

Kajian Penerapan Material pada Selubung Bangunan yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal dan Visual

Naga Artha Prakoso, Alexius Kapitan Lamahala, Gea Sentanu
Jurusan Teknik Arsitektur – Fakultas Teknis Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional
nagaarthaprakoso@rocketmail.com

ABSTRAK

Perpustakaan Pusat UI merupakan suatu sarana penting penunjang pendidikan di Universitas Indonesia Depok. Dengan pentingnya fungsi dari bangunan ini, maka dibutuhkan pemenuhan aspek kenyamanan termal dan visual untuk menunjang aktifitas di dalamnya. Kajian ini bertujuan untuk memahami bagaimana pengaruh penerapan material selubung bangunan terhadap kenyamanan termal dan visual di dalam bangunan. Obyek kajian ini dipilih karena Perpustakaan Pusat UI telah dibangun dengan menerapkan konsep sustainable building. Kenyamanan termal dipengaruhi oleh kualitas kenyamanan termal, pemilihan jenis dan warna material selubung bangunan, serta luas material transparan. Sedangkan kenyamanan visual dipengaruhi oleh jenis sistem penerangan, jenis lampu yang digunakan, serta arah dan lingkup cahaya.

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah metode penelitian kualitatif, kuantitatif, dan kualitatif yang dikuantitatifkan. Pada akhirnya hasil analisis kuantitatif dan kualitatif tersebut dilakukan pembobotan secara kuantitatif. Kajian ini diharapkan dapat menjadi rujukan saat mendesain perpustakaan yang menunjang kenyamanan termal dan visual di dalam bangunan.

Kata kunci: Material selubung bangunan, kenyamanan termal, kenyamanan visual

ABSTRACT

Central Library of UI is one of the most important facility to support an educational activities at University of Indonesia, Depok. With the most important function of this building, thermal and visual comfort is necessary for supporting an activities in it. This research purposed to know how the buliding cover materials influenced thermal and visual comfort in buildings. The research object selected because Central Library of UI has built with applicated sustainable concept. Thermal comfort influenced by thermal comfort quality, kind of color materials building cover selection, and transparent material broad. Visual comfort influenced by lighting system, lamp used, and direction and scoop of light.

Research methods used in this study is a qualitative research method, quantitative, and qualitative quantitaived. At the end of results of quantitative and qualitative analysis of weighted quantitatively. This study is expected to be a reference when desiging libraries that support thermal and visual comfort in buliding.

Keywords: building cover materials, thermal comfort, visual comfort

1 PENDAHULUAN

Dewasa ini isu mengenai pemanasan global (*global warming*) marak diperbincangkan. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mulai menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan atau *sustainable* dalam membangun. Salah satu sektor yang dianggap penting untuk menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan adalah sektor pendidikan terutama perguruan tinggi. Dalam suatu perguruan tinggi, salah satu sarana penunjang pendidikan adalah perpustakaan



Gbr 1. Fasad bangunan
Perpustakaan Pusat UI



Gbr 2. Denah Lantai 1 -



Gbr 2. Denah Lantai 1 -

Sumber: PT. DCM Jakarta

Perpustakaan Pusat UI Depok merupakan salah satu bangunan publik yang telah menerapkan konsep *sustainable* sejak dicanangkannya tahapan perencanaan sampai dengan operasionalnya. Bangunan Perpustakaan Pusat UI dijadikan obyek studi kasus karena memiliki konsep yang unik yaitu “Prasati Pengetahuan” dan mewujudkannya dengan menerapkan batu andesit, kaca, beton, dan *green roof*. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui dan memahami bagaimana pengaruh penerapan material pada selubung bangunan yang mempengaruhi kenyamanan termal dan visual di dalam bangunan.

Permasalahan yang dibahas dalam kajian ini meliputi; bagaimana konsep perancangan desain bangunan ditinjau dari kriteria penilaian Greenship bagaimana konsep perancangan desain selubung bangunan, bagaimana dampak dalam pemilihan jenis material selubung bangunan ditinjau dari kenyamanan termal di dalam bangunan, bagaimana penerapan elemen transparan selubung bangunan yang mempengaruhi kenyamanan visual pada ruang dalam, bagaimana pengaruh penyediaan ruang komunal di dalam bangunan ditinjau dari faktor sosial, dan bagaimana pengaruh penyediaan ruang komersial di dalam bangunan ditinjau dari faktor ekonomi

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah metode penelitian kualitatif, kuantitatif, dan kualitatif yang dikuantitatifkan. Adapun pengukuran suhu dan kelembapan udara dengan menggunakan alat ukur suhu dan kelembapan yaitu Humidity/ Temp. Meter dan alat pengukur kecepatan angin yaitu Anemometer. Namun karena keterbatasan alat ukur, pada kasus pengukuran indeks kesilauan akan diukur secara kualitatif sehingga tidak memunculkan angka pasti hanya berupa pendapat dari *observer* (pengamat). Proses pengukuran dilakukan dalam waktu 2 hari Sabtu (02/11/13) dan Minggu (03/11/13). Dalam satu hari dilakukan 2 sesi pengukuran yaitu sesi pertama pada pukul 10.00-12.00 WIB dan sesi kedua pada pukul 14.30-16.00 WIB. Pengukuran hanya dilakukan di Lantai 1 dan 3. Pada saat pengukuran berlangsung, penghawaan buatan (AC) tetap aktif, karena jika dimatikan akan mengganggu aktivitas di dalam gedung (pada Lantai 14 menggunakan AC sentral).

Perpustakaan ini memiliki banyak ruang komunal dan komersial. Namun yang akan dikaji adalah ruang komunal dekat area *lobby* dan ruang komersial berupa *Café Starbucks* di Lantai 1.

2 TINJAUAN UMUM

2.1 Kriteria Penilaian Greenship

Greenship adalah sistem penilaian yang dikeluarkan oleh GBCI (*Green Building Council Indonesia*). Greenship digunakan untuk menentukan sejauh mana perpustakaan ini telah mewujudkan konsep bangunan *sustainable* ditinjau dari standar-standar yang berlaku.

