi dari selubung fasad kaca pada bangunan adalah sebagai sarana visual antara lingkungan dalam dan lingkungan di luar bangunan. Kemudian fungsi lainnya adalah sebagai sarana pencahayaan alami bagi ruang dalam bangunan, tetapi fungsinya sebagai pencahayaan alami tersebut seringkali diikuti dengan pemasukkan radiasi sinar matahari yang berlebih, pemasukkan sinar matahari yang

berlebih menyebabkan kondisi di dalam ruang bangunan menjadi panas dan dapat membuat nilai perpindahan panas dalam bangunan menjadi lebih dari 45 watt/m². Di sisi lain, karena terjadi ketidaknyamanan termal pada ruang dalam bangunan, maka untuk mengubah kondisi tersebut menjadi lebih nyaman, penghuni menggunakan pendinginan buatan. Pemakaian pendinginan buatan secara berlebihan membuat nilai indeks konsumsi energi pada bangunan tersebut menjadi tidak efisien. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai nilai perpindahan panas dalam bangunan

dan hubungannya terhadap indeks konsumsi energi pada kajian selubung fasad bangunan Pemakaian bidang kaca pada selubung bangunan sangat berpengaruh terhadap pencahayaan alami, tetapi di sisi lain akan memperbesar pemasukan energi panas radiasi matahari ke dalam bangunan. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Seberapa besar pengaruh WWR (*Window Wall Ratio*) dan SC (*Shading Coefficient*) terhadap nilai perpindahan panas yang masuk ke dalam bangunan OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*)?

Keutamaan Penelitian (Urgensi)

Ruang lingkup pada objek penelitian ini adalah menganalisis suatu gedung yang menggunakan kaca – kaca sebagai selubung bangunannya. Sebagai studi kasus dipilih Gedung Kuliah Kota Bandar Lampung di Kampus Institut Teknologi Sumatera sebagai objek penelitian ini.

Akibat penggunaan kaca – kaca pada gedung Kuliah Kota Bandar Lampung ITERA, maka dari itu akan dilakukan perhitungan pengaruh nilai perpindahan panas yang masuk ke dalam bangunan tersebut, perbandingan luasan kaca terhadap dinding atau yang dikenal dengan WWR (*Window Wall Ratio*) serta pengaruh pembayangan (*Shading Coefficient*). Nilai dari hasil perhitungan tersebut akan digunakan sebagai standar besaran energi termal yang efisien pada bangunan tersebut.

TINJUAN PUSTAKA

Selubung Bangunan

Bahan bangunan yang digunakan untuk selubung bangunan dapat dikelompokkan menjadi bahan tembus cahaya dan bahan tidak tembus cahaya. Bahan tembus cahaya adalah kaca dari jenis kaca bening, kaca penyerap panas, dan kaca pemantul panas dengan tebal yang digunakan pada bangunan tinggi disini pada umumnya 6 mm dan 8 mm.

Bahan yang tidak tembus cahaya dapat terdiri dari beton dan bata dengan plesteran yang dicat atau dilapisi keramik, panel aluminium dengan sebelah dalamnya dipasang bahan isolasi termal seperti *glasswool*, dan dinding bagian dalamnya adalah gypsum atau multiplek. Data solar optik dari bahan tembus cahaya yang perlu diketahui adalah reflektansi, absorptansi, dan transmitansi ada selubung bangunan terdapat pergerakan panas yang didefinisikan sebagai perpindahan energi antara dua daerah yang memiliki perbedaan temperatur, yang tinggi ke daerah yang bertekanan lebih rendah. Sejauh adanya perbedaan temperatur, maka akan terjadi kecenderungan pergerakan panas dari daerah yang bertemperatur lebih tinggi ke daerah yang bertemperatur lebih rendah (*Vaughn Bradshaw, 1993; 48 - 49*). Pada siang hari akan terjadi perpindahan panas melalui selubung bangunan yang terdiri dari :

