

**KAJIAN PENGARUH PENERAPAN ARSITEKTUR TROPIS TERHADAP
KENYAMANAN TERMAL PADA
BANGUNAN PUBLIK MENGGUNAKAN SOFTWARE ECOTECH
Studi kasus: Perpustakaan Universitas Indonesia**

Diana Susilowati^{1a}, Feri Wahyudi^{2b}

¹Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma

²Jalan Akses Kelapa Dua Kampus G Universitas Gunadarma Depok

^a diana_susilowati@staff.gunadarma.ac.id , ^b feriwahyudi_92@yahoo.com

ABSTRAK

Keberadaan sebuah karya arsitektur untuk masyarakat dan lingkungan sekitar memberikan sebuah wacana mengenai desain dan aplikasi yang kontekstual dengan lingkungan binaan. Dalam hal ini studi kasus yang diangkat adalah pada Perpustakaan Universitas Indonesia. Bangunan ini dipilih karena dianggap dapat mewakili konsep arsitektur tropis. Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini meliputi; bagaimana konsep arsitektur tropis diterapkan pada perpustakaan ini serta ingin diketahui bagaimana pengaruhnya konsep tersebut terhadap kenyamanan thermal di bangunannya. Pada penelitian ini metode yang digunakan menguraikan dan mengkaji semua data dan informasi lain, dari observasi langsung maupun tidak langsung. Analisa ini menggunakan analisa kuantitatif dengan membandingkan antara keadaan yang ada dilapangan dengan kajian dan informasi yang didapat dari literatur serta analisa kualitatif karena berhubungan dengan besaran ruangan yang digunakan dalam menganalisa menggunakan software Ecotech. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan mengenai kenyamanan thermal sebuah bangunan yang dihitung menggunakan software berbantu.

Kata Kunci: *arsitektur tropis, kenyamanan thermal, ecotech*

**THE EFFECT OF TROPICAL ARCHITECTURE APPLICATION TO THERMAL
COMFORT ON PUBLIC BUILDING USING ECOTECH SOFTWARE**

ABSTRACT

The sustainable of an architectural work for the community and the surrounding environment provides a discussion on the design and application of contextual with the built environment. In this case study case in point is the Library of the University of Indonesia. The building was chosen because it is considered to represent the concept of tropical architecture. The problems discussed in this study include; how the concept of tropical architecture is applied in the library and want to know how they affect the concept of the thermal comfort in buildings. In this study the method used to describe and review all the data and other information, from direct observation or indirectly. This analysis uses quantitative analysis by comparing the existing situation in the field with the study and the information obtained from the literature as well as qualitative analysis as it relates to the amount of space that is used in analyzing the use of software Ecotech. This study is expected to reference input regarding the thermal comfort of a building which is calculated using a software-assisted.

Keywords: *tropical architecture, thermal comfort, EcoTech*

PENDAHULUAN

Keberadaan sebuah karya arsitektur untuk masyarakat dan lingkungan sekitar memberikan sebuah wacana mengenai desain dan aplikasi yang kontekstual dengan lingkungan binaan. Indonesia sebagai salah satu negara yang beriklim tropis memberikan sebuah ciri dalam setiap desain bangunannya, yang terpresentasikan ke dalam sebuah karya arsitektur. Dalam hal ini studi kasus yang diangkat adalah pada Perpustakaan Universitas Indonesia. Bangunan ini dipilih karena dianggap dapat mewakili konsep arsitektur tropis.

Dasar ini akan menghasilkan sebuah gambaran mengenai faktor-faktor yang dapat diperhatikan dalam merancang sebuah bangunan yang tanggap terhadap iklim tropis. Faktor-faktor yang meliputi faktor orientasi, pengaruh matahari, presipitasi, bahan, kelembaban, serta warna akan menjadi dasar pertimbangannya. Dari hal ini yang kemudian ditampilkan ke dalam sebuah kriteria desain, yang meliputi: pencahayaan (terdiri dari overstek dan teritisan), bukaan (jendela, pintu, dan lubang angin), penyaringan (kisi-kisi), bahan (bahan kusen serta kisi-kisi, dan batuan alam), serta pemilihan warna (mencakup intensitas dan pemilihan warna).

Di daerah tropis, tampak timur dan barat merupakan daerah yang banyak terkena radiasi matahari. Tetapi radiasi tidak langsung dapat berpengaruh dari gejala arah pada tampak bagian bangunan disebabkan oleh awan yang menutupi langit. Sebagian besar bahan-bahan menyerap sekitar 50% sampai 95% radiasi matahari. (Lippsmeier, 1994).

Dalam bangunan tropis keberadaan bukaan yang cukup lebar (jendela) tidak hanya menunjukkan adanya kemampuan artistik bangunan, namun juga merupakan teknik untuk menyederhanakan struktur bangunan. Pengaruh lain dari bukaan yang besar tersebut adalah terjadinya proses pendinginan evaporasi dan penghapusan

panas dalam ruangan (Krishan et al, 2001). Kondisi bukaan tersebut ditentukan orientasi bangunan terhadap kedatangan arah angin.