Kriteria dan tolok ukur yang digunakan bersumber dari Greenship untuk bangunan baru versi 1.2 yang dikeluarkan pada bulan April 2013.

2.2 Konsep Perancangan Desain Selubung Bangunan

2.2.1 Jenis Pemilihan Material

1. Batu andesit

Batu andesit adalah salah satu material *Thermal Mass* yang memiliki kemampuan menghambat perpindahan panas masuk ke dalam bangunan. Panas yang diterima akan disimpan dan direradiasikan pada malam hari.



Gbr 4. Batu andesit

Sumber: [http:// multialam.blogspot.com](http://multialam.blogspot.com)

2. Kaca

Diperlukan perencanaan fasad kaca yang memenuhi prinsip-prinsip estetika dan selaras dengan fungsi utama bangunan.

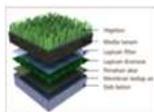
3. Beton

Sama seperti batu andesit, beton merupakan material *Thermal Mass* yang memiliki kemampuan menghambat perpindahan panas masuk ke dalam bangunan. Beton memiliki keunggulan yaitu dapat dicetak sesuai keinginan dengan hasil akhir menyatu secara *solid* dan tahan lama (lihat gbr 6).



Gbr 6. Atap beton

Sumber:
www.rumah.com



Gbr 7. Extensive garden

Sumber:
[http:// www.safeguardeurope.com](http://www.safeguardeurope.com)

4. Green roof

Green roof berfungsi sebagai kontrol iklim mikro dan filter radiasi matahari serta membantu dalam mereduksi *urban heat island* (lihat gbr 7).

2.2.2 Karakteristik Material

1. Batu andesit

Thermal Conductivity pada material batu andesit dipengaruhi *Density*/ kerapatan massa. Makin tinggi *Density*, maka makin mudah menghantarkan panas. Makin tinggi *Thermal Conductivity*, maka makin mudah menghantarkan panas, sehingga makin mudah meningkatkan suhu dalam ruang.

2. Kaca

Terdapat beberapa jenis kaca, diantaranya kaca bening dan kaca Panasap.



Gbr 8. Kaca Bening

Sumber:
[http:// kerismas11.wordpress.com/ products/](http://kerismas11.wordpress.com/products/)



Gbr 9. Kaca Panasap

Sumber:
www.amfg.co.id

2.3 Dampak dalam Pemilihan Jenis Material Selubung Bangunan terhadap Kenyamanan Termal di Dalam Bangunan

2.3.1 Kualitas Kenyamanan Termal

Georg Lipsmeier menjelaskan aspek atau faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kenyamanan termal di suatu bangunan terbagi menjadi 2, yaitu faktor eksternal dan internal.

1. Faktor eksternal

a) Suhu udara

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul (lih. Tabel 1).

b) Kelembapan udara

Kadar kelembapan udara dalam ruangan sangat berpengaruh dalam kenyamanan termal, karena menentukan jumlah uap air yang dibutuhkan dalam mencapai kenyamanan termal (lih. Tabel 2).

Tabel 1. Temperatur optimal dalam bangunan
Sumber: Standar Tata Cara Perencanaan Teknis
Konservasi Energi pada Yayasan LPMB

kelembapan	Suhu nyaman siang hari	Suhu nyaman malam hari
0-30%	22-30°C	20-27°C
30-50%	22-29°C	20-26°C
50-70%	22-28°C	20-26°C
70-100%	22-27°C	20-25°C

Tabel 2. Tabel pengaruh kelembapan atas suhu dan kenyamanan ruang
Sumber: Gut, Paul/ Ackernecht, Dieter.
op. cit. halaman 44

Ra minimum	Aplikasi
Index 1/ CRI = 1	Ra = 85% s/d 100%
Index 2/ CRI = 2	Ra = 70% s/d 85%
Index 3/ CRI = 3	Ra = 40% s/d 70%
Index 4/ CRI = 4	Ra < 40%

c) Kecepatan angin

Lippsmeier menyatakan bahwa patokan untuk kecepatan angin ialah:

- 0,25 m/s ialah nyaman, tanpa dirasakan adanya gerakan udara
- 0,25-0,5 m/s ialah nyaman, gerakan udara terasa
- 1,0-1,5 m/s aliran udara ringan sampai tidak menyenangkan
- Di atas 1,5 m/s tidak menyenangkan

2. Faktor internal

Faktor internal dibagi menjadi lima variabel, yaitu kondisi perancangan, penetapan sistem dan peralatan tata udara, sistem pengkondisian sentral, tingkat pekerjaan, serta pakaian. Dari kelima variabel di atas, hanya sistem pengkondisian udara saja yang tidak termasuk variabel yang diabaikan.

2.3.2 Pengaruh Pemilihan Jenis dan Warna Material Selubung Bangunan

Selubung bangunan yang menggunakan material dengan nilai hambatan hantaran panas cukup besar dan mempunyai kemampuan memantulkan panas cukup baik akan sangat membantu mengurangi penggunaan alat pendingin ruang (AC) di siang hari. Warna-warna muda seperti warna putih memiliki angka serapan kalor yang lebih sedikit yaitu berkisar antara 10%-15% sedangkan pada warna tua seperti hitam dapat menyerap kalor sampai 95%.

2.3.3 Luas Material Transparan

Nilai ideal bukaan adalah 20% dari luas dinding keseluruhan. Sinar matahari dengan Kuat Penerangan mencapai 10.000 lux atau lebih dapat menyebabkan silau, maka dari itu jendela tersebut harus diberi sarana pencegah kesilauan.

