

Kinerja Termal Selubung Bangunan pada Gedung Kuliah Universitas Multimedia Nusantara Serpong

Muhammad Syamsul Bahri¹ dan Agung Murti Nugroho²

¹ Mahasiswa Program Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: bahhhhr@gmail.com; sasimurti@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemanasan global berdampak pada peningkatan penggunaan energi bangunan yang didominasi oleh penghawaan buatan. Salah satu bangunan di Indonesia yang menanggapi permasalahan tersebut yakni UMN. UMN menggunakan *double skin facade* dan *breathing wall* pada selubung bangunan sebagai pemaksimalan penghawaan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja termal yang dibentuk oleh selubung bangunan UMN dan rekomendasi desain yang tepat. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif (analisis visual) dan kuantitatif (pengukuran data termal). Hasil penelitian ini diolah dengan metode eksperimental menggunakan *Software Ecotect 2011*. Pengukuran data dilakukan pada bulan Februari 2018. Hasil pengukuran lapangan pada penelitian ini menunjukkan bahwa gedung kuliah C-UMN masih diatas suhu nyaman menurut SNI-03-6572-2001 dan suhu nyaman Kota Tangerang. Sehingga perlu diketahui rekomendasi desain yang tepat dengan menggunakan software Ecotect. Hasil rekomendasi desain ini menunjukkan bahwa suhu pada rekomendasi desain dapat turun ke dalam suhu nyaman optimal (22.8°C – 25.8°C) dan suhu hangat nyaman (25.8°C – 27.1°C). Hasil rekomendasi desain ini juga menunjukkan terdapat pengurangan rata-rata radiasi matahari sebesar 146,25 Wh/m², peningkatan dan penurunan kecepatan angin sebesar 0,03–1,91 m/s berdasarkan kelembaban eksisting.

Kata kunci: kinerja termal, penghawaan alami, UMN, *breathing wall*, *double skin facade*.

ABSTRACT

The current global warming has resulted in increased energy use of the building which dominated for active cooling. One of the buildings in Indonesia that responds to these problems is UMN. UMN using double skin facade and breathing wall on the building surface for maximizing the passive cooling. This study aims to determine the thermal performance and determine suitable recommendations for optimizing the design of the building surface. This study used qualitative research method and quantitative method. The results research was processed with experimental method on Ecotect Software 2011. Data collection was conducted in February 2018. The results of field measurements in this study showed that the UMN's building still above the comfortable temperature according to the SNI-03-6572-2001. So, the building needs to be identified the suitable design using simulation. The temperature of design's recommendations showed it can be dropped into a comfortable temperature optimum (22.8°C – 25.8°C) and comfortable warm temperatures (25.8°C – 27.1°C) by SNI-03-6572-2001. The recommendations of this design also showed that there was an average reduction of solar radiation (decreased 146,25 Wh/m²), increases of wind speed (around 0,03–1,91 m/s) based on the existing humidity.

Keywords: thermal performance, passive cooling, UMN, breathing wall, double skin facade.

1. Pendahuluan

Pemanasan global yang terjadi saat ini berdampak pada peningkatan penggunaan energi bangunan. Menurut Program Lingkungan PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa) pada tahun 2015, bangunan mengonsumsi 40% energi, 25% air dan 40% sumber daya di dunia. Hal ini membuat bangunan dinilai sebagai pemakan energi terbesar di dunia tak terkecuali di Indonesia. Untuk mengurangi konsumsi energi berlebih tersebut, pemerintah Indonesia melakukan beberapa tindakan. Salah satu tindakan yang diambil pemerintah terkait dengan konsumsi energi bangunan tersebut yakni dengan mengeluarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau. Penggunaan energi pada bangunan umumnya digunakan pada aspek penghawaan, pencahayaan dan alat elektronik lain. Vidiyanti (2015) menyatakan bahwa konsumsi energi operasional terbesar di bangunan pada umumnya adalah sekitar 35% pemakaian sistem penghawaan buatan dan 20% pencahayaan buatan. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian sistem penghawaan buatan merupakan salah satu konsumsi energi terbesar pada bangunan. Namun pada hakikatnya penggunaan penghawaan buatan ini dapat diminimalisir dengan memaksimalkan penghawaan alami.

