

KETEPATAN ORIENTASI GEDUNG ICT UNDIP BERDASARKAN STANDAR KONSERVASI ENERGI SELUBUNG BANGUNAN

Septana Bagus Pribadi, Eddy Indarto

Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof Sudarto SH Tembalang Semarang 50131

ABSTRAK

Sepanjang sejarah, iklim, energi, dan kebutuhan sumber daya merupakan hal fundamental dalam seni dan tatanan arsitektur. Walaupun kesadaran tentang keterbatasan sumberdaya alam dan keterbatasan energi sudah dimulai sejak tahun 1973 (Altore (2002), dan Indonesia telah memiliki standar tentang konservasi energi melalui selubung bangunan/tampilan bangunan (SNI 03-6389-2000), namun demikian dalam perencanaan dan perancangan belum sepenuhnya hal ini menjadi perhatian bagi para arsitek dan owner di Indonesia, dengan maraknya selubung bangunan yang didominasi oleh kaca. Demikian juga dengan bangunan-bangunan baru yang ada di Undip, sebagai contoh gedung kembar (ICT) yang juga berfungsi sebagai "pintu gerbang" masuk ke kawasan kampus Undip Tembalang. Walaupun sisi memanjang menghadap Utara dan Selatang, akan tetapi perlu dilakukan kajian apakah tampilan, material (terutama kaca) dan orientasi bangunan "gedung kembar" tersebut sudah tepat, dalam artian memenuhi ketentuan SNI 03-6389-2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung yang sudah ditetapkan. Penelitian ini merupakan penelitian di bidang arsitektur, maka metodologi penelitian yang digunakan diacu dari Architectural Research Methods (Groat 2002). Sesuai dengan substansi dan karakter penelitian, maka metode penelitian akan menggunakan metode Experimental Research yang termasuk dalam penelitian positifistik kuantitatif. Hasil penelitian ini diharapkan mengetahui apakah tampilan bangunan ICT, material yang digunakan, serta orientasi hadap bangunan sudah tepat sesuai dengan ketentuan SNI 03-6389-2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung (OTTV) yang sudah ditetapkan.

Kata kunci : selubung dan orientasi bangunan, OTTV

LATAR BELAKANG

Konservasi energi sebenarnya bukanlah merupakan kriteria baru dalam disain arsitektur. Konteks keberadaan suatu bangunan selalu ditentukan oleh batasan iklim dan material bangunan. Sepanjang sejarah, iklim, energi, dan kebutuhan sumber daya merupakan hal fundamental dalam seni dan tatanan arsitektur. Bahkan dalam kondisi iklim yang ekstrim sekalipun tidak menghalangi para perancangannya untuk menghadirkan karya arsitektur anggun sebagai solusi atas permasalahan lingkungan. Walaupun kesadaran tentang keterbatasan sumberdaya alam dan keterbatasan energi sudah dimulai sejak tahun 1973 (Altore (2002), dan Indonesia telah memiliki standar tentang konservasi energi melalui selubung bangunan/tampilan bangunan (SNI 03-6389-2000), namun demikian dalam perencanaan dan perancangan belum sepenuhnya hal ini menjadi perhatian bagi para arsitek dan owner di Indonesia, dengan maraknya selubung bangunan yang didominasi oleh kaca. Jika

bangunan yang didominasi oleh kaca ini orientasinya tidak tepat, maka akan terjadi perolehan panas yang berlebihan akibat radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan, terutama yang menghadap Timur dan Barat. Demikian juga dengan bangunan-bangunan baru yang ada di Undip, sebagai contoh gedung kembar (ICT) yang juga berfungsi sebagai "pintu gerbang" masuk ke kawasan kampus Undip Tembalang. Selubung bangunan kembar ini didominasi oleh bidang kaca dengan pelindung sinar matahari langsung (shading device) yang minimalis. Walaupun sisi memanjang menghadap Utara dan Selatang, akan tetapi perlu dilakukan kajian apakah tampilan, material (terutama kaca) dan orientasi bangunan "gedung kembar" tersebut sudah tepat, dalam artian memenuhi ketentuan SNI 03-6389-2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung yang sudah ditetapkan.

Sasaran penelitian ini adalah tampilan selubung bangunan ICT Undip sebagai salah

satu dari bangunan kembar sebagai “pintu gerbang” masuk kawasan Universitas Diponegoro, beserta material yang digunakan pada selubung bangunan tersebut.



Gambar-01 : Ilustrasi Gedung ICT Undip Sebagai Pintu Gerbang

Sumber: konsultan perencana PT. Pola Dwipa

Perolehan Panas Dalam Ruangan

Yeang (2006) Strategi desain untuk merancang bentuk harus dimulai dengan Desain Pasif atau desain bioklimatik ataupun desain ekologis. Ini dapat secara signifikan mempengaruhi konfigurasi antara bentuk rancangan bangunan dan lingkungan sekitarnya. Dimasa yang akan datang, hal ini harus dijadikan sebagai pertimbangan utama dalam proses desain, disamping pertimbangan-pertimbangan lain yang terkait dengan peningkatan efisiensi energi.