2.4 Penerapan Elemen Transparan Selubung Bangunan yang Mempengaruhi Kenyamanan Visual pada Ruang Dalam

2.4.1 Jenis Sistem Penerangan

1. Alami

Sumber pencahayaan alami berasal dari matahari. Pencahayaan alami dikatakan baik apabila, pada jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 waktu setempat, terdapat cukup banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan, dan distribusi cahaya cukup merata serta tidak menimbulkan silau.

2. Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya matahari. Pencahayaan buatan diperlukan apabila posisi ruang sulit dicapai oleh pencahayaan alami sehingga cahaya yang dihasilkan tidak mencukupi.

- Tingkat Pencahayaan/ Kuat Penerangan memiliki standar yang dianjurkan pada gedung perpustakaan adalah minimal 300 lux
- Kualitas warna cahaya lampu mempunyai dua karakteristik yang berbeda sifatnya:
 - Tampak warna yang dinyatakan dalam temperatur (lih. tabel 3)
 - Renderasi warna yang dapat mempengaruhi penampilan obyek yang diberikan cahaya suatu lampu (lih. tabel 4)

Tabel 3. Warna cahaya putih berdasarkan Colour Temperature (CT) dalam satuan Kelvin

Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature;

<i>Warm White</i>	- Disebut juga putih hangat, putih kemerahan, dan putih kekuningan. - CT < 3.300 Kelvin. - Efek suasana ruang hangat dan <i>non formal</i> , lebih cocok diterapkan pada fungsi residensial/ hunian dan komersial.
<i>Cool White</i>	- Disebut juga putih netral. - CT 3.300 Kelvin s/d 5.300 Kelvin. - Efek suasana netral, lebih cocok diterapkan pada fungsi yang tidak membutuhkan suasana khusus seperti industri.
<i>Cool Daylight</i>	- Disebut juga putih sejuk, dan putih kebiruan. - CT > 5.300 Kelvin. - Efek suasana ruang dingin dan formal, lebih cocok diterapkan pada fungsi pendidikan dan kantor.

Tabel 4. Tabel Colour Rendering (Colour Rendering Index/ CRI)

Sumber:
<http://www.aprcms.philips.com/apr/upload/Australia/basicsoflight.pdf>;

Ra minimum	Aplikasi
Index 1/ CRI = 1	Ra = 85% s/d 100%
Index 2/ CRI = 2	Ra = 70% s/d 85%
Index 3/ CRI = 3	Ra = 40% s/d 70%
Index 4/ CRI = 4	Ra < 40%

2.4.2 Jenis Lampu yang Digunakan

Lampu merupakan sumber utama dari pencahayaan buatan, terdapat beberapa jenis lampu yaitu lampu pijar, *fluorescent*, *halogen*, HID, dan LED.

2.4.3 Arah dan Lingkup Cahaya

Arah cahaya terdiri dari *downlight*, *uplight*, *frontlight*, *backlight*, dan *sidelight*. Sedangkan lingkup cahaya terbagi menjadi *spotlight* dan *floodlight*.

2.5 Pengaruh Penyediaan Ruang Komunal di Dalam Bangunan Ditinjau dari Faktor Sosial

2.5.1 Daya Tampung

Standar umum yang dapat digunakan antara lain adalah luas 0.5 m² per orang untuk ruang komunal, kursi dengan lebar 40 x 40 cm untuk satu orang pengunjung, dan meja dengan lebar 60 x 80 cm untuk 2 orang pengunjung.

2.5.2 Fasilitas

Indikator fasilitas yang ideal bagi ruang publik adalah terdapat sumber listrik untuk pengunjung (*Socket Power*), menyediakan lampu pada setiap ruang publik, menyediakan *pathway* untuk memberikan kemudahan pencapaian pengguna berjalan kaki mencapai ruang-ruang yang ingin dituju, tersedianya tempat yang dapat digunakan untuk duduk dengan leluasa, serta menyediakan naungan dari sinar matahari, hujan, dan angin secara langsung maupun tidak langsung.

2.5.3 Aksesibilitas

Adapun indikator aksesibilitas lokasi ruang publik yang baik adalah mudah dicapai, dekat dengan ruang penunjang, memiliki *view* yang baik, dan dapat melihat lalu lintas pejalan kaki.

2.6 Pengaruh Penyediaan Ruang Komersial di Dalam Bangunan Ditinjau dari Faktor Ekonomi

2.6.1 Daya Tampung

Berikut luas lahan yang dibutuhkan berdasarkan daya tampung untuk memenuhi kebutuhan konsumen pada ruang komersial.

Tabel 5. Tabel daya tampung

Sumber: Standar Perencanaan Kebutuhan Sarana Kota: Soefaat, Neighborhood Planning

Jenis Fasilitas	Luas Tiap Unit (m ²)	Standar Pelayanan Jiwa
Warung	1	5
Toko	1	2
Toko swalayan	1	2
Kafe	1	4

2.6.2 Fasilitas

Indikator fasilitas yang ideal bagi ruang komersial adalah terdapat ruang untuk duduk, elemen pencahayaan, tersedianya ruang yang dapat mawadahi kegiatan segala jenis usia dan kondisi termasuk anak-anak dan *diffable people* (penyandang cacat), serta terdapat area istirahat yang terhubung dengan jalan dan koridor.

2.6.3 Aksesibilitas

Adapun indikator aksesibilitas lokasi ruang komersial yang baik adalah tersedianya ruang parkir sehingga tidak menutupi jalan untuk lalu lintas, kemudahan melintas dan menyeberang di jalan/ koridor, kejelasan elemen penanda dalam memberikan informasi, mendefinisikan secara jelas pintu masuk dan keluar ruangan, serta menempatkan toko langsung berhubungan dengan sisi jalan.

3 ANALISIS

3.1 Analisis Kriteria Penilaian GreenShip

Penerapan konsep *sustainable* ditinjau dari standar GreenShip sudah **baik**, berdasarkan delapan aspek penilaian yang sesuai dengan bahan kajian yang meliputi; aksesibilitas komunitas, fasilitas pengguna sepeda, ansekap pada lahan, iklim mikro, efisiensi dan konservasi energi, pencahayaan alami, kenyamanan visual, serta kenyamanan termal. Dari kedelapan aspek yang dipilih, sebagian besar terpenuhi dengan baik.