Salah satu bangunan di Indonesia yang menanggapi permasalahan penggunaan penghawaan buatan dalam kaitannya dengan pengurangan konsumsi energi tersebut yakni Universitas Multimedia Nusantara (UMN). UMN memaksimalkan penggunaan penghawaan alami sebagai pengurangan penghawaan buatan dengan menggunakan *double skin facade* dan *breathing wall* sebagai selubung bangunannya. Namun pada pelaksanaannya terdapat permasalahan yakni seluruh ruang dalam masih menggunakan AC, hal ini berpengaruh terhadap penggunaan energi dan kurang maksimalnya penggunaan selubung bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja termal yang dibentuk oleh selubung bangunan UMN dan mengetahui rekomendasi desain yang tepat untuk mengoptimalkan kinerja termal selubung bangunan UMN.

1.1 Kinerja Termal

Kinerja termal pada bangunan dapat diketahui dengan beberapa faktor sebagai tolak ukur pengukuran salah satunya yakni faktor lingkungan/eksternal. Faktor lingkungan / eksternal tersebut meliputi: temperatur udara (*air temperature*), kelembaban udara (*air humidity*), kecepatan udara/angin (*air speed*) dan radiasi termal (Nur Laela, 2015).

Tabel 1. Standar Temperatur Udara

Standar	Temperatur udara	Keterangan
SNI-03-6572-2001	20.5°C - 22.8°C	Sejuk nyaman
	22.8°C - 25.8°C	Nyaman optimal
	25.8°C - 27.1°C	Hangat nyaman:

(Sumber: SNI-03-6572-2001)

Temperatur udara adalah keadaan dingin atau panasnya suatu daerah pada waktu tertentu. Perbedaan sudut datangnya matahari, posisi tinggi rendahnya daerah tersebut, arah angin dan arus laut, awan, serta lamanya intensitas penyinaran matahari merupakan faktor yang mempengaruhi adanya perbedaan temperatur udara antara daerah satu dengan

daerah lainnya. Selain itu, temperatur udara memiliki standar nyaman yang sudah ditetapkan yakni pada Tabel 1.

Kelembaban udara merupakan jumlah kandungan uap air di atmosfer. Sedangkan kelembaban relatif (relative humidity) merupakan perbandingan antara jumlah uap air di udara dengan jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung dalam suatu ruangan dengan suhu tertentu. Kelembaban relatif dapat dihitung dengan membandingkan rasio antara jumlah air yang sebenarnya dari uap air di udara dengan jumlah maksimum uap air yang dapat ditahan oleh udara pada suhu tertentu. Kelembaban udara memiliki standar nyaman yang ditetapkan oleh SNI-03-6572-2001 yaitu 40% ~ 50% untuk kelembaban nyaman pada daerah tropis.

Kemudian, angin adalah massa udara yang bergerak. Angin dapat bergerak secara horizontal maupun secara vertikal dengan kecepatan bervariasi dan berfluktuasi secara dinamis. Perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat yang lain merupakan faktor pendorong bergeraknya massa udara atau kecepatan angin. Kecepatan angin memiliki standar nyaman yang ditetapkan oleh SNI-03-6572-2001 yaitu 0, 15 – 0, 25 m/s untuk kecepatan angin dalam ruang daerah tropis.

Selain itu, radiasi sinar matahari merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada kehidupan manusia. Radiasi matahari merupakan acuan dasar penentuan semua ciri umum iklim di dunia. Pemantulan pada permukaan bumi, berkurangnya radiasi matahari oleh penguapan, dan arus radiasi di atmosfer merupakan faktor yang dapat membentuk keseimbangan termal pada bumi. Radiasi termal adalah panas yang terpancar dari sebuah benda. Radiasi termal mempengaruhi suhu ruang dari berbagai sumber panas dalam satu lingkungan.

1.2 Kinerja Termal berdasarkan Desain Selubung Bangunan

Selubung bangunan berdasarkan Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1 merupakan salah satu elemen pembentuk bangunan yang terdiri dari komponen tak tembus cahaya (contoh: dinding) dan sistem fenestrasi atau komponen tembus cahaya (contoh: jendela) yang memisahkan interior bangunan dari lingkungan luar. Desain selubung bangunan juga mempengaruhi termal pada bangunan. Elemen selubung bangunan yang mempengaruhi termal bangunan menurut Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1 yakni: bentuk dan orientasi bangunan, luas jendela, material kaca, peneduh eksternal, reflektor cahaya (*lightself*), peneduh internal, dinding dan atap.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif (analisis visual) dan kuantitatif (pengukuran data termal). Pengolahan hasil penelitian menggunakan metode eksperimental dengan analisis simulasi pada *Software Ecotect 2011*. Variabel pada penelitian ini dibagi menjadi variabel bebas (selubung bangunan) dan variabel terikat (temperatur udara).