Konsep desain ekologis (*Ecodesign*) yang terpenting adalah mengintegrasikan perancangan bangunan baik secara mekanis dan organis, dengan bangunan dan lingkungan disekitarnya menjadi sebuah ekosistem. Kegagalan untuk mengintegrasikan dengan baik akan mengakibatkan kontra-produksi pada keduanya.

Tentu saja ada aspek lainnya, berupa sejumlah besar masalah teoritis dan teknis yang harus diselesaikan sebelum dilakukannya perancangan bangunan agar benar-benar ekologis sesuai dengan iklim tropis.

Senada dengan itu, Liang (2006) mengatakakan bahwa efek pemanasan radiasi matahari akan sangat berpengaruh terhadap kenyamanan pada perancangan suatu bangunan

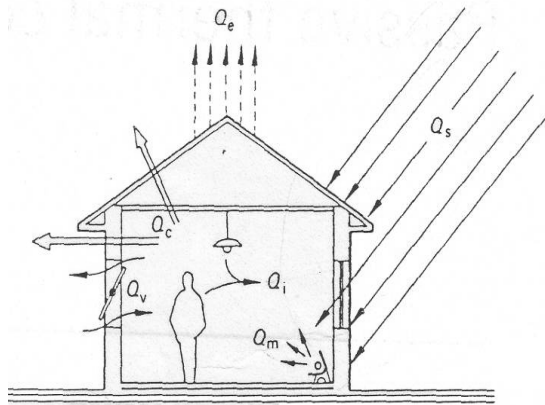
Pada dasarnya, isolasi dan naungan merupakan dua faktor utama yang berhubungan dengan desain pasif selubung bangunan di daerah tropis.

Efisiensi isolasi meningkat secara linear sesuai dengan karakter iklim tropis, yang merupakan selisih akumulasi suhu indoor dan outdoor.

Di sisi lain, efisiensi dari elemen pembayang menunjukkan hubungan dekat dengan radiasi matahari. Hal ini sangat penting dan sulit untuk memilih kombinasi optimal isolasi dan strategi sistem pembayangan sesuai dengan konteks iklim tersebut.

Selanjutnya Szokolay (1980) mengungkapkkan bahwa, penambahan panas di ruangan dapat diperoleh dari:

- a) Panas tubuh manusia dan makhluk hidup lain yang bersuhu tubuh hangat. Semakin giat kerja manusia, semakin besar panas yang dilepaskan oleh tubuhnya ke udara.
- b) Panas yang berasal dari peralatan rumah tangga seperti lampu, televisi, kompor, seterika dan *rice cooker*.
- c) Panas yang berasal dari selubung bangunan yang terkena langsung radiasi matahari. Atap dan dinding yang tak terlindungi akan menjadi pangs dan panas ini akan merambat dari sisi luar ke sisi dalam atap dan dinding, kemudian dilepaskan ke udara di dalam ruangan.
- d) Panas yang berasal dari selubung bangunan akibat udara luar yang hangat. Jika ada perbedaan antara suhu udara luar dan dalam maka akan terjadi aliran panas dari sisi luar dinding ke sisi dalam dinding dan panas dilepaskan ke udara dalam ruangan.
- e) Panas yang berasal dari udara luar yang hangat yang masuk ke dalam ruangan, baik melalui jendela, pintu, maupun celah-celah yang ada pada bangunan.
- f) Panas dari radiasi matahari yang langsung masuk ke dalam ruangan melalui jendela, pintu dan lubang-lubang lain yang ada pada bangunan.



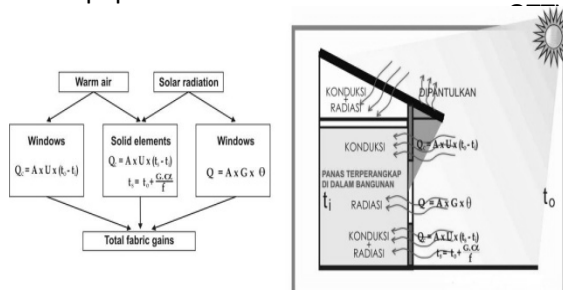
$$Q_i + Q_s \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_m - Q_e = 0$$

Gambar-02: Sistem Termal Bangunan

Sumber: Szokolay (1980)

Seluruh panas tadi bila tidak dikeluarkan dari dalam ruangan akan menumpuk dan mengakibatkan suhu udara ruangan menjadi naik. Orang yang ada di dalamnya akan menjadi tidak nyaman.