3.2 Analisis Konsep Perancangan Desain Selubung Bangunan

3.2.1 Analisis Jenis Pemilihan Material

1. Batu andesit

Batu andesit dipilih sebagai salah satu material fasad yang mewakili perwujudan konsep desain (prasasti). Pemakaian batu andesit sebagai material fasad bangunan **cukup baik** secara estetika.



Gbr 10. Key plan pengambilan foto batu andesit



Gbr 11. Batu andesit pada fasad



Gbr 12. Batu andesit



Gbr 13. Kaca sebagai bukaan/ view ke Selatan



Gbr 14. Key plan foto kaca kombinasi



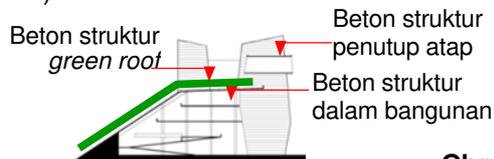
Gbr 15. Foto kaca kombinasi

2. Kaca

Penggunaan kaca pada fasad bangunan **sangat baik** secara desain. Pemilihan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan *view* keluar bagi pembaca yang mengarah ke Selatan atau ke Danau Kenanga (lih. gbr. 13). Kaca Panasap berfungsi sebagai kaca *absorber* yang menyerap radiasi energi dari sinar matahari yang diterima kaca serta sebagai elemen estetika dengan membentuk pola paragraf (lih. gbr. 15).

3. Beton

Beton merupakan material yang **sangat baik** untuk digunakan sebagai struktur pembentuk bangunan yang memiliki sifat insulasi termal sehingga dapat membantu *green roof* dalam usaha pengendalian termal dalam ruang agar suhu tetap stabil (lih. gbr. 16 & 17).



Gbr 16. Perletakan material beton pada bangunan



Gbr 17. Penggunaan material beton pada selubung bangunan



Gbr 18. Key plan pengambilan foto green roof



Gbr 19. Penggunaan sistem green roof pada selubung bangunan

4. Green roof

Green roof **sangat baik** dari segi estetika, atap *green roof* digunakan untuk merefleksikan konsep “bukit” tempat dimana “prasasti” muncul. Media tanam pada *green roof* berfungsi sebagai filter radiasi matahari sehingga suhu dalam ruangan tetap stabil. Suhu pada area sekitar *green roof* cenderung menurun dengan adanya vegetasi yang mengurangi pelepasan panas (reradiasi) yang memicu *urban heat island* (lih. gbr. 18 & 19).

3.2.2 Analisis Karakteristik Material

1. Batu andesit

Batu andesit merupakan material yang **kurang baik** dalam pengendalian termal karena memiliki nilai *Density* dan *Thermal Conductivity* yang tinggi bila dibandingkan dengan material batu bata padat, sehingga makin mudah menghantarkan panas yang mengakibatkan naiknya suhu udara dalam bangunan.

Tabel 6 Karakteristik material berdasarkan data Sumber: Climate Skin, Birkhauser Architecture

No	Material	Karakteristik energi		
		•	•	c
		(kg/m ³)	(W/mK)	(J/kgK)
1	Batu alam - Kristalisasi	2800	3,5	1000
2	Batu bata padat	2400	1,4	1000

Keterangan:

- = *Density*/ kepadatan
- = *Thermal Conductivity*/ konduktivitas termal
- c = *Specific Heat Capacity*

2. Kaca

Kombinasi kaca bening dan kaca Panasap **cukup baik** dari segi karakteristik sehingga kekurangan satu kaca dapat ditutupi oleh kelebihan kaca lainnya. Tingginya nilai *Solar Factor* pada kaca bening (83%) dapat ditutupi oleh penggunaan kaca Panasap yang memiliki nilai *Solar Factor* sebesar 50% sehingga kenyamanan termal dapat diperoleh. Rendahnya perolehan cahaya alami pada kaca Panasap (15%) dapat ditutupi oleh tingginya nilai *Transmittance* kaca bening/ *clear floating glass* yaitu sebesar 89%, sehingga perolehan cahaya alami dalam bangunan akan tinggi.

Tabel 7. Spesifikasi teknik kaca bening Sumber: <http://www.amfg.co.id>

Type of Glass		Indo Float Clear (FL)					
Standard Thickness (mm)		3	4	5	6	8	15
Energy Characteristic	Transmittance	% 85	83	81	79	75	64
	Reflectance	% 7	7	7	7	7	6
	Absorption	% 8	10	12	14	18	30
	UV Transmission	% 73	69	65	62	58	45
Light Characteristic	Transmittance	% 90	90	89	89	88	84
	Reflectance	% 8	8	8	8	8	7
Solar Factor (%)		87	86	84	83	81	73
Shading Coefficient		1,00	0,99	0,97	0,95	0,93	0,84
U Value W/m ² K		5,9	5,9	5,8	5,8	5,7	5,5

Tabel 8. Spesifikasi teknik kaca Panasap Sumber: <http://www.amfg.co.id>

Type of Glass		Panasap Dark Grey (DGFL)		
Standard Thickness (mm)		3	5	6
Energy Characteristic	Transmittance	% 52	36	31
	Reflectance	% 5	5	4
	Absorption	% 43	59	65
	UV Transmission	% 55	44	41
Light Characteristic	Transmittance	% 38	21	15
	Reflectance	% 5	4	4
Solar Factor (%)		65	54	50
Shading Coefficient		0,74	0,62	0,58
U Value W/m ² K		5,9	5,8	5,8

3.3 Analisis Dampak dalam Pemilihan Jenis Material Selubung Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal di Dalam Bangunan

3.3.1 Analisis Faktor Kualitas Kenyamanan Termal

1. Analisis faktor eksternal

Hasil analisis menunjukkan faktor eksternal pada ruang dalam perpustakaan ini adalah **cukup baik** dalam mendukung terwujudnya kenyamanan termal. Berikut hasil analisis yang dilakukan:

a) Suhu udara

Suhu udara rata-rata di bangunan perpustakaan relatif stabil berkisar antara 25.0-29.9 °C dalam kategori hangat nyaman. Suhu udara ini cukup baik untuk beraktivitas di dalam perpustakaan (lih. tabel 9).