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan 2 data yakni data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan observasi lapangan tanggal 7-9 Februari 2018 pada jam

operasional yakni 07.00 – 17.00 WIB. Observasi lapangan dilakukan untuk mendapat data pengukuran suhu, kelembaban, kecepatan angin baik dalam maupun luar bangunan, data mengenai selubung bangunan yang digunakan meliputi jenis, dimensi dan material, serta dokumentasi bangunan yang dibutuhkan untuk penelitian. Sampel yang digunakan pada penelitian ini yakni pada lantai dengan denah *typical* (lantai 2, lantai 6, lantai 11) dan ruang luar. Sedangkan, data sekunder didapatkan dengan studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data mengenai gambar kerja Gedung Kuliah C UMN, data geografis dan iklim lingkungan (BMKG), standar termal bangunan (SNI) serta studi literatur lain.

2.2 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan 2 tahap yakni analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan analisa visual pada fisik bangunan untuk mengetahui bentuk, orientasi, pembayangan dan selubung bangunan yang digunakan pada UMN. Sedangkan, analisis kuantitatif dilakukan dengan menganalisa kesesuaian suhu, kelembaban dan kecepatan angin eksisting terhadap standar yang digunakan. Kemudian, metode simulasi juga diterapkan pada analisis ini untuk mendapatkan permodelan yang sesuai sebagai bahan sintesis berdasarkan pengukuran lapangan. Metode simulasi yang digunakan yakni menggunakan *Software Ecotect 2011*. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui rekomendasi desain yang tepat sesuai dengan variabel penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Universitas Multimedia Nusantara memiliki luas lahan sebesar 80.000 m² dengan *masterplan* yang masih dalam tahap pembangunan. Salah satu bangunan yang sudah difungsikan yakni Gedung Kuliah C atau lebih dikenal dengan New Media Tower (NMT). Gedung Kuliah ini memiliki ketinggian 12 lantai dengan *basement* seluas 4.000 m². Fasilitas pada gedung kuliah ini memiliki 100 ruang yang digunakan sebagai ruang kelas, laboratorium, kantor, aula dan pusat aktivitas.



Gambar 1. Gedung Kuliah C UMN
(Sumber: google.com, 2018)

3.1 Analisis Visual

Gedung C Universitas Multimedia Nusantara ini menerapkan konsep green building dengan pendekatan hemat energi. Salah satu cara yang dilakukan oleh Gedung C ini yakni menggunakan *breathing wall* sebagai selubung bangunannya. *Breathing wall* ini menggunakan material *aluminium perforated* dengan ketebalan 0,7 mm dengan dimensi 100 x 40 cm. Analisis yang pertama dilakukan yakni analisis visual. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa bentuk dan orientasi pada bangunan ini sudah tepat dengan indikator yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Visual

Standar Acuan	Indikator	Analisis	
Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1 Selubung Bangunan	Bentuk bangunan memanjang barat ke timur	Bangunan ini sudah tepat karena memanjang barat ke timur	Sesuai
Fisika Bangunan 1	Bentuk bangunan tidak memiliki sudut	Bangunan ini berbentuk oval (tanpa sudut)	Sesuai
Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1 Selubung Bangunan	Luas dinding TB < dinding US	Dinding TB; 16.982,5 m ² Dinding US; 35.156,64 m ²	Sesuai
	Perbandingan Luas dinding 1:1, 1:2, 1:3	Perbandingan luas dinding 1:2	Sesuai
	Orientasi jendela utara dan selatan	Selubung bangunan yang memiliki jendela, berorientasi utara dan selatan	Sesuai
	Ruang servis dan dinding masif diletakkan pada sisi barat dan timur	Sisi barat dan timur dijadikan ruang utilitas, tangga darurat dan toilet.	Sesuai

(Sumber: Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1 Selubung Bangunan, 2012)

Analisis visual yang dilakukan selanjutnya yakni analisis pembayangan. Analisis pembayangan dilakukan dengan 2 tahap yakni analisis pembayangan lingkungan dan analisis pembayangan bangunan. Analisis ini dilakukan pada 4 waktu yakni 21 Maret (titik *equinox*), 22 Juni (titik balik matahari), 22 Desember (titik balik matahari) dan 9 Februari (waktu pengukuran) pada jam 8.00, 12.00 dan 16.00 WIB. Analisis pembayangan lingkungan menunjukkan tidak adanya pengaruh pembayangan bangunan sekitar terhadap gedung kuliah C UMN pada seluruh waktu yang telah ditentukan. Kemudian analisis pembayangan pada bangunan menunjukkan bahwa sisi dengan paparan sinar matahari terbanyak yakni sisi utara disusul dengan selatan, timur dan barat.