- Transmisi radiasi melalui kaca
- Konduksi melalui kaca
- Konduksi melalui dinding

Untuk melihat kinerja suatu selubung bangunan terhadap besarnya perpindahan panas yang terjadi, diberikan suatu besaran yang disebut "*Overall Thermal Transfer Value*" atau disingkat OTTV. Besaran OTTV dan persamaan untuk menghitungnya, pertama kali diperkenalkan dalam ASHRAE (1980) *Standard Energy Conservation In New Building Design*.

$$OTTV = \frac{(A_W \times U_W \times T_{Deq}) + (A_f \times U_f \times \Delta T) + (A_f \times SC \times SF)}{A_0}$$

Dengan keterangan :

- A_W adalah nilai luasan dinding yang tidak tembus cahaya (m^2)
- U_W adalah nilai transmitansi dinding ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)
- T_{Deq} adalah nilai temperatur ekuivalen ($^\circ C$)
- ΔT adalah beda temperatur udara luar dengan temperatur udara dalam ruangan ($^\circ C$)
- SC adalah koefisien peneduh
- $A_0 = A_W + A_f$
Dengan memasukkan besaran perbandingan luas jendela terhadap luas dinding atau *Window Wall Ratio* adalah

$$A_f = \frac{WWR}{A_0}$$

$$\frac{A_W}{A_0} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} = 1 - WWR$$

Maka persamaan OTTV menurut SNI -T-14-1993-03 dapat dituliskan sebagai berikut :

$$OTTV = U_w \times T_{Deq} \times (1 - WWR) + U_f \times WWR \times \Delta T + SF \times SC \times WWR$$

Persamaan OTTV tersebut terdiri dari 3 komponen yang mewakili konduksi panas melalui dinding, perpindahan panas melalui kaca, dan transmisi radiasi melalui kaca.

Selanjutnya dari penelitian yang dilakukan dalam rangka ASEAN USAID *Building Energy Conservation di Malaysia* (Busch, 1989), didapatkan bahwa komponen pertama sangat dipengaruhi oleh besarnya absorbtansi radiasi matahari dari permukaan dinding luar dan diusulkan perubahan persamaan OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) menjadi :

$$OTTV = \{U_w \times T_{Deq} \times (1 - WWR) + U_f \times WWR \times \Delta T + SF \times SC \times WWR$$

Makin besar harga OTTV, maka beban pendinginan eksternal juga akan semakin besar. Untuk membatasi hal ini, besarnya harga OTTV perlu dibatasi pada suatu harga maksimum tertentu. Dalam standar "Tata Cara Perancangan

Konservasi Energi pada Bangunan Gedung “
Besarnya OTTV maksimum ditentukan 45 watt/m².

OTTV (Overall Thermal Transfer Value)

OTTV merupakan nilai perpindahan termal menyeluruh untuk setiap bidang dinding luar bangunan.

Nilai OTTV memiliki persamaan sebagai berikut :

$$OTTV = \{U_w \times T_{Deq} \times (1 - WWR) + U_f \times WWR \times AT + SF \times SC \times WWR$$

Untuk menghitung OTTV seluruh dinding luar, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$OTTV \text{ total} = \frac{(AO_1 \times OTTV_i) + (AO_2 \times OTTV_i) + \dots}{AO_1 + AO_2 + \dots}$$

dimana AO adalah luas dinding pada bagian dinding luar i (m²). Luas ini termasuk semua permukaan dinding tak tembus cahaya dan luas permukaan jendela yang terdapat pada bagian dinding tersebut. OTTV_i adalah nilai perpindahan termal menyeluruh pada bagian dinding i sebagai hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan.

Kaca Sebagai Selubung Bangunan

Dengan berbagai karakteristik, kaca telah banyak digunakan sebagai selubung bangunan terutama pada bangunan berlantai banyak. Hal ini disebabkan karena kaca memiliki sifat - sifat dan kelebihan yang dapat disesuaikan untuk berbagai kebutuhan pada bangunan (Asahimas, 1996).