Tabel 9. Hasil kesimpulan pengukuran suhu udara dalam bangunan Perpustakaan Pusat UI

Lantai	Zona	Nomor	Nama Ruangan	Jenis Kondisi (pagi)	Jenis Kondisi (sore)
1	1	Titik 1	Main entrance	Hangat nyaman	Hangat nyaman
		Titik 2	Lobby		
		Titik 3	Main entrance		
		Titik 4	Lounge		
	2	Titik 5	Side entrance	Hangat nyaman	Hangat nyaman
		Titik 6	Main entrance		
		Titik 7	R. Komputer		
		Titik 8	R. Komputer		
	3	Titik 9	R. Komputer	Nyaman Optimal	Nyaman Optimal
		Titik 10	R. Komputer		
		Titik 11	R. Komputer		
		Titik 12	R. Komputer		
3	4	Titik 13	R. Komunal	Hangat nyaman	Hangat nyaman
		Titik 14	R. Komunal		
		Titik 15	R. Komunal		
	5	Titik 16	R. Baca	Hangat nyaman	Hangat nyaman
		Titik 17	R. Baca		
		Titik 18	R. Baca		
		Titik 19	R. Baca		
		Titik 20	R. Baca		

Tabel 10. Hasil kesimpulan pengukuran kelembapan udara dalam bangunan Perpustakaan Pusat UI

Zona	Nomor	Nama Ruangan	Jenis (pagi)	Jenis (sore)
1	Titik 1	Main entrance	Tinggi	Sedang
	Titik 2	Lobby	Tinggi	Sedang
	Titik 3	Main entrance	Tinggi	Tinggi
	Titik 4	Lounge	Tinggi	Tinggi
2	Titik 5	Side entrance	Tinggi	Tinggi
	Titik 6	Main entrance	Tinggi	Sedang
	Titik 7	R. Komputer	Tinggi	Sedang
	Titik 8	R. Komputer	Tinggi	Tinggi
3	Titik 9	R. Komputer	Tinggi	Sedang
	Titik 10	R. Komputer	Tinggi	Tinggi
	Titik 11	R. Komputer	Tinggi	Tinggi
	Titik 12	R. Komputer	Tinggi	Tinggi
4	Titik 13	R. Komunal	Tinggi	Tinggi
	Titik 14	R. Komunal	Tinggi	Tinggi
	Titik 15	R. Komunal	Tinggi	Tinggi
5	Titik 16	R. Baca	Tinggi	Sedang
	Titik 17	R. Baca	Tinggi	Sedang
6	Titik 18	R. Baca	Tinggi	Tinggi
	Titik 19	R. Baca	Tinggi	Tinggi
	Titik 20	R. Baca	Tinggi	Sedang

b) Kelembapan udara

Nilai rata-rata kelembapan udara pada bangunan perpustakaan ini termasuk jenis tingkat tinggi berkisar antara 50-70% (lih. tabel 10). Hasil analisis menunjukkan kelembapan udara di dalam perpustakaan **cukup baik** untuk menyimpan buku dan pengunjung beraktivitas.

c) Kecepatan angin

Dari hasil analisa dengan dikorelasikan teori Lippsmeimer, angin yang berhembus ke dalam bangunan adalah tanpa dirasakan adanya gerakan udara dan termasuk dalam kategori tidak nyaman atau **kurang baik** untuk pengunjung beraktivitas (lih. tabel 11). Pengaruh penghawaan alami hanya dapat dirasakan di Lantai 1, karena hanya di lantai inilah terdapat 3 bukaan alami (*main entrance*).

Tabel 11. Hasil rata-rata pengamatan dan pengukuran kecepatan angin dalam ruang Perpustakaan Pusat UI

Lantai	Zona	Nomor	Nama Ruangan	V (m/ s) pagi	V (m/ s) sore	Jenis Kondisi
1	1	Titik 1	Main entrance	0,2	0,1	Tidak nyaman
		Titik 2	Lobby	0,0	0,0	Tidak nyaman
		Titik 3	Main entrance	0,0	0,1	Tidak nyaman
	2	Titik 4	Lounge	0,0	0,1	Tidak nyaman
		Titik 5	Side entrance	0,0	0,0	Tidak nyaman
		Titik 6	Main entrance	0,1	0,1	Tidak nyaman

Tabel 12. Hasil analisis pengaruh pemilihan jenis material terhadap kenyamanan termal

No	Jenis Material	Pengaruh
1	Batu andesit	Tidak baik
2	Kaca	Cukup baik
4	Beton	Baik sekali
5	Green roof	Baik sekali

2. Analisis faktor internal

Kajian mengenai analisis faktor internal hanya meliputi sistem pengkondisian udara. Hasil analisis menunjukan faktor internal pada ruang dalam perpustakaan ini adalah **baik** dalam mendukung terwujudnya kenyamanan termal. Berikut hasil analisis yang dilakukan:

- Sistem pengkondisian udara

Kenyamanan termal pada bangunan Perpustakaan Pusat UI ditinjau dari besaran suhu yang dihasilkan oleh penghawaan buatan dengan sistem sentral *air to air* adalah kurang baik untuk menjaga kualitas fisik buku namun baik untuk pengunjung beraktivitas.