3.2 Pengukuran Lapangan

Pengukuran pada penelitian ini dilakukan selama 3 hari yakni 7 – 9 Februari 2018 dan dilakukan setiap jamnya pada jam operasional UMN yakni pukul 07.00 – 17.00 WIB. Pengukuran ini dilakukan menggunakan alat *thermo-hygrometer* sebagai alat pengukur suhu dan kelembaban serta *anemometer* sebagai alat pengukur kecepatan angin. Sampel pada pengukuran ini dilakukan pada lingkungan, lantai 2, lantai 6 dan lantai 11 Gedung C UMN. Dari hasil pengukuran suhu dapat dilihat bahwa rata-rata temperatur udara pada bangunan ini masih di atas suhu nyaman (diatas >27,1 °C) menurut SNI-03-6572-2001. Dari ketiga sampel ditemukan bahwa lantai 11 merupakan lantai terpanas dari keseluruhan sampel. Hasil pengukuran lapangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Temperatur Udara

Jenis Pengukuran	Sampel	Ruang	7 Februari 2018	8 Februari 2018	9 Februari 2018	Suhu Rata-rata
Temperatur Udara (°C)	Lantai 2	Koridor	29,65	29,62	27,34	28,87
		<i>Double facade</i>	29,75	29,82	27,72	29,10
	Lantai 6	Koridor	29,57	29,34	27,95	28,95
		<i>Double facade</i>	26,69	28,41	27,81	27,64
	Lantai 11	Koridor	29,22	30,91	28,43	29,52
		<i>Double facade</i>	27,78	29,83	29,78	29,13

Pengukuran lapangan selanjutnya dilakukan untuk melihat kelembaban udara dan kecepatan angin. Hasil dari pengukuran ini menunjukkan bahwa bangunan ini masih di atas standar kenyamanan (diatas 40% ~ 50%) menurut SNI-03-6572-2001. Sedangkan untuk kecepatan angin juga masih di atas batas standar (diatas 0, 15 – 0, 25 m/s) menurut SNI-03-6572-2001. Hasil rata-rata pengukuran kelembaban udara dan kecepatan angin dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin

Sampel	Ruang	Kelembaban Udara (%)				Kecepatan Angin (m/s)			
		7 Februari 2018	8 Februari 2018	9 Februari 2018	Rata-rata	7 Februari 2018	8 Februari 2018	9 Februari 2018	Rata-rata
Lantai 2	Koridor	77,27	80,18	78,82	78,76	0,39	0,85	0,92	0,72
	<i>Double facade</i>	76,18	75,64	72,55	74,79	0,52	0,76	0,60	0,63
Lantai 6	Koridor	82,64	81,18	74,82	79,55	1,22	1,02	1,81	1,35
	<i>Double facade</i>	77,82	78,45	76,82	77,70	1,02	1,20	2,80	1,67
Lantai 11	Koridor	72,45	78,73	78,09	76,42	2,15	1,26	1,91	1,77
	<i>Double facade</i>	72,85	79,36	76,00	76,06	3,16	1,95	1,78	2,30

3.3 Modifikasi Selubung Bangunan

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan tersebut dilakukan modifikasi selubung bangunan untuk mengetahui desain selubung bangunan yang optimal untuk penelitian ini. Modifikasi yang dilakukan menggunakan *Software Ecotect 2011* dengan membuat model bangunan terlebih dahulu. Model bangunan yang digunakan sudah melalui tahap validasi dengan prosentasi selisih suhu eksisting dan suhu simulasi $\leq 10\%$. Penurunan suhu pada modifikasi menggunakan suhu hasil simulasi. Sampel yang digunakan sebagai bahan modifikasi yakni Lantai 11 pada *double skin facade*, koridor bangunan dan ruang kelas yang dapat digunakan karena sudah dinyatakan valid.