Di sisi lain, kaca memiliki beberapa kelemahan, yaitu

1. Kaca tidak kuat terhadap benturan
2. Kaca tidak kuat terhadap beban kaca yang berlebihan
3. Kaca tidak kuat terhadap panas yang sangat tinggi
4. Kaca tidak kuat terhadap suara dengan gelombang sangat tinggi
5. Kaca tidak kuat terhadap api
6. Kaca tidak kuat terhadap getaran yang sangat besar.

Pada kelemahan di atas diterima sebagai suatu keterbatasan penggunaan kaca. Oleh karenanya diperlukan suatu inovasi baru agar karakteristik yang dimiliki kaca dapat ditingkatkan atau dioptimalkan dalam penggunaannya, khususnya dalam pelindung bangunan (Asahimas, 1996)

Bila salah satu sisi kaca menerima panas, misalnya api pada suatu kebakaran, maka temperturnya akan naik. Panas ini masuk ke dalam tubuh kaca dan sebagian akan diteruskan ke sisi yang lain. Akibatnya, sisi ini juga mengalami kenaikan temperatur. Bila selisih temperatur yang terjadi di antara kedua sisi tersebut mencapai kira-kira 60 C untuk kaca ketebalan 5-6 mm) maka akan terjadi keretakan atau thermal cracking (Person, 1971) dikutip dari Tesis ITB oleh Mohammad Hadiyono (1990). Tercapainya kondisi ini sangat tergantung pada beberapa faktor:

1. Luas bidang kaca
2. Ketebalan kaca

3. Faktor absorpsi kaca

4. Letaknya terhadap bingkai selubung bangunan.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mengetahui nilai perpindahan panas atau OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) suatu bangunan dapat dilakukan suatu penelitian dengan menggunakan metode penghitungan secara manual. Untuk selanjutnya akan dianalisis apakah sudah sesuai dengan standar nasional (SNI).

Lokasi Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ini, akan mengambil studi kasus dari gedung Kuliah Kota Bandar Lampung ITERA yang berada di Kampus Institut Teknologi Sumatera. Pemilihan objek tersebut didasarkan atas pemakaian kaca – kaca pada hampir seluruh selubung fasad bangunan tersebut.

Teknik Pengambilan Data Penelitian

Langkah pertama pada penelitian ini adalah mendapatkan data gambar kerja gedung kuliah Kota Bandar Lampung ITERA kepada pihak arsitek dan kontraktor terkait. Kemudian setelah mendapatkan data – data tersebut, dilakukan penghitungan nilai perpindahan panas bangunan atau OTTV awal.

Menghitung Nilai OTTV Gedung Kuliah Kota Bandar Lampung ITERA

Nilai OTTV suatu bangunan dihitung setiap satu orientasi yaitu fasad selubung Barat, Timur, Utara, dan Selatan, yang kemudian digabungkan menjadi nilai rata – rata OTTV. Penghitungan nilai OTTV menggunakan metode penghitungan manual, yang menggunakan rumus yang telah dibahas pada kajian teori. Setelah mendapatkan nilai OTTV masing – masing orientasi, kemudian nilai OTTV tersebut digabungkan dan dinyatakan dengan OTTV total.

Mengoptimalkan Kinerja Termal Bangunan

Hasil OTTV total dari penghitungan tersebut telah didapatkan. Jika hasilnya menunjukkan nilai diatas 45 watt/m² , berarti dapat disimpulkan sementara bahwa nilai perpindahan panas pada selubung bangunan tersebut diatas rata – rata standar SNI yaitu 45 watt/m² dan memiliki dampak tidak baik terhadap indeks konsumsi energi bangunan tersebut.