Teori dibawah ini (Szokolay,1980) memberikan gambaran manfaat sistem pembayangan dalam upaya menekan perolehan panas (heat-gains) dalam ruang akibat paparan sinar matahari.



Gambar-03: Perpindahan Panas (Fabric Gains)

Sumber: Indarto dalam pengembangan dari Szokolay (1980)

Overall Thermal Transfer Value (OTTV) T_{Deq}

Sistem pembayangan pada bangunan perkantoran mempunyai pengaruh yang sangat signifikan untuk menekan besaran OTTV, yaitu pada External Shading Multiplier ($SC_{efektif}$) sebagai perangkat kalkulasi OTTV. Ossen (2005), Satwiko (2009), dan Szokolay (2008) menjelaskan bahwa, pembayangan pada suatu bangunan merupakan suatu sistem karena terkait dengan gubahan masa, elemen pembayang (shading device), orientasi bangunan, waktu, dan letak astronomis, karena terkait dengan garis edar matahari.

Problematika muncul karena Para Arsitek menghadapi kesulitan dalam eksplorasi desain, terutama pada desain pasif (termasuk *Green Building*). Agar arsitek mampu menjiwai maka kalkulasi OTTV seyogyanya dilakukan secara manual, dengan cara berfikir *backcasting* dalam analisis untuk memperoleh Efisiensi dan Konservasi Energi. Kesulitan dan kendala akan muncul, mengingat Indonesia belum memiliki tabel $SC_{efektif}$ seperti di negara-negara lain. Sedangkan jika $SC_{efektif}$ harus dihitung menggunakan rumus SNI akan melalui proses yang panjang dan tentunya memakan waktu yang tidak sedikit.

Sistem pembayangan akan berpengaruh besar pada kalkulasi OTTV (SNI 03-6389-2000), hal ini terlihat pada salah satu unsur/perangkat yang tercantum dalam persamaan kalkulasi OTTV tersebut yaitu Shading Coefficient (SC). Standar Nasional Indonesia 2000 mengenai Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung, harga dari OTTV setiap bidang dinding dihitung sebagai berikut :

$$OTTV = \alpha \{ (U_w \times (1 - WWR)) \times T_{Deq} + (SC \times WWR \times SF) + U_f \times WWR \times \Delta T \} W/m^2$$

dengan

- = harga perpindahan panas menyeluruh pada dinding luar yang memiliki orientasi tertentu ($Watt/m^2$).
- = absorpsi radiasi matahari permukaan dinding (tabel 1 dan 2)
- = transmitansi termal dinding tak tembus cahaya, ($W/m^2 \cdot K$)
- = *Window-to-wall ratio* atau perbandingan antara luas jendela dan luas seluruh permukaan dinding luar pada orientasi yang sama
- = Perbedaan temperatur ekuivalen (K). (tabel 8)
- = shading coefficient atau koefisien peneduh system fenestrasi (bukaan)
- = *solar factor* atau factor radiasi matahari, W/m^2
- = perbedaan suhu ekuivalen antara sisi luar dan dalam (5K)

Untuk menghitung OTTV rata-rata seluruh dinding luar dipergunakan rumus:

$$OTTV = \{ (A_1)(OTTV_1) + (A_2)(OTTV_2) + \dots + (A_n)(OTTV_n) \} / (A_1 + A_2 + \dots + A_n) W/m^2$$

dengan
 $OTTV = \text{harga perpindahan panas seluruh dinding luar, } W/m^2$
 $OTTV_n = \text{harga OTTV pada dinding luar } n,$
 $A_n = \text{Luas total dinding luar } n \text{ termasuk jendela, } m^2$

Yang perlu dipahami disini adalah peran Sistem Pembayaran dari rumus tersebut, yaitu pada SC sebagai *shading coefficient* atau koefisien peneduh system fenestrasi (bukaan). Dalam *worksheet* SNI jelas bahwa SC terdapat dua (2) kategori, yaitu SC untuk kaca, dan SC untuk pembayangan atau dikenal dengan SC_{efektif} atau istilah dari *Building Authority Hong Kong* (1995) disebut sebagai *External Shading Multiplier (ESM)*. Pengaruh sistem pembayangan pada kalkulasi OTTV masuk dalam SC_{efektif} .

Shading Coefficient (SC)

Berdasarkan pada SNI 03-6389-2000 tentang: Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung, maka kalkulasi untuk menentukan Koeffisien peneduh tiap sistem fenestrasi dapat diperoleh dengan cara mengalikan besaran *Shading Coefficient* kaca (SC_K) dengan *Shading Coefficient* efektif (SC_{EF}) dari kelengkapan peneduh luar (*shading device*).