3.3.2 Analisis Pengaruh Pemilihan Jenis dan Warna Material Selubung Bangunan

Hasil analisis menunjukkan pengaruh pemilihan jenis dan warna material selubung bangunan pada perpustakaan ini adalah **baik** dalam mendukung terwujudnya kenyamanan termal. Berikut hasil analisis yang dilakukan:

a) Pengaruh pemilihan jenis material selubung bangunan

Terdapat 4 jenis material yang digunakan sebagai penutup selubung bangunan yang dikaji yaitu, batu andesit, kaca, beton, dan *green roof* (lih. gbr. 12, 15, 17, dan 19). Hasil analisis pengaruh pemilihan jenis material terhadap kenyamanan termal dapat dilihat pada tabel 12.

b) Pengaruh pemilihan warna material selubung bangunan

Penggunaan batu alam andesit yang berwarna hitam mengkilat (lih. gbr. 12) membuat permukaan material tersebut mempunyai angka serapan kalor yang tinggi hingga mencapai 80-85% sehingga menjadikan penggunaan batu alam andesit kurang baik sebagai material *thermal mass*. Lain halnya dengan material beton dengan warna abu-abu (lih. gbr. 17), walaupun memiliki angka serapan kalor yang tinggi hingga mencapai 70-75% namun penggunaannya pada selubung bangunan mayoritas difungsikan sebagai dudukan struktur *green roof*. Hal ini membuat angka serapan kalor pada material ini menjadi rendah sehingga suhu ruang di dalamnya tetap stabil. Secara keseluruhan pengaruh warna material selubung bangunan pada kenyamanan termal cukup baik, hal ini dibantu juga dengan sistem penghawaan buatan di dalam bangunan sehingga membuat suhu ruang dalam menjadi hangat nyaman.

3.3.3 Analisis Luas Material Transparan

Luas bukaan jendela pada perpustakaan ini sudah **sangat baik** karena memiliki luas bukaan lebih dari 20% luas dinding keseluruhan. Sehingga cahaya yang masuk ke dalam bangunan akan optimal dan membantu penerangan ruang sehingga terjadi kenyamanan

visual yang baik. Luas bukaan transparan adalah 13195 m² dan 20% dari luas total dinding adalah 583,2 m², maka dapat disimpulkan luas bukaan transparan 20% luas total dinding.

3.4 Penerapan Elemen Transparan Selubung Bangunan yang Mempengaruhi Kenyamanan Visual pada Ruang Dalam

3.4.1 Jenis Sistem Penerangan

1. Alami

Tingkat penyilauan yang diukur berdasarkan pengamat karena keterbatasan alat ukur.

Tabel 13. Data hasil pengamatan tingkat penyilauan pada ruang perpustakaan

No	Daftar Zona	Tingkat Penyilauan
1	Zona 1	Silau
2	Zona 2	Cukup Silau
3	Zona 3	Tidak Silau
4	Zona 4	Tidak Silau
5	Zona 5	Tidak Silau
6	Zona 6	Tidak Silau
7	Zona 7	Tidak Silau



Gbr 20. Bukaan cahaya pada gedung Perpustakaan Pusat UI

Penyilauan yang terjadi **cukup baik**, karena masih terdapat zona yang bukaan transparannya terlalu besar sehingga menimbulkan silau, akan tetapi zona tersebut merupakan *main entrance*, sedangkan untuk zona ruang baca cahaya alami yang masuk melalui bukaan transparan tidak menimbulkan silau, sehingga tidak mengganggu kenyamanan visual pengunjung pada saat membaca.

2. Buatan

Penempatan sumber terang secara merata yang diterapkan pada setiap zona, sehingga akan menghasilkan Kuat Penerangan yang optimal. Kuat Penerangan diukur menggunakan Luxmeter di tiap titik zona. Berikut ini tabel data hasil pengukuran Kuat Penerangan di ruang perpustakaan.

Tabel 14. Hasil pengukuran Kuat Penerangan

Lantai	Zona	Daftar Titik	Nama Ruangan	Hasil Pengukuran		
				TUU pagi (lux) sesi 1	TUU sore (lux) sesi 2	
1	1	Titik 1	Main entrance	313*	720	
		Titik 2	Lobby	457*	772	
		Titik 3	Main entrance	227*	796	
	2	4	Titik 4	Lounge	70*	190
			Titik 5	Side entrance	39	27
		6	Main entrance	1731	560	
	3	7	Titik 7	R. Komputer	70	686
			Titik 8	R. Komputer	125	109
			Titik 9	R. Komputer	94	100
			Titik 10	R. Komputer	90	52
			Titik 11	R. Komputer	597	1209
			Titik 12	R. Komputer	885	1512
Titik 13			R. Komunal	404	358	
3	4	Titik 14	R. Komunal	298	356	
		Titik 15	R. Komunal	163	145	
		Titik 16	R. Baca	156	136	
	5	Titik 17	R. Baca	1245	336	
		Titik 18	R. Baca	326	60	
	6	Titik 19	R. Baca	155	165	
		Titik 20	R. Baca	1106	1106	

* pengukuran dalam acuan 20.000 lux

Secara keseluruhan kenyamanan visual ditinjau dari Kuat Penerangan berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan pada sesi 1 dan sesi 2 mendapatkan hasil yang **cukup baik**, karena masih terdapat titik yang belum optimal, sesuai standar Kuat Penerangan yang dianjurkan yaitu minimal 300 lux sehingga dibutuhkan pencahayaan buatan pada kondisi tertentu.

3.4.2 Jenis Lampu yang digunakan

Jenis lampu yang digunakan adalah *Fluorescent lamp* (lampu TL) merk Philips dengan tipe PL-C 2P 18W/840.