Modifikasi yang dilakukan berdasarkan studi terdahulu dan standar Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1. Menurut Dewi (Dewi, Huang, & Nugroho, 2013), komponen utama *double skin facade* yakni dinding terluar (*outer skin*), jarak (*cavity/air gap*) dan dinding bagian dalam (*inner skin*). Menurut Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1 prinsip-prinsip desain yang mempengaruhi panas bangunan yakni terdapat beberapa aspek yaitu bentuk dan orientasi bangunan, luas jendela, ventilasi,

material kaca, peneduh eksternal, reflektor cahaya, peneduh internal, material dinding dan atap. Sehingga untuk menurunkan suhu eksisting, modifikasi yang dilakukan yakni dengan merubah komponen jarak *double facade*, material dinding luar dan material dinding dalam serta memodifikasi selubung bangunan menurut Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1.

3.3.1 Modifikasi Jarak Double Skin Facade

Modifikasi pada jarak *double skin facade* ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *air gap* terhadap suhu ruang. Pada eksisting lantai 11 jarak *double facade* ini yakni 1,22 m. Seluruh lantai pada gedung UMN ini memiliki jarak *double facade* yang berbeda-beda dikarenakan bentuknya yang oval. Modifikasi yang dilakukan yakni dengan menggunakan jarak 0,2 meter, 0,5 meter, 1 meter, 1,5 meter dan 2 meter pada *double facade*. Hasil modifikasi ini menunjukkan bahwa penurunan suhu tertinggi ditemukan pada jarak 0,5 m. Sehingga jarak ini dinyatakan jarak paling optimum. Hasil modifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Suhu Hasil Modifikasi Jarak Double Facade

Jenis	Jarak Double Facade	Ruang	Suhu (°C)	Penurunan Suhu (°C)
Simulasi	Eksisting	Koridor	31,51	-
		Ruang Kelas	31,45	-
		Double Facade	30,07	-
Modifikasi	0,2 m	Koridor	26,73	4,78
		Ruang Kelas	28,51	2,95
		Double Facade	27,52	2,55
	0,5 m	Koridor	26,70	4,81
		Ruang Kelas	28,29	3,16
		Double Facade	27,43	2,65
	1 m	Koridor	26,71	4,80
		Ruang Kelas	28,60	2,85
		Double Facade	27,48	2,59
	1,5 m	Koridor	26,73	4,78
		Ruang Kelas	28,48	2,97
		Double Facade	28,54	1,54
	2 m	Koridor	30,11	1,40
		Ruang Kelas	31,65	-0,19
		Double Facade	30,84	-0,76

3.3.2 Modifikasi Material Outer Double Facade

Salah satu hal yang mempengaruhi termal dalam material bangunan yakni Nilai K atau *U-Value* dalam material tersebut. *U-Value* atau jumlah aliran panas yang melewati material dalam satuan $W/m^2.K$. Semakin besar nilai *U-Value* maka perpindahan panas yang terjadi pada selubung bangunan akan semakin besar juga. Untuk melakukan modifikasi material ini dilakukan berdasarkan kesesuaian bahan dengan desain serta mengacu pada standar SNI 03-6389-200 Departemen Pekerjaan Umum tentang Nilai K Bahan Bangunan. Dari standar ini dipilihlah material yang dapat diaplikasikan tanpa merubah bentuk selubung bangunan yakni ACP, tembaga dan *stainless steel*. Dari hasil modifikasi ini

ditemukan bahwa suhu dengan penurunan terbanyak yakni ACP dengan modifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Suhu Hasil Modifikasi Material *Outer Double Facade*

Jenis	Material	<i>U-Value</i> (W/m ² .K)	Ruang	Suhu (°C)	Penurunan Suhu (°C)
Modifikasi 1	<i>Aluminium Perforated</i>	2,11	Koridor	26,70	-
			Ruang Kelas	28,29	-
			<i>Double Facade</i>	27,43	-
Modifikasi 2	ACP	0,43	Koridor	26,66	0,04
			Ruang Kelas	28,21	0,08
			<i>Double Facade</i>	27,43	0,00
	Tembaga	3,85	Koridor	26,85	-0,15
			Ruang Kelas	28,49	-0,20
			<i>Double Facade</i>	27,45	-0,02
	<i>Stainless Steel</i>	4,76	Koridor	26,88	-0,18
			Ruang Kelas	28,49	-0,20
			<i>Double Facade</i>	27,46	-0,04