Jadi langkah untuk mengoptimalkan kinerja termal selubung bangunan tersebut adalah membuat simulasi model gedung tersebut agar nilai perpindahan panasnya lebih optimal, sesuai standar SNI yaitu 45 watt/m² atau dibawah nilai standar tersebut. Simulasi awal adalah dengan menurunkan nilai faktor pembayangan (*shading coefficient*) pada pemilihan jenis kaca, Jika penggantian nilai faktor pembayangan belum memenuhi standar nilai OTTV, maka simulasi berikutnya adalah mengganti nilai faktor pembayangan, dan nilai perbandingan jenis luas jendela terhadap fasad atau WWR (*Window Wall Ratio*) dan dilakukan penghitungan nilai OTTV berikutnya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Nilai Perpindahan Panas Selubung Bangunan Kuliah Kota Bandar Lampung (OTTV)

Gedung Kuliah Kota Bandar Lampung adalah bangunan empat lantai yang digunakan sebagai gedung kuliah, gedung yang terletak di kawasan pendidikan kampus ITERA, Lampung Selatan berjumlah 4 lantai, yaitu terdiri dari 1 lantai semi *basement*, 3 lantai tipikal, dan 1 lantai atap (*roof top*). Mengingat gedung ini merupakan gedung kuliah, jadi ada beberapa lantai yang tipikal.



Gambar 1. Gedung Kuliah Kota Bandar Lampung, ITERA Data tentang Suhu Dalam dan Suhu Luar Gedung E ITERA

Data-data temperatur di ambil dengan menggunakan alat pengukur suhu yaitu Termometer ruang dengan dilengkapi sebuah sensor yang dapat diletakkan di luar ruangan dengan jarak maksimum 100 meter. Waktu pengambilan data yaitu Jam 13.16-13.47.



Gambar 2. Interior Gedung Kuliah Kota Bandar Lampung, termometer ruang, dan sensor.

Dari hasil pengukuran temperatur ruang didapatkan beda temperature ruang dalam dengan ruang luar adalah 1,82 0C. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi ruangan belum memenuhi standar kenyamanan.

Data tentang Material Bangunan Penutup Selubung Gedung E ITERA

Gedung kuliah Kota Bandar Lampung menggunakan material penutup fasad yaitu material Kaca sebagai material tembus cahaya, sedangkan material tak tembus cahaya terdiri atas material Beton (dinding, kolom dan balok), pasangan batubata, Aluminium. Secara lengkap dapat dilihat

di lampiran. Dari delapan material penutup fasad gedung E, material kaca mendominasi dengan luas rata-rata 102 m² atau sekitar 61 % dibandingkan dengan material penutup fasad yang lain.

Mengidentifikasi Nilai SC, α , dan WWR

Nilai SC (Shading Coefisient) merupakan nilai yang tertera pada kaca. Material kaca yang digunakan Gedung E termasuk kaca bening dengan nilai SC = 0,5. Kaca dengan Nilai SC tersebut masih mendominasi panas yang terserap masuk ke dalam ruang. Nilai α merupakan Nilai absorbtansi radiasi matahari. Setiap material memiliki nilai yang berbeda. Nilai WWR (Window Wall Ratio) di dapatkan dengan membandingkan luas material penutup kaca dengan luas total penutup material selubung/fasad Gedung. Dari hasil data yang didapatkan bahwa gedung E ITERA memiliki nilai WWR rata-rata 44 %.

Hasil Penelitian

Berdasarkan data-data yang diperoleh dalam penelitian ini, telah dilakukan perhitungan secara manual untuk Nilai OTTV (Overall Termal Transfer Value) Gedung E ITERA. Untuk menyederhanakan perhitungan OTTV, lantai – lantai yang tipikal dijadikan menjadi satu zona.