Tabel 15. Analisis data lampu Philips Master PL-C 2P 18W/ 840

Jenis warna cahaya putih	Cool White	Cukup baik	Karena warna cahaya putih yang baik diterapkan pada perpustakaan adalah <i>Cool Daylight</i> , sehingga menghasilkan efek formal
Colour Rendering Index	82 Ra	Baik	Karena Ra yang lebih baik berada pada 85% s/d 100%, sehingga renderasi warna obyek yang dihasilkan mendekati asli
Luminous Flux Lamp EM	1200 lm	Cukup baik	Karena berdasarkan hasil perhitungan masih ada titik kuat penerangan yang belum optimal (lihat tabel 16)
Colour Temperature	4000 K	Cukup baik	Karena CT berdasarkan satuan Kelvin yang baik > 5.300 K, sehingga menghasilkan efek formal

Berdasarkan hasil perhitungan dilakukan perbandingan Kuat Penerangan tiap titik dengan standar yang dianjurkan minimal 300 lux, lihat tabel 16, sehingga kenyamanan visual yang dihasilkan **cukup baik**.

Tabel 16. Hasil perhitungan Kuat Penerangan

Lantai	Zona	Nomor pengukuran	Jumlah lampu	Luas (m ²)	Kuat penerangan (lux)	Memenuhi	
						Ya	Tidak
1	2	Titik 4	6	36,4	395,60	•	
		Titik 6	9	80,4	268,66		•
	3	Titik 7	9	50,69	426,12	•	
		Titik 8	9	81,6	264,71		•
		Titik 9	6	41,14	350,02	•	
		Titik 10	9	47,57	454,07	•	
		Titik 11	9	46,76	461,93	•	
Titik 12	9	53,97	400,22	•			
3	4	Titik 14	9	58,7	367,97	•	
		Titik 15	9	59,1	365,48	•	
	5	Titik 16	9	81,6	264,71		•
	6	Titik 19	9	81,6	264,71		•
	7	Titik 20	9	77,78	277,71		•

Tabel 17. Arah dan lingkup cahaya

Arah Cahaya	Lingkup Cahaya	Jenis Lampu	Gambar	Lokasi
Downlight	Floodlight	Fluorescent lamp (lampu TL) Lampu Philips Master PL-C 2P 18W/840		 Koridor dan ruang umum

3.4.3 Arah dan Lingkup Cahaya

Kenyamanan visual yang dihasilkan **cukup baik**, karena arah cahaya *downlight* pada seluruh ruangan, membuat sinar jatuh secara langsung ke bidang kerjasetinggi 75 cm dari permukaan lantai. Lingkup cahaya *floodlight* pada seluruh ruangan membuat cahaya menyebar ke seluruh ruangan. Namun berdasarkan hasil perhitungan dan pengukuran masih terdapat titik Kuat Penerangan yang belum optimal sehingga perlu ditambah pencahayaan buatan pada kondisi cuaca tertentu (lih. tabel 14 dan 16).

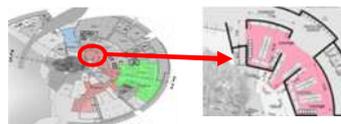
3.5 Analisis Penyediaan Ruang Komunal di Dalam Bangunan Ditinjau dari Faktor Sosial

3.5.1 Analisis Daya Tampung

Ruang komunal yang disediakan pihak perpustakaan UI sudah **sangat baik** apabila ditinjau dari aspek daya tampungnya yaitu dapat menampung hingga 120 orang dengan ruang gerak mencapai 1,95 m² untuk tiap 1 orang pengunjung. Hal ini dapat dilihat dari tersedianya ruang gerak tiap orang yang luas, ruang duduk yang cukup, dan tersedianya furnitur meja yang sesuai standar (lih. gbr. 21).



Gbr. 21. Ruang duduk dan fasilitas di ruang komunal pada Lantai 1



Gbr. 22. Key plan dan lokasi ruang komunal pada Lantai 1

3.5.2 Analisis Fasilitas

Ruang komunal yang disediakan pihak perpustakaan UI **cukup baik** bila ditinjau dari aspek fasilitas karena masih belum tersedianya sumber listrik (*soket power*) dan *pathway* untuk pengunjung. *Pathway* tidak disediakan karena lokasi ruang komunal juga berfungsi sebagai jalur sirkulasi, sehingga dinilai untuk mencapai lokasi ruang tersebut tidak diperlukan *pathway* sebagai penunjuk jalan (lih. gbr. 22).

3.5.3 Analisis Aksesibilitas

Aksesibilitas pencapaian menuju ruang komunal ini **sangat baik**, hal ini dapat dilihat dari kemudahan pengunjung untuk mencapai lokasi ruang komunal tersebut. Disamping itu ruang komunal ini memiliki *view* yang baik serta berdekatan dengan berbagai fasilitas penunjang lainnya, sehingga membuat pengunjung selalu ramai berkumpul dan bersosialisasi di ruang komunal ini (lih. gbr. 22).

3.6 Analisis Penyediaan Ruang Komersial di Dalam Bangunan Ditinjau dari Faktor Ekonomi

3.6.1 Analisis Daya Tampung

Ruang duduk yang disediakan pihak *Café Starbucks* sudah **sangat baik** jika ditinjau dari aspek daya tampungnya. Hal ini dapat dilihat dari tersedianya ruang gerak yang luas dan ruang duduk yang cukup untuk tiap orangnya (lih. gbr. 23).

3.6.2 Analisis Fasilitas

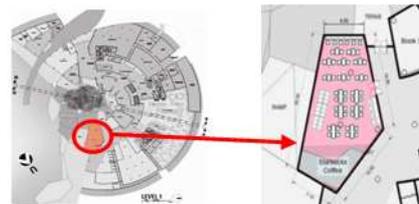
Fasilitas yang disediakan pihak *Café Starbucks* sudah **sangat baik**. Hal ini dapat dilihat dari tersedianya fasilitas-fasilitas yang dapat memanjakan pengunjung *café* ini (lih. gbr. 23). Dengan kelengkapan fasilitas yang disediakan, maka tidak aneh *café* ini selalu ramai dikunjungi pengunjung setiap harinya.

3.6.3 Analisis Aksesibilitas

Aksesibilitas menuju *Café Starbucks* sudah **sangat baik** (lih. gbr. 24). Hal ini dapat dilihat dari tersedianya fasilitas-fasilitas penunjuk arah yang dapat membantu para pengunjung mencapai *café* ini.