3.3.3 Modifikasi Material *Inner Double Facade*

Modifikasi yang dilakukan pada material *inner* ini yakni merubah dinding bata plester menjadi dinding beton atau dinding bata ringan yang memiliki nilai perpindahan panas (*U-Value*) yang lebih rendah dibandingkan dengan dinding bata merah. Dari hasil modifikasi ini ditemukan bahwa suhu dengan penurunan terbanyak yakni dinding bata ringan dengan modifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Suhu Hasil Modifikasi Material *Inner Double Facade*

Jenis	Material	<i>U-Value</i> (W/m ² .K)	Ruang	Suhu (°C)	Penurunan Suhu (°C)
Modifikasi 2	Bata Merah Plester	2,62	Koridor	26,66	0,04
			Ruang Kelas	28,21	0,08
			<i>Double Facade</i>	27,43	0,00
Modifikasi 3	Dinding Beton	1,4	Koridor	26,65	0,02
			Ruang Kelas	28,05	0,15
			<i>Double Facade</i>	27,41	0,02
	Dinding Bata Ringan	0,3	Koridor	26,60	0,06
			Ruang Kelas	26,32	1,89
			<i>Double Facade</i>	27,40	0,03

3.3.4 Modifikasi Selubung Ruang Kelas

Modifikasi yang dilakukan pada selubung ruang kelas mengacu pada Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1. Menurut Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1 prinsip-prinsip desain yang mempengaruhi panas bangunan yakni terdapat beberapa aspek yaitu bentuk dan orientasi bangunan, luas jendela, material kaca, peneduh eksternal, reflektor cahaya, peneduh internal, material dinding dan atap. Prinsip-prinsip ini dijadikan sebagai variabel untuk modifikasi selubung bangunan pada ruang kelas.

A. Bentuk dan Orientasi

Bentuk dan orientasi bangunan dijelaskan pada analisis visual. Hasil dari analisis ini menunjukkan bahwa bentuk dan orientasi bangunan sudah sesuai. Bentuk massa bangunan yang tidak memiliki siku dapat memaksimalkan aliran udara bergerak serta orientasi yang memanjang ke arah timur dan barat mampu mereduksi radiasi matahari.

B. Luas Jendela/Bukaan

Perhitungan luas jendela/bukaan yang sesuai berdasarkan luas dinding ruang yakni 40% - 80% dari luas dinding dan berdasarkan luas ruang yakni 20% dari luas ruang. Luas bukaan pada sampel ruangan hanya 15,35 m² sehingga dinyatakan kurang jika dilihat dari luas bukaan berdasarkan luas ruangan. Kekurangan bukaan ini yakni 1,97 m². Kurangnya luas bukaan ini dimanfaatkan sebagai ventilasi dengan jenis *awning*.

C. Material Kaca

Material kaca yang digunakan pada eksisting bangunan yakni jenis *laminated glass* dengan rangka aluminium. Kaca jenis ini memiliki *U-Value* yang cukup tinggi yakni 3,161 W/m².K. Modifikasi material kaca yang diterapkan yakni mengganti dengan material yang lebih rendah berdasarkan *U-Value*. Material yang dipilih yakni *Double Glazed Low E* dengan *U-Value* sebesar 1,764.

D. Peneduh Eksternal, Reflektor Cahaya dan Peneduh Internal

Peneduh eksternal yang digunakan sebagai modifikasi yakni peneduh dengan jenis *overhang*. Peneduh ini dipilih karena menyesuaikan dengan fungsi dari jarak *double facade* yakni sebagai ruang *maintenance* selubung bangunan. Panjang *overhang* yang dipilih yakni 30cm karena paling besar menurunkan suhu pada variasi panjang terendah yakni 10cm hingga terpanjang 50cm berdasarkan simulasi *Software Ecotect 2011*. Selain itu, peneduh eksternal dengan jenis *overhang* dapat menjadi reflektor cahaya yang baik. Kemudian peneduh internal juga ditambahkan agar mereduksi sinar matahari yang berlebih dengan jenis *Gorden Horizontal*.