Tabel 1. Nilai OTTV gedung kuliah kota bandar lampung, ITERA

No.	Fasad	OTTV			
		LT.dasar	LT.01	LT.02	LT.03
1	Barat	97.42	87.25	87.81	83.35
2	Utara	41.29	41.18	45.69	45.69
3	Timur	33.21	41.16	38.03	38.85
4	Selatan	47.50	36.79	38.43	39.44
	Rataan	53.94	53.67	54.23	54.35

Tabel 2. Luas material selubung gedung kuliah kota bandar lampung, ITERA

No.	Fasad	Luas Bidang Material (A)			
		LT.dasar	LT.01	LT.02	LT.03
1	Barat	153.3	357.94	343.14	364.82
2	Utara	255.96	229.61	182.31	182.31
3	Timur	127.36	404.42	435.02	414.62
4	Selatan	122.51	242.58	184.61	172.61
		659.14	1234.56	1145.1	1134.3

Tabel 3. Nilai OTTV Total gedung kuliah kota bandar lampung, ITERA

Lantai	R OTTV	LUAS (A)	OTTV x A
LT.Dasar	53.94	659.14	35555.58
LT.01	53.67	1234.56	66263.57
LT.02	54.23	1145.10	62107.69
Lt.03	54.35	1134.37	61663.71
		4173.19	225590.57
OTTV Total	54.05		

Dari perhitungan secara manual maka nilai OTTV total yaitu sebesar 54,05 Watt/M2. Hasil OTTV ini masih jauh dari yang dipersyaratkan sebagai gedung hemat energi yaitu OTTV 45 Watt/M2. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis lanjut agar OTTV Gedung E dapat mencapai standar yang dipersyaratkan yaitu 45 Watt/M2.

Mengoptimalkan Nilai OTTV Gedung Kuliah Kota Bandar Lampung

Jika dilihat dari hasil perhitungan OTTV, dapat disimpulkan bahwa nilai OTTV gedung kuliah ITERA masih diatas nilai rata – rata SNI. Untuk mengoptimalkan gedung tersebut dalam kinerja selubungnya yaitu nilai OTTV nya dibawah 45 watt/m². Simulasi yang akan dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja selubung gedung kuliah ITERA tersebut adalah membuat nilai OTTV kurang dari 45 watt/m². Langkah awal adalah dengan mengganti nilai SC (*Shading Coefficient*) dan mengganti nilai WWR, hal ini dimaksudkan agar tidak merubah struktur atau konstruksi gedung tersebut.

Mengganti Nilai SC

Langkah awal untuk mengoptimalkan kinerja selubung bangunan adalah dengan mengganti nilai SC yang telah distandarisasikan oleh pabrik kaca tersebut. Nilai SC yang saya pilih adalah 0,3. Pertimbangan pemilihan nilai SC 0,3 adalah kaca yang memiliki nilai SC 0,3 tidak terlalu gelap yang berakibat mengganggu pandangan penghuni terhadap lingkungan sekitar bangunan, dan tidak terlalu gelap yang menyebabkan pemasukkan sinar matahari secara berlebihan.

Tabel 4. Nilai OTTV dengan nilai SC 0,3 gedung kuliah kota bandar lampung, ITERA

No.	Fasad	OTTV			
		LT.dasar	LT.01	LT.02	LT.03
1	Barat	64.86	59.55	59.14	56.14
2	Utara	33.23	32.08	34.25	34.25
3	Timur	30.30	32.65	30.19	30.56
4	Selatan	34.69	30.38	29.90	30.33
	RT	40.29	39.90	39.46	39.35

Tabel 5. Nilai OTTV Total dengan nilai SC 0,3 gedung kuliah kota bandar lampung, ITERA

Lantai	R OTTV	LUAS (A)	OTTV x A
LT.Dasar	40.29	659.14	26561.15
LT.01	39.90	1234.56	49262.75
LT.02	39.46	1145.10	45196.16
Lt.03	39.35	1134.37	44638.74
		4173.19	165658.8
OTTV Total	39.69		

Jika dilihat dari hasil tabel perhitungan OTTV diatas dengan mengganti nilai SC kaca dengan 0,3. Hasilnya menunjukkan nilai rata rata OTTV berada dibawah rata – rata SNI (45 watt/m²) yaitu 39,69 watt/m².