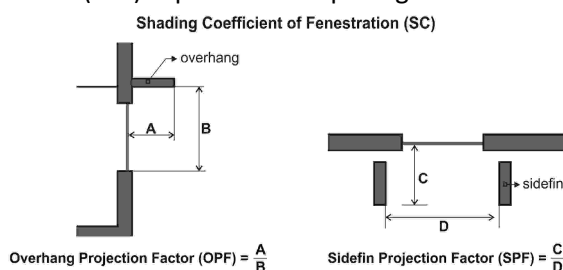
$SC = SC_K \times SC_{EF}$

SC : koefisien peneduh sistem fenestrasi.

SC_K : koefisien peneduh kaca

SC_{EF} : koefisien peneduh efektif alat peneduh

Nilai SC_K dipeoleh dari diperoleh dari spesifikasi teknis produk kaca yang digunakan, sedangkan nilai nilai SCEF diperoleh dari perbandingan overhang dengan tinggi kaca (OPF) dan atau perbandingan antara set-back kaca dari muka sidefin dengan jarak antar sidefin (SPF) seperti terlihat pada gambar-05



Gambar-04: OPF dan SPF

Sumber: pengembangan dari SNI

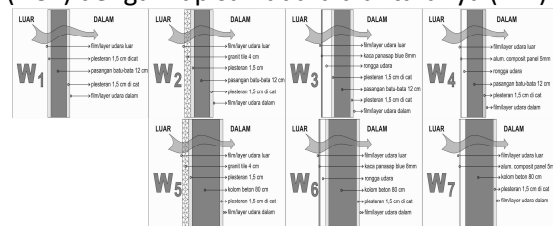
SC_{EF} diperoleh dari tabel *External Shading Multiplier* yang sementara ini ada. Nilai SCEF dari OPF adalah SC_{EF1} dan nilai SC_{EF} dari SPF adalah SC_{EF2} . Nilai SC_{EF} yang akan dipergunakan dalam kalkulasi OTTV adalah pembayangan yang paling optimal atau diambil nilai SC_{EF} yang paling rendah antara nilai SC_{EF1} dan nilai SC_{EF2} .

DISKUSI/PEMBAHASAN

A. Wall-Type

Dari hasil kajian penggunaan material pada dinding fasade bangunan ICT, terdapat 7 tipe dinding (wall-type) yaitu:

1. Dinding batu-bata dipleser luar dalam (W1)
2. Dinding batu-bata dipleser luar dalam, bagian luar ditambah dengan lapisan granit-tile (W2)
3. Dinding batu-bata dipleser luar dalam, bagian luar ditambah dengan kaca dengan lapisan udara diantaranya (W3)
4. Dinding batu-bata dipleser luar dalam, bagian luar ditambah dengan aluminium composit panel (ACP) dengan lapisan udara diantaranya (W4)
5. Kolom beton dipleser luar dalam, bagian luar ditambah dengan lapisan granit-tile (W5)
6. Kolom beton dipleser luar dalam, bagian luar ditambah dengan kaca dengan lapisan udara diantaranya (W6)
7. Kolom beton dipleser luar dalam, bagian luar ditambah dengan aluminium composit panel (ACP) dengan lapisan udara diantaranya (W7)



Gambar-05: Tipe Dinding (Wall-Type) Gedung ICT Undip

Sumber: hasil pengamatan

Adapun luasan masing-masing tipe dinding tersebut dari hasil perhitungan luasannya adalah seperti terlihat pada tabel-01 berikut ini.

Tabel-01: Luas Type Dinding Setiap Orientasi

Luas Wall-Type	Tipe Dinding (Waal-Type)							
	Orientasi	W1 (m ²)	W2 (m ²)	W3 (m ²)	W4 (m ²)	W5 (m ²)	W6 (m ²)	W7 (m ²)
Tampak-Depan (Selatan)	68,75	56,09	142,92	419,46	51,41	58,86	65,12	
Tampak-Kiri (Barat)	59,00	72,20	124,21	247,47	5,99	10,40	16,80	
Tampak-Belakang (Utara)	813,92	16,66	34,09		5,37	10,59	80,00	
Tampak-Kanan (Timur)	80,00	5,12	57,31	269,45	37,60	12,70	15,90	

Sumber: hasil perhitungan luasan

Tiap type dinding tersebut dipakai sebagai dasar untuk kalkulasi transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (U), absorpsi radiasi matahari permukaan dinding (α), serta dengan data tersebut juga digunakan untuk menghitung berat dinding tiap m² untuk memperoleh/mencari nilai perbedaan temperatus ekuivalen (TD_{EK}).

Untuk lebih jelasnya, hasil kalkulasi untuk memperoleh transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (U), absorpsi radiasi matahari permukaan dinding (α), dan nilai perbedaan temperatus ekuivalen (TD_{EQ}), dapat dilihat pada tabel-02 berikut ini.