E. Hasil Modifikasi Selubung Ruang Kelas

Tabel 8. Suhu Hasil Modifikasi Selubung Ruang Kelas

Jenis	Material	<i>U-Value</i> (W/m ² .K)	Ruang	Suhu (°C)	Penurunan Suhu (°C)
Modifikasi 3	Dinding Bata Ringan	0,3	Koridor	26,60	0,06
			Ruang Kelas	26,32	1,89
			<i>Double Facade</i>	27,40	0,03
Modifikasi 4	Selubung Ruang Kelas	-	Koridor	26,51	0,09
			Ruang Kelas	25,77	0,55
			<i>Double Facade</i>	26,91	0,49

Hasil modifikasi pada selubung ruang kelas ini menunjukkan penurunan suhu dari modifikasi sebelumnya. Berdasarkan SNI 03-6572-2001, suhu koridor dan *double facade* termasuk ke dalam suhu hangat nyaman. Sedangkan ruang kelas masuk ke dalam suhu nyaman optimal. Sedangkan jika dilihat dari suhu nyaman Kota Tangerang ketiga ruangan ini sudah masuk ke dalam kategori nyaman. Ketiga suhu ruang tersebut dapat masuk ke

dalam kategori nyaman karena berada pada rentang nyaman Kota Tangerang yakni 23,73 °C – 28,73 °C.

3.4 Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin

Setelah mendapatkan suhu optimal dengan melakukan beberapa modifikasi. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah menyesuaikan antara kebutuhan kecepatan angin dari suhu optimal tersebut dengan kelembaban eksisting. Kebutuhan kelembaban dan kecepatan angin ini dapat dilihat melalui kenyamanan ventilasi yang dilakukan oleh penelitian Nugroho *et al.* (2007). Berikut merupakan kebutuhan angin optimum per-jamnya untuk mendapatkan kenyamanan ventilasi; 0,03–1,91 m/s

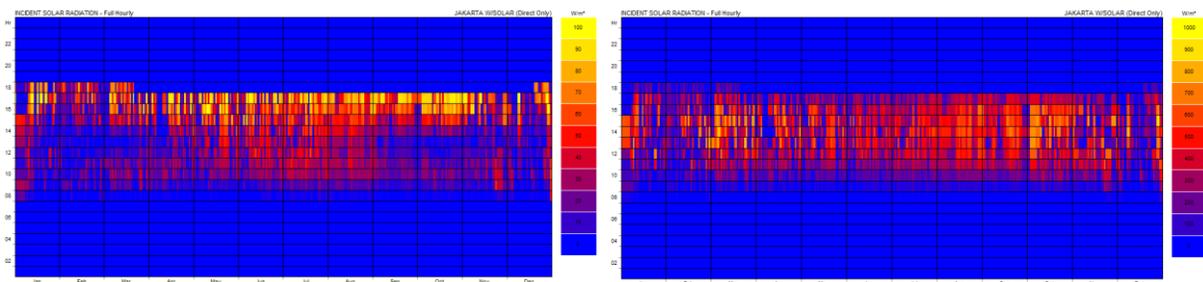
Tabel 9. Suhu Hasil Modifikasi Selubung Ruang Kelas

Ruang	Kelembaban Eksisting	Kecepatan Angin yang dibutuhkan
Koridor	78,09 %	1,91 m/s
Ruang Kelas	53,09 %	0,03 m/s
<i>Double Facade</i>	76,00 %	1,78 m/s

Untuk meningkatkan kecepatan angin ruang kelas dibuat *cross ventilation* yang dijelaskan pada modifikasi luas jendela/bukaan. *Cross ventilation* ini dibuat agar sirkulasi angin pada ruang kelas dapat mengalir. *Outlet* pada ventilasi ini mengarah ke koridor bangunan agar angin dalam koridor dapat mengeluarkan udara panas dari dalam ruangan. Sedangkan, untuk menurunkan kecepatan angin pada area *double skin facade* dilakukan modifikasi jarak material yang dijelaskan pada modifikasi 1. Jarak *double skin facade* yang dipersempit menjadi 0,5 m membuat *air gap* pada *double skin facade* ini lebih sedikit menangkap angin.