Mengganti Nilai WWR

Nilai SC telah diturunkan dari nilai semula, hasil perhitungan OTTV sudah dibawah nilai standar SNI. Maka langkah selanjutnya (sebagai pembanding) dilakukan simulasi terakhir pengurangan penggunaan kaca dengan WWR pada fasad ini adalah 30 %. Berikut merupakan hasil perhitungan dengan simulasi tersebut.

Tabel 6. Nilai OTTV dengan nilai WWR 30 % gedung kuliah kota bandar lampung, ITERA

No.	Fasad	OTTV			
		LT.dasar	LT.01	LT.02	LT.03
1	Barat	60.57	60.23	57.77	55.62
2	Utara	41.29	41.18	38.67	38.67
3	Timur	33.21	41.16	38.03	38.85
4	Selatan	37.13	36.79	33.72	33.72
	RT	43.44	45.83	43.35	43.44

Tabel 7. Nilai OTTV Total dengan nilai WWR 30 % gedung kuliah kota bandar lampung, ITERA

Lantai	R OTTV	LUAS (A)	OTTV x A
LT.Dasar	43.44	659.14	28636.98
LT.01	45.83	1234.56	56590.69
LT.02	43.35	1145.10	49647.97
Lt.03	43.44	1134.37	49278.13
		4173.19	184153.78
OTTV Total	44.12		

Hasil simulasi telah dilakukan dengan mengganti nilai WWR dan hasil perhitungan OTTV sudah dibawah nilai standar SNI yaitu 44,12 watt/m².

Hasil Simulasi Dengan Mengganti Nilai SC dan WWR

Penelitian telah dilakukan, dan hasilnya juga telah diketahui. Untuk studi kasus gedung Kuliah Itera tersebut agar gedung tersebut menghasilkan nilai OTTV yang paling optimal adalah dengan menerapkan penggantian nilai SC dan WWR.

Pada fasad Utara penggunaan WWR 38% cukup sesuai dengan proporsi fasad bukaan, kemudian penggunaan jenis kaca yang memiliki SC 0,3 cukup baik dan tidak mengganggu pandangan penghuni terhadap lingkungan diluar bangunan. Cukup baik disini mengacu kepada penggunaan kaca yang tidak terlalu gelap yang berakibat mengganggu visual penghuni terhadap lingkungan luar dan tidak terlalu terang yang berakibat pemasukkan cahaya matahari yang berlebihan.

Pada fasad Selatan penggunaan WWR 47% tidak sesuai dengan proporsi fasad bukaan, kemudian penggunaan jenis kaca yang memiliki SC 0,3 cukup baik dan tidak mengganggu pandangan penghuni terhadap lingkungan diluar bangunan. Cukup baik disini mengacu kepada penggunaan kaca yang

tidak terlalu gelap yang berakibat mengganggu visual penghuni terhadap lingkungan luar dan tidak terlalu terang yang berakibat memasukkan cahaya matahari yang berlebihan.

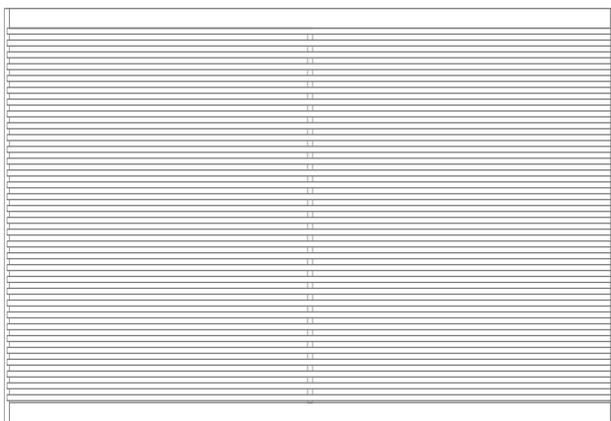
Pada fasad timur penggunaan WWR 30% sesuai dengan proporsi fasad bukaan, kemudian penggunaan jenis kaca yang memiliki SC 0,3 cukup baik dan tidak mengganggu pandangan penghuni terhadap lingkungan diluar bangunan. Cukup baik disini mengacu kepada penggunaan kaca yang tidak terlalu gelap yang berakibat mengganggu visual penghuni terhadap lingkungan luar dan tidak terlalu terang yang berakibat memasukkan cahaya matahari yang berlebihan. Meskipun proporsial memenuhi di bawah standar SNI, namun ada beberapa ruang yang penggunaan kacanya berlebihan.