Tabel-02: Nilai U, α , dan TD_{EK} Hasil Kalkulasi

--

Sumber: hasil analisis

Fenestration-Type

Type fenestrasi jendela/bukaan (kaca) dimaksudkan untuk mencari nilai SC_{EF}, hal ini terkait dengan sistem pembayangan dan tergantung pada sitem/model elemen pembayang atau gubahan masa bangunan (OPF dan SPF). Karena fenestrasi sistem pembayangan terkait dengan orientasi bangunan, maka tipe fenestrasi (F-type) ini ditentukan untuk setiap orientasi bangunan. Oleh karena itu hasil identifikasi tipe fenestrasi (F) ditentukan berdasarkan orientasi.

Adapun hasil perhitungan luas tipe fenestrasi ini seperti terlihat pada tabel-03 sebagai berikut:

Tabel-03: Luas Tipe Fenestrasi (Kaca) Tiap Orientasi

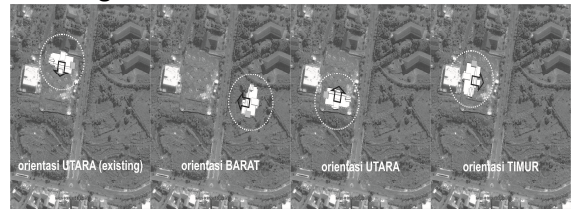
Luas F-Type	Tipe Fenestrasi (F-Type)													
	Orientasi	F1 (m ²)	F2 (m ²)	F3 (m ²)	F4 (m ²)	F5 (m ²)	F6 (m ²)	F7 (m ²)	F8 (m ²)	F9 (m ²)	F10 (m ²)	F11 (m ²)	F12 (m ²)	F13 (m ²)
Tampak-Depan (Selatan)	33,84	23,49	57,20	24,90	19,88	50,69	16,20	19,44	7,78	67,68	2,81	11,23	1,00	
Tampak-Kiri (Barat)	45,44	57,20	12,10	10,83	56,40	12,05								
Tampak-Belakang (Utara)	74,11	59,13	18,22	34,22	0,63	21,60	6,52	1,00	17,19					
Tampak-Kanan (Timur)	20,70	4,60	61,42	10,83	23,36	7,88								

Sumber: hasil perhitungan luasan kaca jendela Tabel-tabel tersebut diatas merupakan tabulasi kompilasi data untuk kebutuhan analisis simulasi kalkulasi OTTV untuk arah orientasi hadap bangunan yang berbeda, yaitu kalkulasi OTTV untuk:

- a. Menghadap Selatan (eksisting)
- b. Menghadap Barat
- c. Menghadap Utara, dan
- d. Menghadap Timur.

Setiap orientasi ini kemudian dihitung OTTV-nya, dengan variabel yang terkait dengan beda orientasi dalam kalkulasi worksheet OTTV SNI adalah Solar Faktor (SF) dan Shading Coefficient Effective (SC_{EF}).

Simulasi orientasi yang dimaksud lebih jelasnya seperti yang terlihat dalam gambar-09 sebagai berikut:




Gambar-06: Simulasi Orientasi Hadap Bangunan untuk Simulaso OTTV

Sumber: data hasil analisis

Kalkulasi OTTV dalam penelitian ini juga dilakukan dengan simulasi menggunakan worksheet SNI-03-6389-2000 yang dilakukan pada beberapa orientasi, maka dalam tabulasi penentuan nilai SC_{EF} sudah harus termasuk pada nilai SC_{EF} alternatif sesuai kebutuhan simulasi untuk kalkulasi OTTV. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel-04 sampai tabel-07 berikut ini:

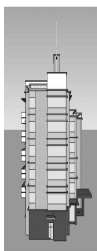
Tabel-04: Simulasi Nilai SCEF Berbagai Arah Untuk Tampak Depan