3.5 Radiasi Matahari pada Selubung Bangunan

Hasil akhir radiasi matahari ini dilihat dari seberapa besar selisih antara radiasi matahari pada selubung bangunan eksisting dan selubung bangunan hasil rekomendasi. Radiasi matahari ini diukur menggunakan analisis insulation dengan waktu yang sama dengan simulasi eksisting yakni 21 Maret (titik equinox). Berikut merupakan visualisasi serta grafik radiasi matahari pada selubung bangunan hasil rekomendasi:



Gambar 2. Perbandingan Solar Insulation Per-Jam Eksisting (kiri) dan Rekomendasi (kanan)

Dari hasil analisis insulation tersebut dapat dilihat rata-rata radiasi matahari pada bangunan. Rata-rata radiasi matahari dalam satu hari pada bangunan eksisting yakni

247,24 Wh/m². Sedangkan Rata-rata radiasi matahari dalam satu hari pada bangunan hasil rekomendasi ini yakni 100,99 Wh/m². Sehingga hasil akhir rata-rata radiasi matahari setiap jamnya turun sebanyak 146,25 Wh/m² dari bangunan eksisting.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada objek penelitian ini dapat diketahui bahwa Gedung Kuliah UMN masih berada di atas suhu nyaman. Sehingga perlu dilakukan modifikasi dengan lantai 11 dan sisi utara (sisi terpanas) menjadi bahan rekomendasi untuk mengoptimalkan suhu bangunan. Hasil yang ditemukan yakni koridor menggunakan *breathing wall* dengan suhu 26,51°C atau turun sebanyak 5,00 °C dari simulasi awal. Kemudian terdapat ruang kelas dengan suhu 25,77 °C atau turun sebanyak 5,68 °C dari hasil simulasi awal. Serta *double facade* dengan suhu 26,91 °C atau turun sebanyak 3,16 °C. Berdasarkan SNI 03-6572-2001, suhu koridor menggunakan *breathing wall* dan *double facade* termasuk ke dalam suhu hangat nyaman. Sedangkan ruang kelas masuk ke dalam suhu nyaman optimal. Berdasarkan suhu nyaman Kota Tangerang ketiga ruang ini sudah masuk ke dalam suhu nyaman yakni dengan rentang (23,73 – 28,73 °C).

Setelah mendapatkan suhu nyaman yang optimal dilakukan penyesuaian antara suhu nyaman dan kelembaban udara dalam kaitannya dengan kebutuhan kecepatan angin. Dari hasil analisis berdasarkan penelitian Nugroho et al. (2007), menyatakan bahwa terdapat kebutuhan peningkatan dan penurunan kecepatan angin pada bangunan. Hal ini dapat ditanggulangi dengan menggunakan *cross ventilation* pada modifikasi luas jendela/bukaan agar udara pada ruang kelas dapat mengalir dan optimal. Sedangkan pada *double skin facade* dilakukan modifikasi dengan menyempitkan jarak agar mengurangi *air gap*, sehingga dapat mengurangi penangkapan kecepatan angin pada area ini.

Setelah mendapatkan suhu optimum, kelembaban dan kecepatan angin yang sesuai, hasil rekomendasi ini juga menunjukkan penurunan radiasi matahari pada selubung bangunan. Rata-rata radiasi matahari pada bangunan eksisting yakni 247,24 Wh/m². Sedangkan rata-rata radiasi matahari pada bangunan hasil rekomendasi ini yakni 100,99 Wh/m². Sehingga hasil akhir rata-rata radiasi matahari setiap jamnya turun sebanyak 146,25 Wh/m² dari bangunan eksisting.

Daftar Pustaka

- Aksamija, Ajla. 2013. *Building Simulations and High-Performance Buildings Research : (Use of Building Information Modeling (Bim) for Integrated Design and Analysis)*. Perkins+Will Research Journal. Vol 05.01. Hal 19-37.
- Dewi, C.P., Huang, R.Y., & Nugroho, A.G. (2013). Strategi Double Skin Fasade pada Bangunan Kampus National Central University dalam Menurunkan Kebutuhan Energi Pendinginan. Jurnal RUAS: ISSN 1693-3702. Vol. 11, No. 2
<http://www.umn.ac.id/green-building-gedung-hemat-energi-solusi-krisis-energi-indonesia/> diakses pada 22 Maret 2018
- Nugroho A. G., Ahmad M. H., & Ossen, D. R. (2007). A Preliminary Study of Thermal Comfort in Malaysia's Single Storey Terraced Houses. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*: Vol. 6, No. 1

Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol. 1 2012 tentang Selubung Bangunan. Jakarta: Pemerintah Provinsi DKI Jakarta

Standar Nasional Indonesia 03- 6389- 2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia 03-6389-200 tentang Nilai K Bahan Bangunan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Vidiyanti, Christy (2015). Kajian Retrofit Bangunan Sebagai Upaya Mereduksi Konsumsi Energi Operasional. *Vitruvian*: Vol. 5, No. 1