Pada fasad barat penggunaan WWR 60% tidak sesuai dengan proporsi fasad bukaan, kemudian penggunaan jenis kaca yang memiliki SC 0,3 cukup baik dan tidak mengganggu pandangan penghuni terhadap lingkungan diluar bangunan. Cukup baik disini mengacu kepada penggunaan kaca yang tidak terlalu gelap yang berakibat mengganggu visual penghuni terhadap lingkungan luar dan tidak terlalu terang yang berakibat memasukkan cahaya matahari yang berlebihan. Meskipun nilai OTTV berada di bawah standar SNI, namun penggunaan kaca pada fasad perlu dikurangi terutama setiap ruang.

Penerapan ke Dalam Desain Arsitektur

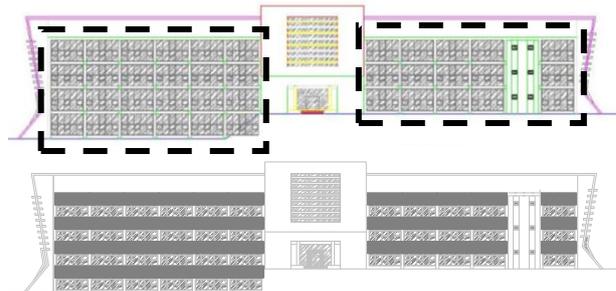
Sesuai dengan simulasi diatas, penerapan ke dalam desain arsitektur mempengaruhi fasad pada bangunan tersebut. Rekomendasi untuk menurunkan nilai OTTV pada fasad tersebut adalah dengan memakai sirip penangkal sinar matahari, yang bertujuan menghalangi jatuhnya sinar matahari langsung kedalam ruangan bangunan.

Modul sirip penangkal sinar matahari diatas menggunakan bahan aluminium. Pemilihan bahan aluminium dikarenakan aluminium memiliki sifat lebih ringan, kuat dan tahan lama. daripada besi. Aluminium juga memiliki sifat tahan terhadap karat, jadi tidak perlu perawatan yang berlebih jika dibandingkan dengan memakai bahan material besi.



Gambar 3. Detail Kisi-kisi Aluminium Fasad Gedung Kuliah Kota Bandar Lampung, ITERA

Rekomendasi Redesain Pada fasad Utara gedung kuliah Itera



Gambar 3. Fasad Barat Gedung Kuliah Kota Bandar Lampung (sebelum dan sesudah)

KESIMPULAN

Awalnya nilai perpindahan panas bangunan atau OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) pada lantai dasar gedung kuliah Itera adalah $54,05 \text{ watt/m}^2$, dengan eksisting awal jenis kaca memiliki koefisien peneduh (*shading coefficient*) sebesar 0,5 dan pemakaian kaca – kaca pada fasad dengan perbandingan luas jendela terhadap dinding / *window wall ratio* semua arah fasad (Utara, Selatan, Timur, Barat) sebesar 44 %.

Hipotesa awal yang menyatakan bahwa bangunan dengan pemakaian kaca – kaca pada selubung fasadnya di atas 30 % atau lebih tanpa disertai dengan faktor pembayangan, maka nilai OTTV bangunan tersebut dapat di atas nilai standar rata-rata SNI yaitu di atas 45 watt/m^2 , yang menyebabkan bangunan tersebut boros dalam konsumsi energi.