Gbr. 23. Fasilitas yang disediakan pihak *Café Starbucks*



Gbr. 24. Keyplan lokasi *Café Starbucks*

3.7 Pembobotan Kajian Penerapan Material pada Selubung Bangunan yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal dan Visual di Bangunan Perpustakaan Pusat Universitas Indonesia (UI) Depok

Berikut tabel pembobotan hasil analisa yang dilakukan:

Tabel 18. Pembobotan hasil analisis

No	Variabel	Analisis
1	Greenship	+++
2	Konsep Perancangan Desain Selubung Bangunan	+++
3	Dampak Dalam Pemilihan Jenis Material Selubung Bangunan terhadap Kenyamanan Termal di Dalam Bangunan	+++
4	Penerapan Elemen Transparan Selubung Bangunan yang Mempengaruhi Kenyamanan Visual pada Ruang Dalam	++
5	Analisis Pengaruh Penyediaan Ruang Komunal di Dalam Bangunan Ditinjau dari Faktor Sosial	+++
6	Analisis Pengaruh Penyediaan Ruang Komersial di Dalam Bangunan Ditinjau dari Faktor Ekonomi	++++
Total		18 (+)

Dari hasil perhitungan tabel pembobotan di atas, terdapat total **18 (+)** analisis dari jumlah seharusnya **24 (+)**. Dengan perhitungan: – . Angka tersebut merupakan sejauh mana kriteria *sustainable* telah terpenuhi bila ditinjau dari berbagai aspek yang dibahas dalam kajian ini.

4 KESIMPULAN

Dari hasil analisis di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh kesimpulan bahwa bangunan Perpustakaan Pusat UI sudah **baik** karena memenuhi sebagian besar kriteria yang dikeluarkan oleh Greenship
2. Bangunan Perpustakaan Pusat UI sudah **baik** dalam mewujudkan konsep yang diaplikasikan dengan pemilihan material selubung bangunan, namun terdapat kekurangan pada material batu andesit yang masih menimbulkan panasnya suhu udara pada ruangan
3. Ditinjau dari dampak pemilihan material terhadap kenyamanan termal di Perpustakaan Pusat UI, secara umum sudah **baik** dalam menunjang kenyamanan termal. Namun terdapat kekurangan pada aspek kecepatan angin, aspek ini dinilai kurang optimal dalam mendukung terwujudnya kenyamanan termal
4. Bangunan Perpustakaan Pusat UI **cukup baik** karena memiliki tingkat Kuat Penerangan dan spesifikasi lampu yang mendekati angka ideal dari nilai standar yang digunakan
5. Hasil analisis dari penyediaan ruang komunal ditinjau dari faktor sosial adalah **baik**. Dari ketiga aspek yang dinilai, hanya dari aspek fasilitas saja yang kurang baik karena tidak disediakannya *socket power* untuk pengunjung

6. Ruang komersial yang dianalisis adalah *Café Starbucks* di Lantai 1. Dari analisis *Café Starbucks* diperoleh hasil **sangat baik** bila ditinjau dari faktor ekonomi. Daya tampung yang memenuhi standar, fasilitas yang memanjakan kebutuhan pengunjung, dan aspek aksesibilitas yang memudahkan pencapaian membuat *café* ini selalu ramai dikunjungi pelanggan

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Banyak bantuan dan bimbingan yang telah didapatkan penyusun dalam penyusunan jurnal ini. Oleh karena itu kiranya sangat pantas apabila penyusun mengucapkan terima kasih, antara lain kepada; Ibu Nur Laela Latifah, ST, MT selaku dosen pembimbing, Bapak Ardhiana Muhsin, ST, MT selaku *reviewer*, serta Ibu Kalarensi Naibaho, Dra, MHum. selaku Kepala Hubungan Masyarakat Perpustakaan, atas izin yang diberikan untuk mengambil data-data lapangan pada Perpustakaan Pusat UI.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum; 1993; *Standar: Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi Pada Bangunan Gedung*; Bandung: Yayasan LPMB
- Departemen Pekerjaan Umum; 2000; *Standar: Perencanaan Kebutuhan Sarana Kota*; Bandung: Yayasan LPMB
- Hausladen, Gerhard; Saldanha, Michael de; Liedl, Petra; 2006; *Climate Skin*; Birkhauser Architecture
- Lippsmeier, Georg; 1980; *Tropenbau Building in the Tropics*; Callwey Verlag Munchen
- Yeang, Ken; 1995; *Designing with Nature*; NYC: McGraw-Hill
- Gut, Paul; Ackerknecht, Dieter; 1993; *Climate Responsive Building*; St. Gall: SKAT
- Keris Mas; Kaca Polos; < <http://kerismas11.wordpress.com/products/> > - diakses tanggal 11 Oktober 2013
- Multi Alam; Batu Andesit; < <http://multialam.blogspot.com> > - diakses tanggal 11 Oktober 2013
- Philips; Basics of Light; < <http://www.aprcms.philips.com> > - diakses 22 Januari 2013
- Pro Construction; Green Roof for Green Buliding; < <http://pps.org/info/aboutpps> > - diakses tanggal 11 Oktober 2013
- PT. Aldoproperti Media; Properti; < <http://www.rumah.com/listing-properti/disewadisewakan-ruko-gandeng-di-klender-jakarta-t-377609> > – diakses tanggal 11 Oktober 2013
- PT. Asahimas Flatt glass Tbk; Karakteristik Teknis; < <http://www.amfg.co.id> > – diakses tanggal 11 Oktober 2013
- Safe Guard Europe; Green Roof; < <http://www.safeguardeurope.com/products/root-barrier.php> > - diakses tanggal 11 Oktober 2013
- Wikipedia; Color temperature; < <http://en.wikipedia.org> > - diakses 14 Januari 2013