Tipologi bangunan tropis sangat ditentukan oleh kondisi karakteristik iklimnya. Meskipun temperatur daerah tropis tidak setinggi daerah panas kering, namun temperatur pada malam hari seringkali tidak nyaman. Temperatur diluar mempunyai variasi yang rendah dan kelembaban sangat tinggi sehingga penguapan pada permukaan kulit sangat terbatas. Pendinginan evaporasi tidak efektif (Marsh, 2008). Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini meliputi; bagaimana konsep arsitektur tropis diterapkan pada perpustakaan ini serta ingin diketahui bagaimana pengaruhnya konsep tersebut terhadap kenyamanan thermal di bangunannya. Hasil analisa secara manual nantinya akan dibandingkan dengan analisa yang menggunakan software Ecotech.

Perpustakaan UI menjadi pusat kegiatan bagi seluruh aktivitas akademika UI, dari berbagai disiplin ilmu. Konsep gedung, desain interior, dan layanan yang difokuskan pada pengelolaan aktivitas-aktivitas pendukung memiliki banyak ruangan, namun yang akan dikaji adalah ruangan-ruangan yang berada di lantai 1 Perpustakaan.

METODOLOGI PENELITIAN

Upaya mendesain *Green Building* telah menjadi suatu keniscayaan untuk menyelamatkan Bumi dari kerusakan yang lebih parah. Berbagai sistem rating seperti *LEED* di Amerika atau *GreenMark* di Singapura telah diterapkan sejak lama. *GreenShip* adalah sistem penilaian yang dikeluarkan oleh GBCI (Green Building Council Indonesia). *GreenShip* digunakan untuk menentukan sejauh mana perpustakaan ini telah mewujudkan konsep arsitektur tropis ditinjau dari standar-standar yang berlaku. penggunaan *software* seperti *Ecotect* layak dipertimbangkan demi memudahkan kita dalam mendesain bangunan secara efektif

melalui simulasi-simulasi yang mampu memprediksi performa suatu bangunan hingga layak disebut *Green Building*.

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah metode penelitian kualitatif dan kuantitatif. Untuk data-data diperoleh dari pihak pengelola langsung serta dilakukan pengamatan di lapangan untuk mengetahui data-data pendukung. Untuk data yang berkaitan dengan sinar matahari, dilakukan pada pukul 14.00 wib karena dianggap sinar matahari pada waktu tersebut memiliki sengatan terpanas dibanding waktu yang lainnya. Dari data yang telah diperoleh akan dipakai sebagai bahan acuan menggunakan software Ecotech, sehingga akan keluar diagram-diagram angka yang nantinya dirubah menjadi data kuantitatif.

Pada penelitian ini metode yang digunakan menguraikan dan mengkaji semua data dan informasi lain, dari observasi langsung maupun tidak langsung. Analisa ini menggunakan analisa kuantitatif dengan membandingkan antara keadaan yang ada di lapangan dengan kajian dan informasi yang didapat dari literatur serta analisa kualitatif karena berhubungan dengan besaran ruangan yang digunakan dalam menganalisa menggunakan software Ecotech. Dalam pengerjaan menggunakan software Ecotech, ruangan yang akan diukur harus digambar terlebih dahulu karena pengukuran thermal ruangan harus dalam bentuk ruangan terukur.

Namun terdapat limitasi pada *Ecotet* yakni tidak adanya fitur kalkulasi timelag, Intensitas konsumsi energi atau EEI (*Energy*

Efficient Index) dan OTTV (*overall thermal transfer value*). Untuk menunjang efektifitas proses, software yang dapat menutupi limitasi tersebut dengan merilis *ESP (Ecotect Supporting Program)* yang terdiri dari *ESP Timelag (menghitung waktu tunda rambatan panas dari luar ke dalam ruangan)*, *ESP Window (menghitung shading coeficient jendela)*, *ESP EEI (menghitung intensitas konsumsi energi)*, *ESP GLA (menghitung persentase area hijau pada site)*, *ESP Visibility (menghitung efektifitas jendela terkait kenyamanan visual)*, *ESP AC (menghitung kapasitas AC)*, sementara *ESP OTTV Worksheet (menghitung nilai rata-rata transfer panas ke dalam bangunan)*.

HASIL DAN DISKUSI

Sebuah penutup luar bangunan umumnya memiliki fungsi-fungsi sebagai:

1. Stabilitas bangunan
2. Pelindung terhadap hujan, debu, angin keras.
3. Pelindung terhadap radiasi matahari langsung, dingin dan kebisingan.

Sebab itu diutamakan pemakaian bahan-bahan bangunan dan konstruksi yang ringan. Penerimaan radiasi panas harus dihindarkan melalui peneduhan dan permukaan yang dapat memantulkan cahaya. Bila perlu untuk dinding dan atap dipakai bahan-bahan pengisolasi panas. Bagian luar bangunan merupakan lapisan pertama kali yang berhubungan dengan kenyamanan termal suatu bangunan.