Pada penelitian ini, langkah yang paling optimal dalam meredesain selubung fasad gedung kuliah dalam hubungannya dengan nilai OTTV adalah dengan mengganti jenis material kaca yang memiliki nilai faktor pembayangan (SC) pada awalnya 0,5 diganti dengan faktor pembayangan 0,3 pada seluruh arah fasadnya. Kemudian langkah selanjutnya adalah meredesain perbandingan luas jendela dan dinding yang awalnya 44% menjadi di bawah 30 % pada seluruh arah fasadnya. Dengan menggunakan langkah - langkah di atas, maka nilai OTTV pada gedung kuliah Itera dapat ditekan di bawah 45 watt/m^2 .

Jadi dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa nilai OTTV sangat besar dipengaruhi oleh perbandingan luas jendela terhadap dinding / WWR dan faktor pembayangan (SC).

Jika dilihat dari kesimpulan penelitian di atas, maka sebagai saran kepada perencana bangunan khususnya bagi perencana gedung perkuliahan di Institut Teknologi Sumatera agar lebih memperhatikan faktor nilai perpindahan panas bangunan / OTTV dalam melaksanakan perancangan awal desain arsitektur, khususnya yang berhubungan dengan perancangan desain fasad bangunan terutama penggunaan kaca. Kegunaan dari desain fasad yang memiliki nilai OTTV di bawah 45 watt/m^2 per tahun secara langsung akan mengurangi beban konsumsi energi

bangunan tersebut, sehingga akan tercipta bangunan yang hemat energi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih kepada Lembaga Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat, Dan Penjaminan Mutu Pendidikan Institut Teknologi Sumatera yang telah memberikan dukungan dalam terlaksananya penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Asahimas (1996). *Architectural Glass*. Jakarta : PT. Asahimas.
- ASHRAE (1993). *ASHRAE Handbook. Fundamental*.
- ASHRAE (1980). *Standar on Energy Conservation in New Building Design*. BOCA (2000). *International Energy Conservation Code*.
- Daryanto (1989). *Kajian Tentang Pengendalian Energi Menggunakan Selubung Bangunan Pada Beberapa Gedung Kantor Bertingkat Banyak Di Jakarta*. Bandung : Tesis – ITB.
- Hadiyono, Mohammad (1999). *Kajian Tentang Efektivitas Model Selubung Dalam Penghematan Energi Pada Alternatif Rancangan Gedung Perkantoran Berlantai Banyak Di Jakarta*. Bandung : Tesis – ITB.
- Santoso, A. J. Dan Antaryama, I Gusti N. (2005). Konsekuensi Energi Akibat Pemakaian Bidang Kaca Pada Bangunan Tinggi di Daerah Tropis Lembab. *Dimensi Teknik Arsitektur* Vol. 33, No. 1, 70-75.
- Soegijanto (1980). *Pengendalian Kondisi Lingkungan di Dalam Bangunan Rumah Tinggal di Daerah Tropis Lembab*. Bandung : Desertasi – ITB.
- Soegijanto, Derringer.J, dan Busch .J (1989). *Building Energi Standard for Indonesia. Policy Analysis Process*. Lawrence Berkeley Laboratory Interim Report.
- Soegijanto, dkk (1998). *Rancangan Konstruksi Selubung Bangunan Ditinjau Dari Aspek Konservasi Energi Serta Lingkungan Termal Dan Visual Pada Kondisi Iklim Tropis Lembab*. Laporan Riset Unggulan Terpadu IV. Fakultas Teknologi Industri – ITB.
- Sularti. Sri (2002). *Pengaruh Desain Bukaan Terhadap Pergerakan Udara Pada Ruangan Masjid di Bandung Ditinjau Dalam Kerangka Kenyamanan Termal*. Bandung : Tesis – ITB.
- Nathaniel. Raynald (2010). *Kinerja Termal Selubung Bangunan (Studi Kasus : Gedung Dea Tower 2)*. Bandung : Tesis – ITB.
- The Development and Building Control Division (PWD) Singapore (1992) :
Handbook on Energy Conservation in Buildings and Building Service.
- Vaughn, Bradshaw (1993). *Building Control System. Second Edition*. New York: John Willey & Sons. Inc.