TAMPAK DEPAN	SELATAN			BARAT			UTARA			TIMUR		
	Solar Faktor (SF) SELATAN=	97		Solar Faktor (SF) BARAT =	243		Solar Faktor (SF) UTARA =	130		Solar Faktor (SF) TIMUR =	112	
TYPE KACA	SC _{g-1} (OPF)	SC _{g-2} (SPF)	SC _g	SC _{g-1} (OPF)	SC _{g-2} (SPF)	SC _g	SC _{g-1} (OPF)	SC _{g-2} (SPF)	SC _g	SC _{g-1} (OPF)	SC _{g-2} (SPF)	SC _g
F1	0,65	0,66	0,65	0,65	0,66	0,65	0,65	0,62	0,65	0,59	0,62	0,55
F2	0,71	0,62	0,71	0,71	0,66	0,71	0,71	0,62	0,71	0,68	0,62	0,68
F3	0,77	0,62	0,77	0,79	0,66	0,79	0,77	0,62	0,77	0,77	0,67	0,77
F4	0,77	-	0,77	0,79	-	0,79	0,77	-	0,77	0,77	-	0,77
F5	0,71	-	0,71	0,71	-	0,71	0,71	-	0,71	0,68	-	0,68
F6	0,77	-	0,77	0,79	-	0,79	0,77	-	0,77	0,77	-	0,77
F7	0,77	0,62	0,77	0,79	0,66	0,79	0,77	0,62	0,77	0,77	0,67	0,77
F8	0,77	0,62	0,77	0,79	0,66	0,79	0,77	0,62	0,77	0,77	0,67	0,77
F9	0,77	-	0,77	0,79	-	0,79	0,77	-	0,77	0,77	-	0,77
F10	0,71	-	0,71	0,71	-	0,71	0,71	-	0,71	0,68	-	0,68
F11	0,77	-	0,77	0,79	-	0,79	0,77	-	0,77	0,77	-	0,77
F12	0,71	0,73	0,71	0,71	0,77	0,71	0,71	0,73	0,71	0,68	0,78	0,68
F13	0,77	0,7	0,7	0,79	0,74	0,79	0,77	0,7	0,7	0,77	0,75	0,75

sumber: hasil analisis

Tabel-05: Simulasi Nilai SCEF Berbagai Arah Untuk Tampak Kiri



TAMPAK KIRI	BARAT			UTARA			TIMUR			SELATAN		
	Solar Faktor (SF) BARAT =	243		Solar Faktor (SF) UTARA =	130		Solar Faktor (SF) TIMUR =	112		Solar Faktor (SF) SELATAN =	97	
TYPE KACA	SC _{g-1} (OPF)	SC _{g-2} (SPF)	SC _g	SC _{g-1} (OPF)	SC _{g-2} (SPF)	SC _g	SC _{g-1} (OPF)	SC _{g-2} (SPF)	SC _g	SC _{g-1} (OPF)	SC _{g-2} (SPF)	SC _g
F1	0,79	0,66	0,79	0,77	0,62	0,77	0,77	0,67	0,77	0,77	0,62	0,77
F2	0,79	0,66	0,79	0,77	0,62	0,77	0,77	0,67	0,77	0,77	0,62	0,77
F3	0,71	-	0,71	0,71	-	0,71	0,68	-	0,68	0,71	-	0,71
F4	0,71	-	0,71	0,71	-	0,71	0,68	-	0,68	0,71	-	0,71
F5	0,79	0,66	0,79	0,77	0,62	0,77	0,77	0,67	0,77	0,77	0,62	0,77
F6	0,79	0,66	0,79	0,77	0,62	0,77	0,77	0,67	0,77	0,77	0,62	0,77

sumber: hasil analisis

Tabel-06: Simulasi Nilai SCEF Berbagai Arah Untuk Tampak Belakang

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

sumber: hasil analisis

Tabel-07: Simulasi Nilai SCEF Berbagai Arah Untuk Tampak Kanan

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

sumber: hasil analisis

OTTV Setiap Fasade Bangunan

Kalkulasi OTTV dilakukan dengan 4 (empat) alternatif, yaitu:

- a. Alternatif 1 (satu), Bangunan menghadap ke Selatan (existing), kalkulasi OTTV (lampiran-1) menghasilkan variasi seperti terlihat pada tabel-08 berikut:

Tabel-08: Hasil Kalkulasi OTTV untuk Bangunan Menghadap Selatan

OTTV Dinding Depan (SELATAN) =	26,52 W/M2
OTTV Dinding Kiri (BARAT) =	48,06 W/M2
OTTV Dinding Belakang (UTARA) =	30,42 W/M2
OTTV Dinding Kanan (TIMUR) =	23,54 W/M2
OTTV Total Dinding Bangunan Menghadap SELATAN =	31,50 W/M2

Sumber: hasil analisis

- b. Alternatif 2 (dua), Bangunan menghadap ke Barat, kalkulasi OTTV (lampiran-2) menghasilkan variasi seperti terlihat pada tabel-09 berikut:

Tabel-09: Hasil Kalkulasi OTTV untuk Bangunan Menghadap Barat

OTTV Dinding Depan (BARAT) =	47,32 W/M2
OTTV Dinding Kiri (UTARA) =	31,70 W/M2
OTTV Dinding Belakang (TIMUR) =	28,25 W/M2
OTTV Dinding Kanan (SELATAN) =	21,93 W/M2
OTTV Total Dinding Bangunan Menghadap BARAT =	34,03 W/M2

Sumber: hasil analisis

- c. Alternatif 3 (tiga), Bangunan menghadap ke Utara, kalkulasi OTTV (lampiran-3) menghasilkan variasi seperti terlihat pada tabel-10 berikut:

Tabel-10: Hasil Kalkulasi OTTV untuk Bangunan Menghadap Utaran

OTTV Dinding Depan (UTARA) =	31,15 W/M2
OTTV Dinding Kiri (TIMUR) =	29,15 W/M2
OTTV Dinding Belakang (SELATAN) =	27,11 W/M2
OTTV Dinding Kanan (BARAT) =	38,37 W/M2
OTTV Total Dinding Bangunan Menghadap UTARA =	30,64 W/M2

Sumber: hasil analisis

- d. Alternatif 4 (empat), Bangunan menghadap ke Timur, kalkulasi OTTV (lampiran-4) menghasilkan variasi seperti terlihat pada tabel-11 berikut:

Tabel-11: Hasil Kalkulasi OTTV untuk Bangunan Menghadap Timur

OTTV Dinding Depan (TIMUR) =	28,18 W/M2
OTTV Dinding Kiri (SELATAN) =	27,16 W/M2
OTTV Dinding Belakang (BARAT) =	41,67 W/M2
OTTV Dinding Kanan (UTARA) =	25,47 W/M2
OTTV Total Dinding Bangunan Menghadap TIMUR =	31,86 W/M2

Sumber: hasil analisis

Dari tabel hasil simulasi kalkulasi OTTV untuk masing masing fasade bangunan menunjukkan bahwa:

- Untuk Fasade Depan, OTTV terendah adalah ketika orientasi fasade depan bangunan menghadap ke Selatan, yaitu sebesar 26,52 Watt/m², dan OTTV tertinggi ketika orientasi fasade depan bangunan menghadap ke Barat yaitu sebesar 47,32 Watt/m².
- Untuk Fasade Kiri, OTTV terendah adalah ketika orientasi fasade kiri bangunan menghadap ke Selatan, yaitu sebesar 27,16 Watt/m², dan OTTV tertinggi ketika orientasi fasade kiri bangunan menghadap ke Barat yaitu sebesar 48,06 Watt/m².
- Untuk Fasade Belakang, OTTV terendah adalah ketika orientasi fasade belakang bangunan menghadap ke Selatan, yaitu sebesar 27,11 Watt/m², dan OTTV tertinggi ketika orientasi fasade belakang bangunan menghadap ke Barat yaitu sebesar 41,67 Watt/m².
- Untuk Fasade Kanan, OTTV terendah adalah ketika orientasi fasade kanan bangunan menghadap ke Selatan, yaitu sebesar 21,93 Watt/m², dan OTTV tertinggi ketika orientasi fasade kanan bangunan menghadap ke Barat yaitu sebesar 38,37 Watt/m².
- Orientasi ke arah Selatan merupakan orientasi yang bagus untuk bangunan karena fasade bangunan manapun yang menghadap ke Selatan OTTV-nya paling rendah yaitu bisa dilihat bahwa, ketika orientasi fasade dinding depan menghadap ke Selatan, OTTV=26,52 Watt/m²; ketika orientasi fasade dinding kirin menghadap ke Selatan, OTTV=27,16 Watt/m²; ketika orientasi fasade dinding belakang menghadap ke Selatan, OTTV=27,11 Watt/m²; dan ketika orientasi fasade dinding kanan menghadap ke Selatan, OTTV=21,93 Watt/m²;
- Orientasi ke arah Barat merupakan orientasi yang tidak bagus untuk bangunan karena fasade bangunan manapun yang menghadap ke Barat OTTV-nya paling tingi, hal ini dapat dilihat ketika fasade dinding depan menghadap ke Barat, OTTV=47,32; ketika fasade dinding kiri menghadap ke Barat, OTTV=48,06 Watt/m²; ketika fasade dinding belakang menghadap ke Barat, OTTV=41,46 Watt/m²; dan ketika fasade dinding kanan menghadap ke Barat, OTTV=38,37 Watt/m²;

OTTV Selubung Bangunan Setiap Orientasi

Kalkulasi OTTV selubung bangunan dilakukan untuk empat (4) alternatif orientasi (dinding depan bangunan), yaitu: a) menghadap ke Utara (eksisting); b) menghadap ke Barat; c) menghadap Ke Utara; dan menghadap ke Timur. Hasil kalkulasi OTTV selubung bangunan ke-empat alternatif tersebut dapat dilihat pada tabel-12, berikut ini:

Tabel-12: Hasil Simulasi Kalkulasi OTTV Selubung Bangunan

Alternatif-01: Orientasi Bangunan Menghadap SELATAN ; OTTV =	31,50	W/M2
Alternatif-01: Orientasi Bangunan Menghadap BARAT ; OTTV =	34,03	W/M2
Alternatif-01: Orientasi Bangunan Menghadap UTARA ; OTTV =	30,64	W/M2
Alternatif-01: Orientasi Bangunan Menghadap TIMUR ; OTTV =	31,86	W/M2

Sumber: hasil analisis

Dari hasil kalkulasi OTTV selubung bangunan tersebut menunjukkan bahwa, bangunan ICT Undip bila disimulasikan orientasi fasade depan bangunan ke arah manapun ternyata telah memenuhi standar SNI-03-6389-2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung yaitu harga OTTV \leq 45 watt/m².