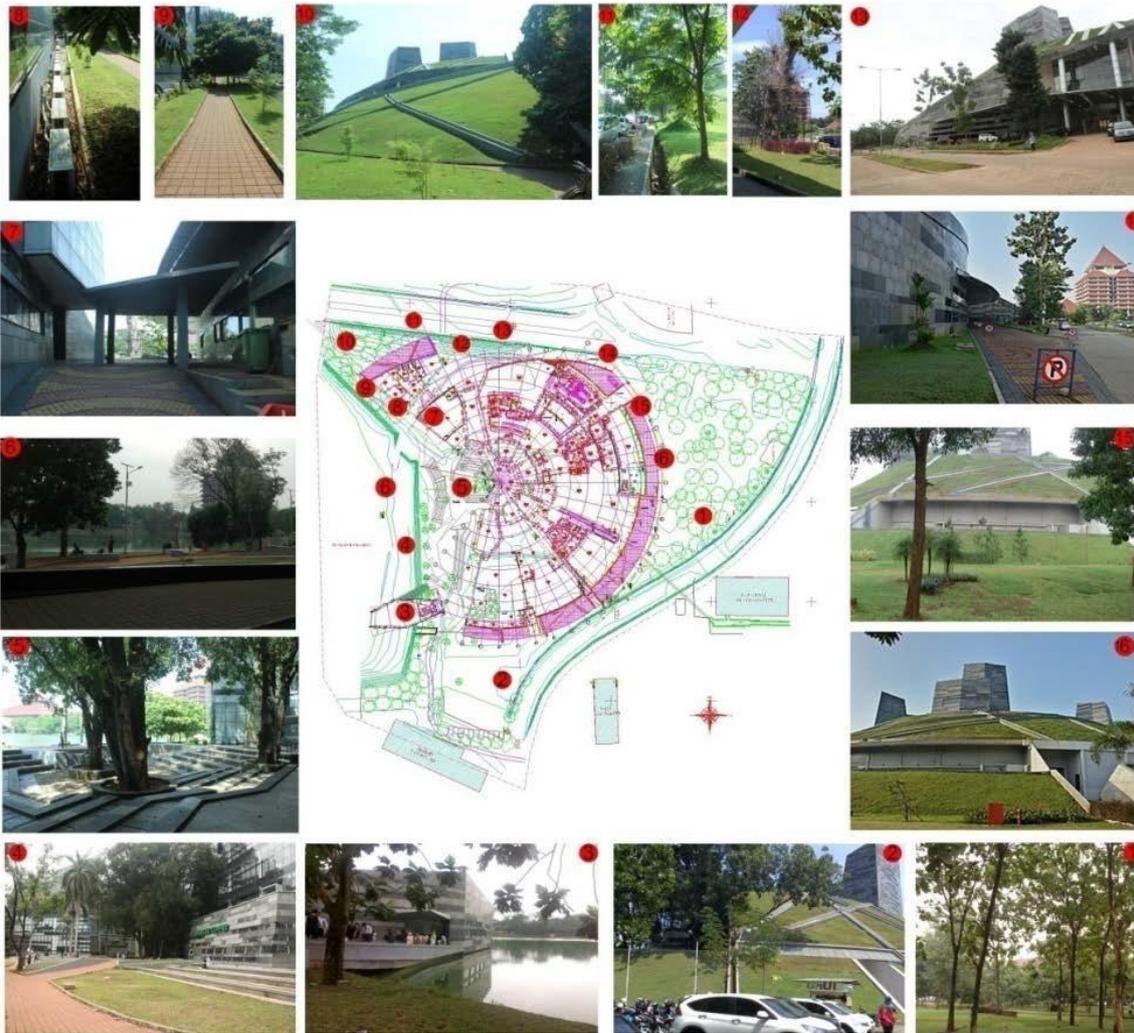


Gambar 1. Site Plan & lingkungan sekitar Perpustakaan Universitas Indonesia
 Sumber: Data lapangan, 2014.

Bila dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2** di bawah ini, bangunan Perpustakaan ini dikelilingi oleh daerah penghijauan dan danau yang dapat mengurangi/mereduksi panas secara alami. Pada tampak sebelah utara, selatan dan timur diperbanyak bukaan untuk memaksimalkan pencahayaan alami, material yang digunakan adalah kaca *tempered* 10mm dengan rangka besi *hollow* 10cm serta pstu batu andesit 60x60 sebagai pembungkusnya, serta sebelah barat tampak diperbanyak tutupan berupa dinding-dinding masif serta vegetasi untuk mengurangi panas tersebut.

Jika kita lihat pada **Gambar 3**, lokasi sekitar bangunan di sebelah utara terdapat penghijauan yang dikhususkan untuk ruang

terbuka hijau, resapan air, sedangkan sebelah selatan terdapat danau, selain sebagai penghantar udara segar danau ini bisa memanjakan para pengunjung perpustakaan untuk lama-lama berada didepan danau. Foto ini diambil pada siang hari sekitar pukul 14.00 pada saat itu intensitasnya dan pantulan cahaya matahari cukup kuat. Intensitas cahaya matahari dan pantulan cahaya matahari yang kuat juga merupakan gejala dari iklim tropis. Cahaya yang terlalu kuat, juga kontras yang terlalu besar dalam nilai keterangan (*brightness*) pada umumnya dirasakan tidak menyenangkan setelah dipantulkan oleh kaca *tempered* 10mm yang merupakan material dari tampak perpustakaan tersebut.



Gambar 2. Kondisi Eksisting Perpustakaan Universitas Indonesia
 Sumber: Data lapangan, 2014.



Gambar 3. Pengaruh Matahari terhadap bangunan Perpustakaan Universitas Indonesia
 Sumber: Data Lapangan, 2014.

Di sini perlu diperhatikan perbedaan mendasar antara daerah tropika kering dan tropika basah. Di daerah kering, kesilauan terjadi karena pantulan oleh bidang tanah atau bangunan yang terkena cahaya, sedangkan di daerah lembab, tingginya kelembaban udara dapat menimbulkan efek silau pada langit. Secara sederhana ini berarti bahwa dalam kasus pertama, mata yang memandang ke bawah akan menjadi

silau, sedangkan dalam kasus kedua, mata yang memandang keataslah yang akan silau. Dengan demikian pelindung silau harus dibuat sesuai dengan kondisi ini. Penghijauan lingkungan adalah salah satu cara terbaik untuk mengatasi kedua jenis kesilauan ini yang berada di sebelah selatan perpustakaan dan ditambah danau didepan perpustakaan tersebut maka akan menambahkan udara segar ke dalam bangunan.



Gambar 4. Perubahan Temperatur Perpustakaan Indonesia
Sumber : Data lapangan, 2014.

Pada tampak perpustakaan Universitas Indonesia, cahaya matahari langsung masuk ke dalam ruangan melalui kaca *tempered* 10mm *laminated* bening yang terdapat hampir pada seluruh bagian tampak bangunan. Sehingga meminimalkan penggunaan lampu disiang hari. Pstu Batu andesit 60x60 juga salah satu elemen yang ada hampir disemua tampak perpustakaan tersebut. Sifatnya yang dingin sangat cocok untuk dipasang di iklim tropis.

Studi yang tepat menggunakan sudut jatuh sinar matahari sangat diperlukan, karena hanya dengan ini pelindung cahaya dan orientasi bangunan dapat ditentukan dengan benar dan menguntungkan. Untuk mendapatkan pelindung cahaya matahari yang efektif, setiap tampak bangunan harus ditinjau secara terpisah. Panas tertinggi dicapai kira-kira 2 jam setelah tengah hari, karena pada saat itu radiasi matahari langsung bergabung dengan temperatur udara yang sudah tinggi. Karena itu penambahan panas terbesar terdapat pada sebelah barat daya

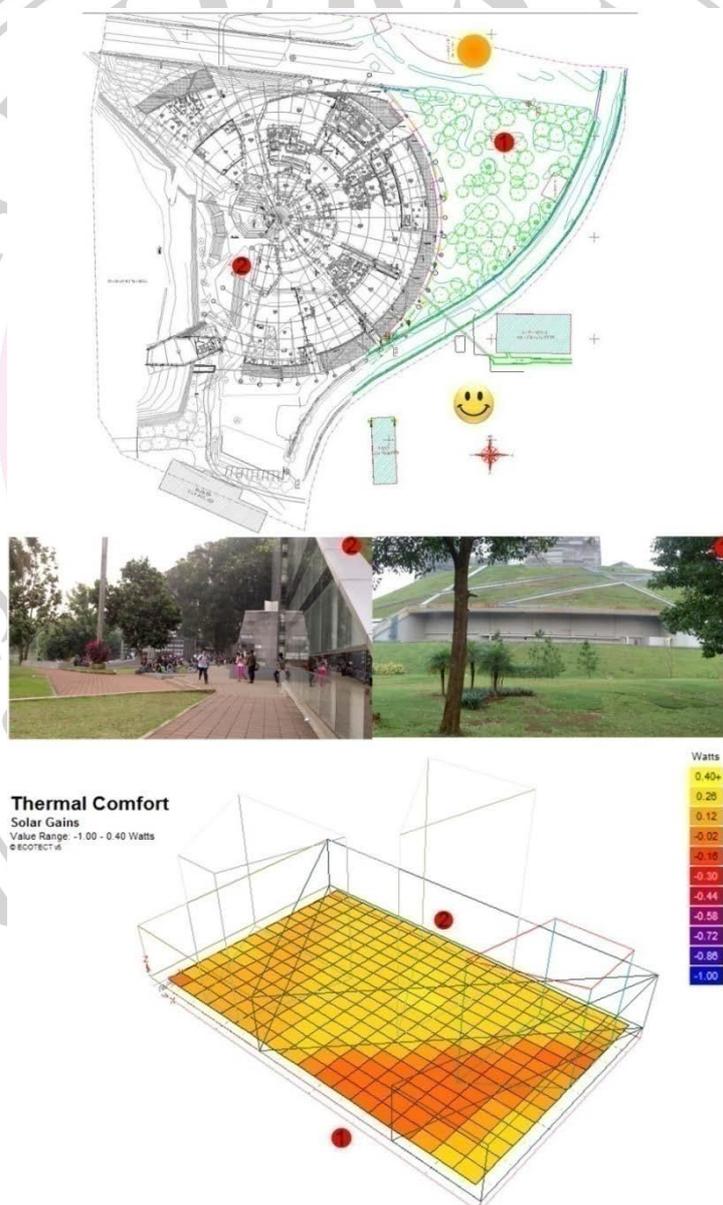
atau barat laut (tergantung pada musim dan garis lintang) dan sebelah barat.

Gambar 4 adalah detail sambungan kaca *tempered* dengan *steel support finish* cat dengan dilapisi lem kaca agar tidak merembes kedalam bangunan. Bagian-bagian detail bangunan seperti ini mengalami perubahan-perubahan temperatur yang sangat tinggi pada siang hari, yang disebabkan oleh radiasi matahari. Perbedaan temperatur sebesar 40°- 50° dapat terjadi dalam waktu yang sangat singkat jika hujan tiba-tiba turun dan mendinginkan permukaan yang terkena cahaya matahari. Pada peralihan siang dan malam juga terjadi gejala-gejala yang sama. Karena itu konstruksi sambungan-sambungan harus sangat diperhatikan, jika memungkinkan, sambungan-sambungan ini sebaiknya dapat dilihat agar bila terjadi kerusakan mudah diketahui dan cepat akan diganti. Agar temperatur didalam ruangan terjaga hampir semua tampak bangunan menggunakan 2 material tersebut yaitu kaca *tempered* 10mm *laminated* yang

berguna meredam panas dan mengurangi kebisingan.

Radiasi matahari dapat dikatakan sebagai penyebab semua ciri umum iklim dan radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap kehidupan manusia. Kekuatan efektifnya ditentukan oleh radiasi (*insolasi*) matahari, pemantulan pada permukaan bumi, berkurangnya radiasi oleh penguapan, dan arus radiasi di atmosfer. Semuanya membentuk keseimbangan termal pada bumi. Dari analisa cahaya matahari menggunakan *ecotect* didapatkan bahwa zona

panas (kuning) berada pada arah selatan dari bangunan angka panas antara 0.40 watts – 0.26 watts, angka normal -0.30 watts, angka dingin antara -0.86 watts – -1.00 watts. Zona normal (warna oranye no. 1) karena cahaya matahari diredam oleh penghijauan di lokasi dan diserap oleh dinding bata yang bersifat dingin. Sedangkan zona panas (warna kuning no. 2) karena cahaya matahari langsung dipantulkan kaca bening *tempered* 10mm yang mendominasi pada tampak bangunan.

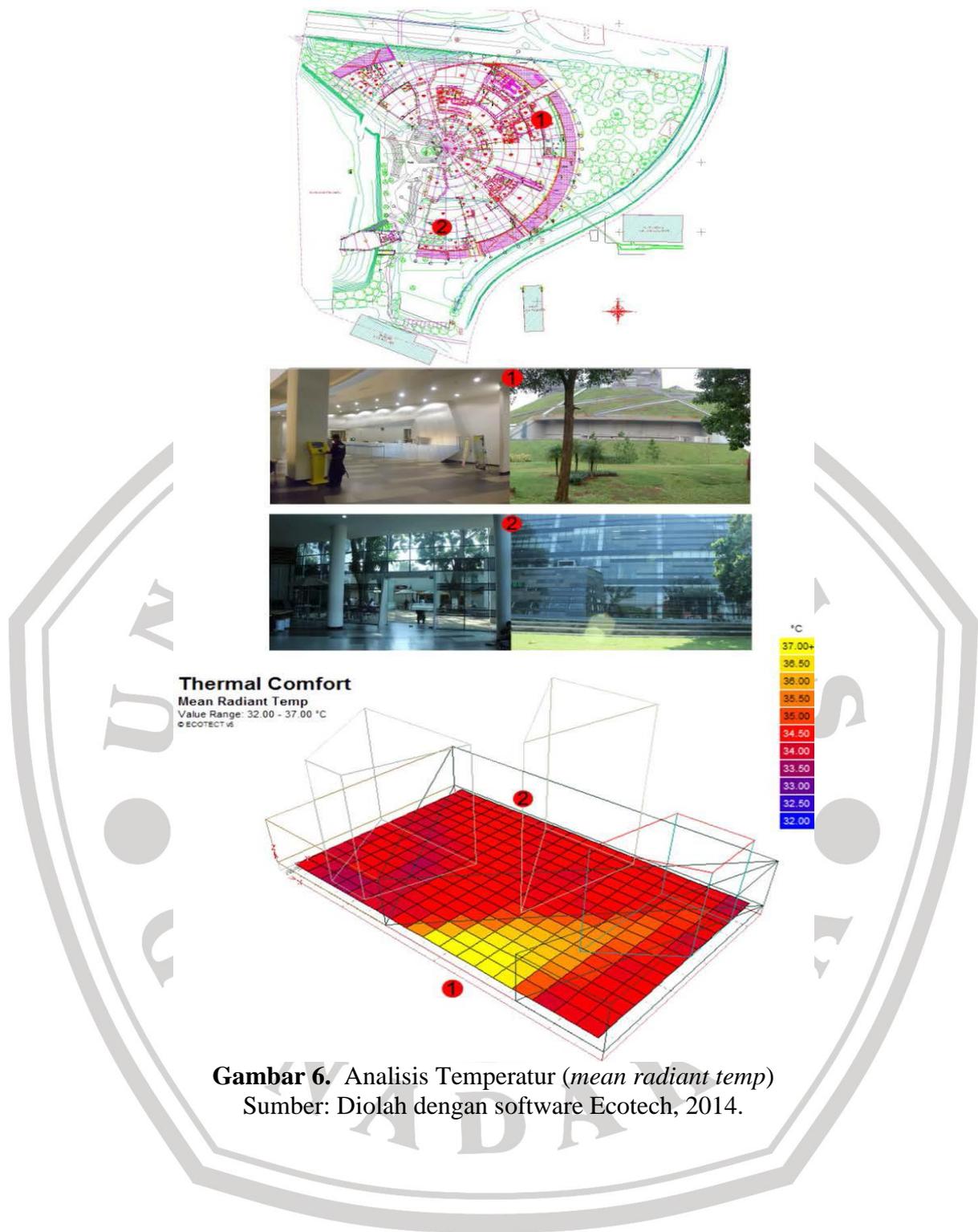


Gambar 5. Analisis Matahari (*solar gains*)
Sumber: Diolah dengan software Ecotech, 2014.

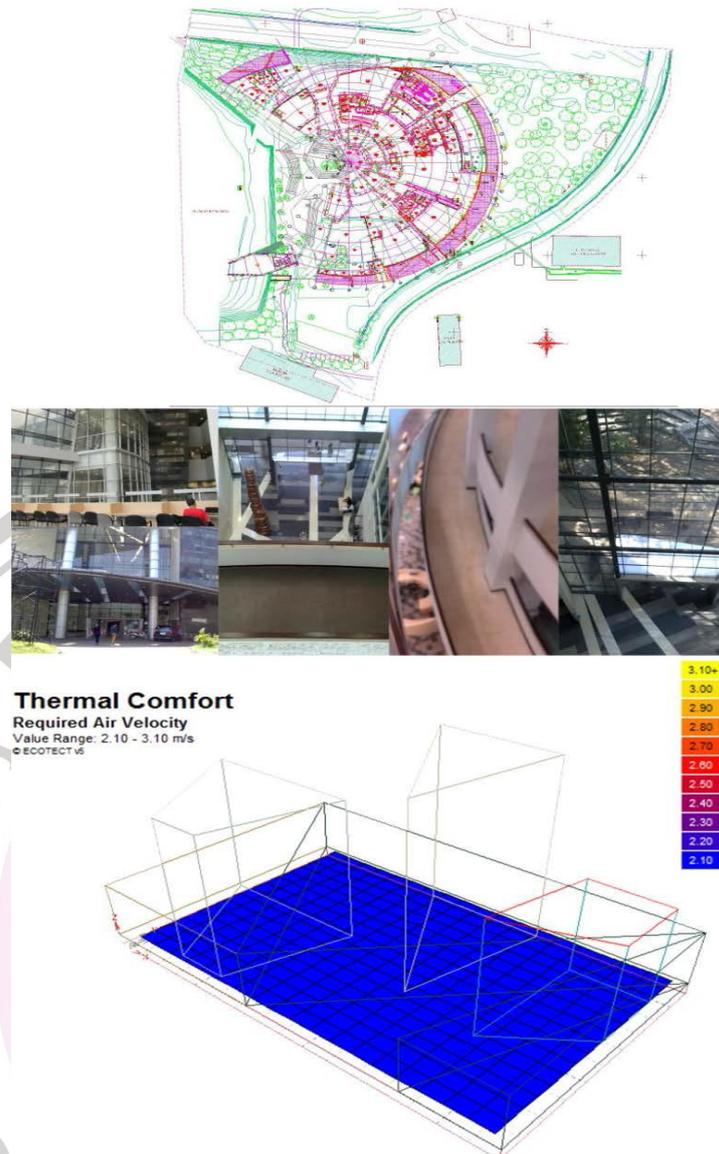
Didapatkan bahwa zona panas (kuning) berada arah barat, timur dan selatan dari bangunan, angka panas antara 0.40 watts – 0.26 *watts*, respon tampak bangunan pada bagian tersebut memaksimalkan penghijauan *roof garden*, meminimalkan bukaan, sifat beton yang dapat menyerap panas, angka normal terdapat pada arah utara dengan angka -0.30 watts.

Pemanasan dapat disebabkan selain oleh radiasi matahari langsung juga oleh radiasi panas yang dipantulkan pada bangunan, angin panas dan juga oleh letaknya. Pengumpulan panas dapat juga terjadi dalam, dengan hadirnya manusia dan juga hewan, adanya lampu, mesin yang bekerja, memasak, dan lain-lain. (pada temperatur normal manusia tidur meng-

hasilkan sekitar 70 watt/jam, pada pekerjaan ringan 100-160 watt/jam, dan pada pekerjaan berat sampai dia atas 600 watt/jam). Dari analisa menggunakan *ecotect* didapatkan bahwa zona panas (kuning) berada pada arah selatan dari bangunan angka panas antara 37.00 °C - 36.50 °C, angka normal 34.50 °C, angka dingin antara 32.00 °C – 32.50 °C. Zona temperatur panas (warna kuning no.1) ini terjadi salah satu penyebabnya dekat dengan ruang mesin. Pada lokasi direspon oleh bangunan dengan memasang AC di dalam bangunan, ruangnya pun cukup tertutup agar penggunaan AC dapat maksimal. Sedangkan zona normal (merah no.2) terlihat normal, interior tidak terlalu tertutup, pintu masuk dibiarkan terbuka karena temperatur diluar normal.



Gambar 6. Analisis Temperatur (*mean radiant temp*)
 Sumber: Diolah dengan software Ecotech, 2014.



Gambar 7. Analisis Gerakan Udara (*required air velocity*)
 Sumber: Diolah dengan software Ecotech, 2014.

Gerakan udara terjadi yang disebabkan oleh pemanasan lapisan-lapisan udara yang berbeda-beda. Skalanya berkisar mulai dari angin sepoi-sepoi sampai angin topan, yakni kekuatan angin 0 sampai 12 (Skala *Beaufort*). Dari analisis dengan *ecotech* didapatkan ruangan normal (berwarna biru) angkanya berkisar 2.10 m/s - 2.20 m/s ini terjadi karena plafon pada perpustakaan cukup tinggi sekitar 4m - 6m dan terdapat *void* di bangunan seperti di *lobby* sehingga sirkulasi udara dalam bangunan sangat baik.

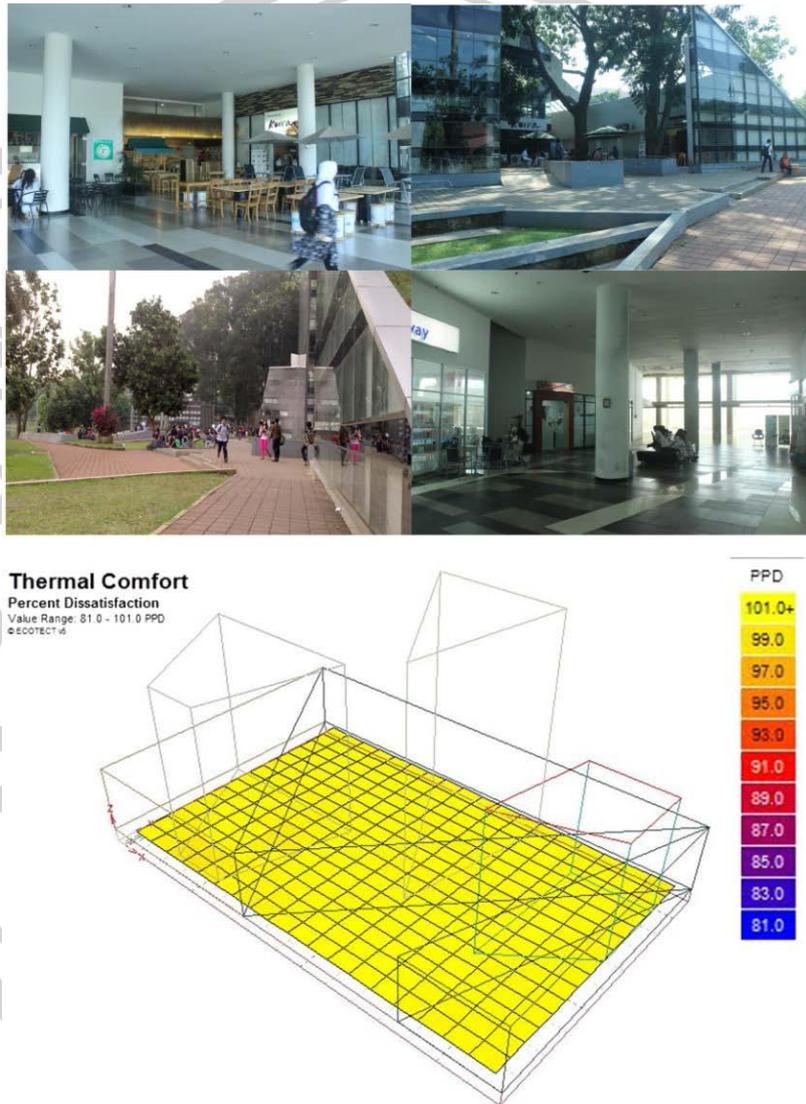
Tujuan setiap perencanaan adalah untuk menciptakan kenyamanan maksimum bagi

manusia. Di *ecotech* terdapat tolak ukur yang objektif untuk kenyamanan. Kekurangan adalah fisiologi manusia memang dapat dinyatakan dalam angka-angka, tetapi jiwanya tidak, Sedangkan kenyamanan adalah akibat dari kedua faktor ini. Nilai yang didapat dari analisa kenyamanan menggunakan *ecotech* 99.0 – 101.0+. warna kuning yang mendominasi pada pada analisa menunjukkan tingkat kenyamanan yang baik. Faktor yang menunjang kenyamanan pada bangunan ini yaitu orientasi desain yang sangat baik sesuai dengan keadaan tapak dan

banyaknya unsur-unsur vegetasi yang baik pada site.

Di *ecotect* terdapat tolak ukur yang objektif untuk kenyamanan. Kekurangannya adalah fisiologi manusia memang dapat dinyatakan dalam angka-angka, tetapi jiwanya tidak. Nilai yang didapat dari analisa kenyamanan menggunakan *ecotect* 99.0

– 101.0+, warna kuning yang mendominasi pada analisa menunjukkan tingkat kenyamanan yang baik. Orientasi desain yang sangat baik sesuai dengan keadaan tapak. Pemilihan material tampak bangunan yaitu material lokal yang sesuai dengan iklim tropis.



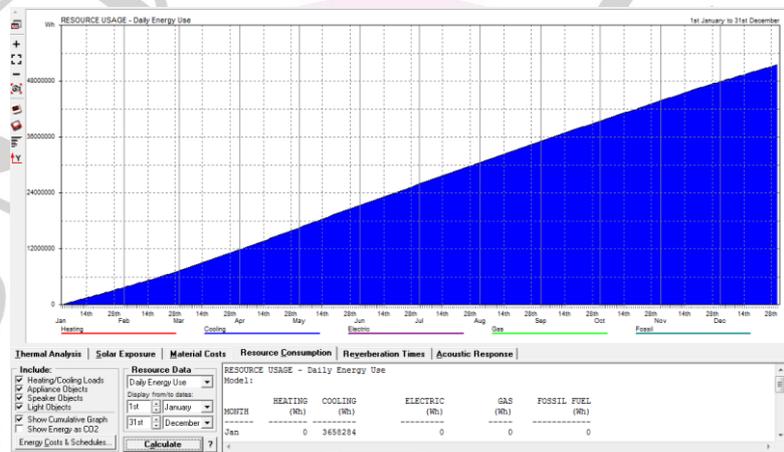
Gambar 8. Analisis kenyamanan (*predicted mean vote*)
Sumber: Diolah dengan software Ecotech, 2014.

Dibawah ini adalah grafik tingkat jumlah pemakaian konsumsi energi dari jumlah berbagai pemakaian energi listrik. Nilai

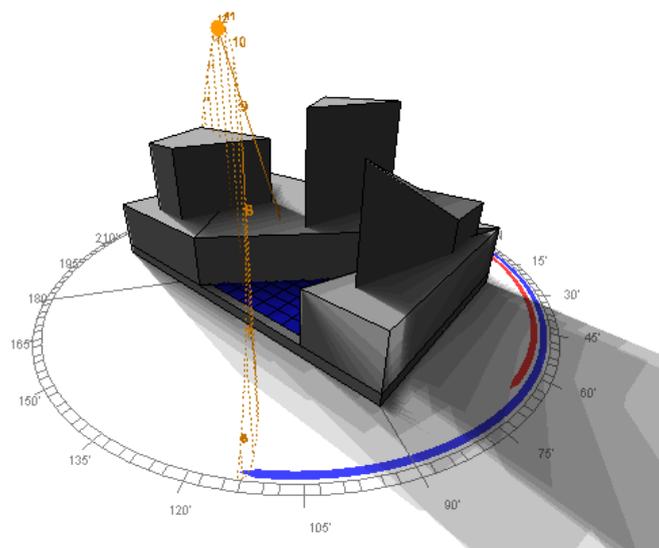
pemakaian energi listrik mulai dari 12000000 WH – 40000000 WH, jumlah pemakaian yang sangat tinggi, mengingat

bangunan ini juga cukup luas dan pemakai fasilitasnya juga banyak. Jumlahnya menurun

jukan naik (warna biru) mulai dari bulan Januari, Agustus hingga Desember.



Gambar 9. Analisis Energi (*determining resources usage*)
 Sumber: Diolah dengan software Ecotech, 2014.



Gambar 10. Pembayangan Bangunan
 Sumber: Diolah dengan software Ecotech, 2014.

KESIMPULAN

Dari analisa manual yang dilakukan melalui materi dan pengamatan lokasi langsung sebenarnya bangunan sudah cukup baik, mulai dari aspek iklim, orientasi bangunan, lokasi bangunan dan material sudah sangat sesuai dengan kondisi site lokasi perencanaan atau perencanaan sudah sangat matang. Hanya ada beberapa prinsip arsitektur tropis yang kurang sesuai diantaranya pemakaian lampu pada siang hari dan bangunan terlalu bergantung dengan AC.

1. Didapatkan bahwa zona panas (kuning) berada arah barat, timur dan selatan dari bangunan, angka panas antara 0.40 watts – 0.26 watts, respon fasad bangunan pada bagian tersebut memaksimalkan penghijauan *roof garden*, meminimalkan bukaan, sifat beton yang dapat menyerap panas, angka normal terdapat pada arah utara dengan angka -0.30 watts.
2. Didapatkan bahwa zona panas (kuning) berada pada arah utara dari bangunan angka panas antara 37.00 °C - 36.50 °C, ini karena pada zona terdapat tempat mesin ME, sehingga tampak dibiarkan tertutup oleh dinding. Di arah arah barat, timur dan selatan angka normal 34.50 °C, Pada daerah ini relatif tampak cenderung terbuka, sebagai pintu masuk perpustakaan.
3. Di *ecotect* terdapat tolak ukur yang objektif untuk kenyamanan. Kekurangannya adalah fisiologi manusia memang dapat dinyatakan dalam angka-angka, tetapi jiwanya tidak. Nilai yang didapat dari analisa kenyamanan menggunakan *ecotect* 99.0 – 101.0+. warna kuning yang mendominasi pada analisa menunjukkan tingkat kenyamanan yang

baik. Orientasi desain yang sangat baik sesuai dengan keadaan tapak.

4. Nilai pemakaian energi listrik mulai dari 12000000 WH – 40000000 WH, jumlah pemakaian yang sangat tinggi, mengingat bangunan ini juga cukup luas dan pemakai fasilitasnya juga banyak. Jumlahnya menunjukkan naik (warna biru) mulai dari bulan januari, agustus hingga desember.

DAFTAR PUSTAKA

- Aronin, Jeffrey Allison. 1953. *Climate & Architecture*. New York: Reinhold Publishing Corporation.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1993. *Standar: Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi Pada Bangunan Gedung*. Bandung: Yayasan LPMB.
- Egan, M. David. 1975. *Concept in Thermal Comfort*. London: Prentice-Hall International.
- http://.Squ1.org/wiki/evaporative_cooling
<http://kbbi.web.id/index.php?w=iklim>
<http://feelinbali.blogspot.com/2013/06/makalah-biologi-iklim-mikro-meso-dan.html>
http://.Squ1.org/wiki/evaporative_cooling
- Krishan, A. et al. 200. *Climate Responsive Architecture*. New Delhi: Tata Mc Graw-Hill.
- Lippameier, George. 1994. *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga.
- Markus, T A & Morris, E.N. 1980. *Buildings, Climate and Energy*. London: Pitman Publishing Limited.
- Mangunwijaya, Y.B. 1998. *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Djembatan.
- Prakoso, Naga Artha. 2014. *Jurnal Reka Karsa, Vol.2, No.2, Agustus 2014*