Hal tersebut bisa terjadi karena *Window-to-wall ratio* (WWR) atau perbandingan antara luas jendela dan luas seluruh permukaan dinding luar pada orientasi yang sama mempunyai nilai yang sangat kecil yaitu 0,24 atau luas bukaan/kaca hanya 24% dari luas total selubung bangunan. Memang secara sekilas, bangunan ICT Undip terlihat sebagai bangunan kaca, akan tetapi jika dilihat pada tipe dindingnya (Waal-Type) ternyata bukaan/jendela/lubang cahayanya relatif kecil, karena sebagian besar fasade kaca merupakan pelapis dinding luar, hal ini mungkin dimaksudkan agar pemeliharaannya mudah selain tentunya dari pertimbangan estetika. Dengan demikian intensitas radiasi panas matahari yang masuk ke dalam bangunan (paling besar pengaruhnya terhadap perpindahan panas ke dalam bangunan) relatif kecil.

Dari hasil kalkulasi OTTV selubung bangunan tersebut diatas juga menunjukkan bahwa, harga OTTV yang paling rendah, atau orientasi fasade muka bangunan yang paling baik sebenarnya adalah ke arah Utara dengan

OTTV=30,64 watt/m². Akan tetapi berdasarkan pertimbangan estetika bahwa bangunan gedung ICT Undip tersebut merupakan simbol pintu gerbang masuk kampus Universitas Diponegoro, mengharuskan orientasi fasade depan bangunan menghadap ke Selatan. Walaupun demikian tidak menjadi masalah karena OTTV fasad depan bangunan yang menghadap Selatan merupakan terendah kedua yaitu 31,50 watt/m², tidak besar selisihnya dengan orientasi ke Utara.

Dari kedua pertimbangan tersebut, yaitu pertimbangan Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung ICT Undip (SNI-03-6389-2000) dan pertimbangan estetika arsitektur bahwa gedung ICT Undip sebagai pintu gerbang masuk kawasan Undip, maka orientasi bangunan sudah tepat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah diungkapkan diatas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan pertimbangan Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung ICT Undip dan pertimbangan estetika arsitektur bahwa gedung ICT Undip sebagai pintu gerbang masuk kawasan Undip, maka orientasi bangunan ICT Undip sudah tepat.
- b. Bahwa Gedung ICT Undip sudah memenuhi standar SNI-03-6389-2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung
- c. Walaupun tampilan fasade bangunan merupakan bangunan kaca tetapi sebenarnya sebagian besar kaca tersebut merupakan lapisan luar dinding, hal ini karena WWR gedung ICT undip hanya 0,24.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas tersusunnya tulisan ini saya mengucapkan terima kasih, kepada Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Undip, Kepada PT.Pola Dwipa selaku konsultan perencana bangunan gedung ICT Undip

DAFTAR PUSTAKA

- Altore, Ramiro, 2002, *Tropical Design*, Riviera Maya, Mexico.
- Boon-Lay Ong and Chi-Nguyen Cam (2006), *Beams and Architectural Design In Singapore Public Housing*, Architectural Press Published by Elsevier Ltd, Linacre House, Jordan Hill, Oxford
- Groat, Linda & Wang, David, 2002, *Architectural Research Methods*, John Wiley & Sons, Canada.
- Ken Yeang (2006), *Green Design In The Humid Tropical*, Architectural Press Published by Elsevier Ltd, Linacre House, Jordan Hill, Oxford.
- Liebard, Alain & Andre de Herde, 2004, *Bioclimatic Facades*, Somfy SAS.
- Satwiko, Prasasto, 2009, *Fisika Bangunan*, Penerbit ANDY Yogyakarta.
- Smith, Peter F, 2005, *Architecture in a Climate of Change, A guide to sustainable design*, Architectural Press, An imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford.
- Szokolay, Steven V, 2008, *Introduction to Architectural Science - The Basis of Sustainable Design*, Architectural Press is an imprint of Elsevier Linacre House, Jordan, Oxford.

SUMBER LAIN

- Indarto, Eddy, dkk, 2011, *Group-3, Batch-5*, dalam *Project-Group GreenShip Professional Training*, GBCI, Jakarta
- No Name, *Overall Thermal Transver Value in Building*, Building Authority Hong Kong, 1995.
- No Name, SNI 03-6389-2000, *Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung*