

Evaluasi Luas Bukaannya dan Orientasi Ruang Kelas terhadap Pencahayaan Alami dan Radiasi Matahari dengan Simulasi *Software* IES VE 2019

Murwantoro Panghargiyo*

Arsitektur, Universitas Teknologi Yogyakarta, 55164
murwantoro.panghargiyo@staff.uty.ac.id

*Corresponding author

Wiliarto Wirasmoyo

Arsitektur, Universitas Teknologi Yogyakarta, 55164
wiliarto_w@uty.ac.id

Abstrak— Ketergantungan kita pada energi listrik sangat tinggi, sementara produksi listrik pada umumnya berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Usaha-usaha untuk menemukan energi alternatif sangat diperlukan. Penelitian ini berusaha untuk menginvestigasi luas bukaan ruang kelas gedung B kampus 3 Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY) serta orientasinya pada ruang kelas yang optimal terhadap tingkat iluminasi pencahayaan alami dan radiasi matahari yang masih diizinkan. Dengan luas bukaan ruang yang tepat, maka diharapkan penggunaan listrik untuk *artificial lighting* dan pendinginan udara dapat diminimalisir. Acuan kerja untuk penelitian ini adalah dari SNI 3 - 6197 untuk standar pencahayaan ruang kelas sebesar 250 luks pada *workplane*. Sedangkan acuan untuk radiasi pada ruang kelas adalah SNI 03 - 6389 yaitu untuk ottv sebesar 45 watt/m². Penelitian ini dilakukan dengan membangun model tiga dimensi berdasarkan studi kasus pada ruang-ruang kelas di Gedung B Kampus 3 UTY. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ruang-ruang yang bermasalah dalam menerima pencahayaan alami maupun radiasi matahari serta meneliti orientasi bukaan terhadap jumlah pencahayaan alami dan radiasi matahari yang diterima oleh ruang kelas. Hasil penelitian yang didapatkan adalah berupa rekomendasi untuk saran perbaikan terhadap adanya kekurangan iluminasi pencahayaan alami di dalam ruang maupun keadaan termal gedung B kampus 3 Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY) yang akan berpengaruh terhadap beban pendinginan ruang.

Kata Kunci— Luas Bukaannya, Orientasi, Iluminasi, Radiasi, Acuan Kerja

I. PENDAHULUAN

Penggunaan sumber daya alam yang tidak terbaharui dewasa ini semakin meningkat, sementara itu usaha-usaha penghematan energi yang dilakukan di Indonesia masih sangat kurang (Mediastika, 2021). Ketergantungan kita terhadap energi listrik untuk aktifitas sehari-hari masih sangat besar.

PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) mencatat konsumsi listrik sepanjang kuartal I 2019 mencapai

78,18 TeraWatt-hour (TWh). Dari jumlah tersebut, sektor rumah tangga tercatat sebagai konsumen listrik terbesar. Senior Executive Vice President Bisnis dan Pelayanan Pelanggan PLN Yuddy Setyo Wicaksono menyampaikan konsumsi listrik sektor rumah tangga memegang porsi sebesar 48,85%. Disusul dengan sektor industri yang sebanyak 32,44%. Lalu sektor bisnis sebesar 18,23% dan 7,48% tersebar di pelanggan sosial dan publik (industri.kontan.co.id)

Konsumsi listrik yang sangat besar di satu sisi menggambarkan kemajuan peradaban dari suatu negara, tapi pada sisi lain juga mengkhawatirkan. Hal ini disebabkan karena sebagian besar pasokan energi listrik masih dihasilkan dari sumber daya alam yang berbahan dasar carbon. Selain lambat laun akan habis, sumber daya ini juga menghasilkan CO₂ sebagai emisi gas buang. (Haqqi & Wijayati, 2019)

Oleh karena itu perlu dikembangkan usaha-usaha penemuan sumber energi baru dari bahan baku yang dapat terbaharui maupun usaha penghematan energi yang serius dan berbasis pada riset. Desain pasif dalam lingkup arsitektur adalah desain yang memanfaatkan iklim untuk mempertahankan kisaran suhu yang nyaman di rumah. Desain pasif mengurangi atau menghilangkan kebutuhan untuk pemanasan atau pendinginan tambahan, yang menyumbang sekitar 40% (atau bahkan lebih pada iklim lain) penggunaan energi di rumah rata-rata (Astika dkk, 2019)

Sedangkan desain aktif adalah penyelesaian suatu permasalahan dengan menggunakan mesin atau alat-alat buatan. Contohnya adalah penggunaan mesin AC untuk permasalahan pendinginan udara, pemanfaatan cahaya lampu untuk mendukung kebutuhan akan pencahayaan pada ruang. Pendinginan aktif pada saat ini pada umumnya masih menggunakan energi listrik sebagai sumber energi utama.

Kampus sebagai wadah proses belajar mengajar juga menyumbang pemakaian listrik yang cukup besar, yaitu sebagian dari jumlah pemakaian industri sebesar 32,44%. Penggunaan energi listrik di kampus pada umumnya akan dihabiskan pada aspek pencahayaan dan pengkondisian udara. Pemahaman yang mendalam mengenai iluminasi dan radiasi akan membantu kita semua dalam melakukan usaha-usaha penghematan energi listrik. Desain bukaan yang tepat akan memberikan efek kenyamanan secara visual maupun

termal bagi keberlangsungan proses belajar mengajar yang diselenggarakan oleh kampus.

Penelitian ini berkontribusi untuk menentukan luas bukaan yang paling optimal bagi ruang kelas dalam mengakomodasi pencahayaan alami dan membatasi tingkat radiasi pada toleransi yang diijinkan masuk ke dalam ruang. Serta menentukan ke arah manakah orientasi bukaan yang paling optimal bagi ruang kelas dalam mengakomodasi pencahayaan alami dan membatasi tingkat radiasi pada toleransi yang diijinkan masuk ke dalam ruang.

II. STUDI PUSTAKA

A. Elemen Penentu Kenyamanan

a. Pasif Desain

Pasif desain memanfaatkan keuntungan iklim untuk menjaga kenyamanan temperatur di dalam ruangan. Pasif desain mengurangi atau bahkan dapat menghilangkan kebutuhan akan pemanasan ruang ataupun pendinginan ruang, yang terhitung hingga mencapai 40% (atau lebih). (Febrita, 2011)

Untuk hasil terbaik, rumah 'pasif' membutuhkan pengguna 'aktif' atau orang-orang yang memiliki pemahaman dasar tentang bagaimana rumah bekerja dengan iklim harian dan musiman, seperti kapan membuka atau menutup jendela, dan cara mengoperasikan naungan yang bisa dirubah posisinya (Prasasto, 2005).

Sejumlah strategi yang berbeda dan saling terkait berkontribusi untuk desain pasif yang baik. Strategi desain pasif bervariasi sesuai iklim. Desain pasif yang baik sangat penting untuk mencapai kenyamanan termal selamanya, tagihan energi yang rendah dan emisi gas rumah kaca yang rendah.

b. Desain untuk Iklim

Desain pasif yang baik dapat menjamin penghuni tetap nyaman secara termal dengan tambahan mesin pendingin maupun tidak, dan di manapun lokasi bangunan berada. Untuk wilayah di Indonesia secara umum memiliki iklim tropis lembab. Yaitu iklim tropis dengan kadar kelembaban yang sangat tinggi (dapat mencapai 90%). (Nugroho, 2019)

c. Orientasi

Orientasi merujuk pada bagaimana cara menempatkan bangunan di dalam site untuk mengambil keuntungan dari iklim. Sebagai contoh adalah kebutuhan akan penyinaran matahari untuk pencahayaan dan kebutuhan akan pergerakan angin untuk pendinginan. Untuk iklim tropis pada umumnya orientasi utara akan memberikan keuntungan yang lebih. Orientasi yang baik akan mengurangi kebutuhan akan pendinginan ruang maupun tambahan *artificial lighting* (Ayuningtyas & Suryabrata, 2019).

d. Elemen Peneduh (Shading Device)

Memberikan naungan pada bukaan bangunan maupun pada dinding bangunan akan mengurangi efek radiasi matahari yang langsung masuk ke dalam bangunan. Atau pun mencegah sinar matahari langsung untuk memanaskan dinding bangunan. Elemen

pembayang yang efektif dapat menangkal hingga 90% dari efek pemanasan langsung. Menaungi kaca untuk mencegah radiasi yang tidak diinginkan untuk memasuki ruangan juga menjadi suatu hal yang penting. Kaca tanpa naungan seringkali menjadi sumber panas yang tidak diinginkan. (Jamila & Satwikasari, 2020)

e. Thermal Mass

Thermal mass adalah kemampuan dari material untuk menyerap dan menyimpan panas. Beberapa material yang '*dense*' (padat penyusunnya) memiliki kemampuan untuk menyimpan panas yang tinggi. Oleh karenanya dikatakan sebagai *high thermal mass* (beton, batu bata, keramik). Sedangkan material yang ringan seperti kayu memiliki kapasitas '*thermal mass*' yang rendah (Latifah, 2015).

f. Kaca

Kaca pada pintu atau jendela dapat membawa cahaya masuk ke dalam ruang. Kaca juga memperlihatkan *view* dari ruang luar. Tetapi kaca juga dapat memasukkan radiasi matahari yang tidak diinginkan ke dalam ruangan. Selain itu sinar matahari dapat menerobos langsung melalui kaca dan dapat memanaskan interior yang dapat berakibat bagi '*long wave radiation effect*' bagi ruang dalam. Tercatat hingga 87% heat gain dapat masuk melalui kaca. Permasalahan termal ini dapat diselesaikan dengan memilih kaca yang memiliki *shading coefficient* yang tepat atau dengan memberikan naungan pada kaca yang mencegah sinar matahari langsung masuk ke dalam ruang (Wicaksono & Tisnawati, 2014)

g. Iluminasi Pencahayaan Alami

Cahaya adalah perambatan gelombang yang dihasilkan oleh kombinasi medan listrik dan medan magnet. Gelombang yang dihasilkan oleh kombinasi medan listrik dan medan magnet disebut gelombang elektromagnetik. Pada mulanya, cahaya didefinisikan sebagai aliran partikel yang dipancarkan oleh benda penghasil cahaya (sumber cahaya). Tetapi, penyelidikan lain menyatakan bahwa cahaya adalah gelombang karena cahaya memiliki sifat-sifat seperti yang dimiliki gelombang. Pada akhirnya, kedua teori ini dianggap benar oleh para ahli (Latifah, 2015)

Di dalam menjalankan aktifitas sehari-hari kita membutuhkan ketersediaan cahaya yang cukup memadai. Cahaya yang kita perlukan berasal dari sumber pencahayaan alami (matahari) atau sumber pencahayaan buatan (*artificial lighting*). Sumber cahaya alami tersedia melimpah pada siang hari. Kita hanya perlu untuk mengatur agar radiasi matahari tidak ikut terbawa pada saat kita memanfaatkan cahaya matahari. Sedangkan pada malam hari kita tidak dapat memanfaatkan sinar matahari langsung, melainkan yang sudah kita rubah dalam bentuk energi listrik melalui sel *photovoltaic* yang disimpan dalam baterai.

h. Radiasi Matahari

Radiasi Matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di matahari (Islammiyati dkk, 2019). Energi radiasi matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik dapat dibedakan menjadi :

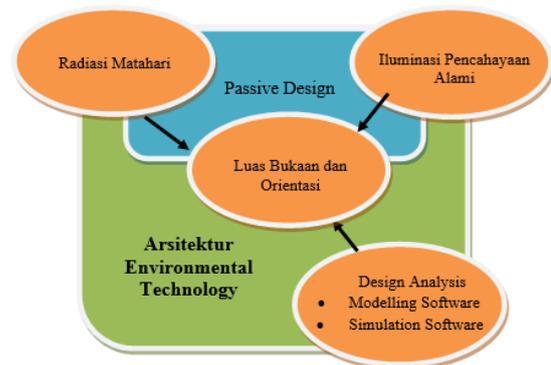
1. Radiasi yang terlihat oleh mata kita (*visible radiation*/cahaya).
2. Radiasi yang dapat kita rasakan (kulit, wajah), namanya radiasi infra merah.

Panjang gelombang radiasi inframerah lebih panjang daripada panjang gelombang cahaya (*visible radiation*). Jumlah total radiasi yang diterima di permukaan bumi tergantung 4 (empat) faktor, yaitu (Mudzakir, 2008):

- a. Jarak matahari. Setiap perubahan jarak bumi dan matahari menimbulkan variasi terhadap penerimaan energi matahari.
- b. Intensitas radiasi matahari yaitu besar kecilnya sudut datang sinar matahari pada permukaan bumi. Jumlah yang diterima berbanding lurus dengan sudut besarnya sudut datang. Sinar dengan sudut datang yang miring kurang memberikan energi pada permukaan bumi disebabkan karena energinya tersebar pada permukaan yang luas dan juga karena sinar tersebut harus menempuh lapisan atmosphere yang lebih jauh ketimbang jika sinar dengan sudut datang yang tegak lurus.
- c. Panjang hari (*sun duration*), yaitu jarak dan lamanya antara matahari terbit dan matahari terbenam.
- d. Pengaruh atmosfer. Sinar yang melalui atmosfer sebagian akan diabsorpsi oleh gas-gas, debu dan uap air, dipantulkan kembali, dipancarkan dan sisanya diteruskan ke permukaan bumi.

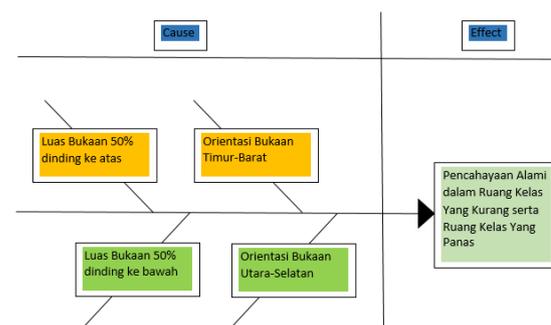
III. METODOLOGI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ruang-ruang yang bermasalah secara pencahayaan maupun radiasinya, dan pada akhirnya dapat memberikan rekomendasi berapa ukuran bukaan jendela yang optimal untuk mengakomodasi jumlah pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang dan sekaligus meminimalkan atau membatasi radiasi matahari yang masuk ke dalam ruang. Permodelan ini digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. State of The Art

Penelitian ini dilakukan dengan proses pemodelan 3 dimensi ruang-ruang pada gedung B Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY). Penelitian ini menggunakan *software* AutoCAD/Skech up dan nantinya file akan dirubah dalam bentuk dxf. Kemudian file diimport dari *software* IES Virtual Environment dan dilakukan simulasi dari software IES VE 2019. Langkah proses didokumentasikan secara lengkap dan hasil dari representasi model dievaluasi secara deskriptif (lihat gambar 2)



Gambar 2. Diagram Fishbone penelitian

Penelitian ini berbasis pada simulasi dengan menggunakan model ruang yang dibangun dari studi kasus ruang-ruang di Gedung B Kampus 3 Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY) (lihat gambar 3)

Objek amatan dalam penelitian meliputi seluruh ruang-ruang kuliah di Gedung B Kampus 3 Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY) yang beralamat di Jl. Prof. DR. Soepomo SH No.21, Muja Muju, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55165.



Gambar 3. Gedung B Universitas Teknologi Yogyakarta dari sisi timur

Sejalan dengan rencana pengembangan kampus Universitas Teknologi Yogyakarta yang akan memakai konsep *'smart and green kampus'*, maka kampus 3 dipilih karena letaknya yang di pusat kota, vegetasi yang tidak banyak, halaman dan parkir yang lebih banyak terdiri dari perkerasan, sehingga efek radiasi pada gedung ini akan lebih terasa.

Gedung B terdiri dari dua lantai, berbentuk L, dan memiliki selasar di sisi kanan dan kirinya. Gedung ini memiliki bentuk atap limasan dengan tambahan atap tritisan pada sisi selasarnya (lihat gambar 4).



Gambar 4. Pemodelan 3 dimensi Gedung B Kampus 3 UTY Dengan Skecth Up

Fungsi ruang pada gedung B (lihat gambar 5) ini pada umumnya adalah sebagai ruang kelas, ruang studio gambar, dan ruang transit dosen. Pada sudut pertemuan bentuk L diletakkan kamar mandi untuk tiap lantainya dan ruang tangga pada arah sisi barat. Sedangkan pada ujung timur lantai 2 terdapat ruang transit dosen.



Gambar 5. Gedung B Universitas Teknologi Yogyakarta dari sisi barat

a. Materi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang berbasis pada simulasi menggunakan *software IES Virtual Environment* dengan studi kasus ruang-ruang kuliah pada gedung B Kampus 3 Universitas Teknologi Yogyakarta untuk memperoleh 3 dimensi ruangnya dalam bentuk *file dxf*. Kemudian file diimport dari *software IES VE 2019* untuk dilakukan simulasi. Data hasil simulasi dianalisis secara manual menggunakan program excel. Variabel yang diteliti adalah variabel iluminasi dan radiasi yang diterima di dalam ruang kelas.

b. Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah kamera, laptop dan *software IES Virtual Environment 2019* (merupakan *software* untuk simulasi bangunan yang cepat dan akurat dan saat ini banyak digunakan untuk para peneliti maupun praktisi di dunia karena hasil pengukurannya relatif akurat).

b. Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari proses simulasi yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan *software IES Virtual Environment 2019*. Simulasi dilakukan terhadap model yang sudah dibangun berdasarkan bentuk geometri ruang-ruang pada gedung B kampus UTY.

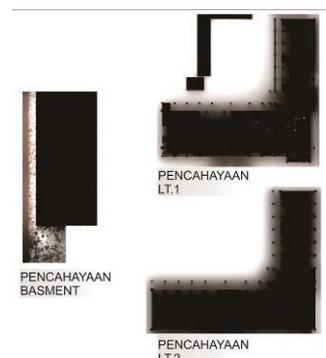
Setelah proses simulasi selesai data dikumpulkan, kemudian dilakukan analisis dengan menghubungkan berbagai jenis data yang telah didapatkan dari proses simulasi dengan *software IES Virtual Environment 2019*.

IV. PEMBAHASAN

Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis jumlah pencahayaan alami yang masuk ke gedung, dan menganalisis *OTTV* yang masuk di setiap sisi gedung. Untuk parameter pencahayaan alami yang sudah ideal menggunakan standar GBCI, yaitu 30% area dari seluruh total luas ruangan dapat terkena cahaya alami sebesar 300lux, dan standar *OTTV* yang di gunakan adalah SNI dengan 35W/m².

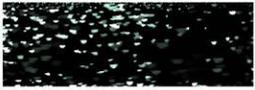
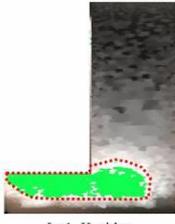
A. Simulasi Pencahayaan Alami (Daylighting)

Untuk mendapatkan hasil akhir yang lebih baik dengan visualisasi lebih terperinci, analisis dilakukan berdasarkan hasil simulasi dari ruang-ruang yang ada pada Gedung B kampus 3 UTY (lihat gambar 6, Tabel 1 sampai 3).

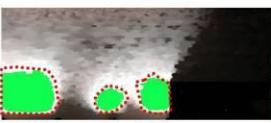
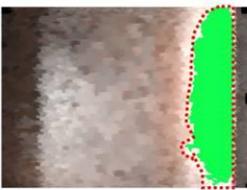
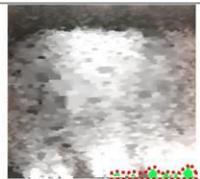


Gambar 6. Hasil simulasi pencahayaan alami

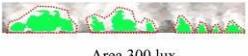
Tabel 1. Analisis Pencahayaan Alami pada Ruang menurut GBCI

R u a n g a n	Keterangan
 Lt.1_R.B.1.2	Jumlah cahaya alami yg masuk ke dalam ruangan dengan intensitas di atas 300 lux memiliki luas kurang lebih hanya 10% dari luas ruangan tersebut, itu artinya ruang B.1.2 masih kurang mendapatkan sinar matahari yang cukup.  Area 300 lux
 Lt.1_R.B.1.3	Ruang B.1.3 ini memiliki titik cahaya yang terlihat tidak penuh, artinya cahaya di dalam ruangan ini hanya remang-remang saja, sehingga dipastikan tidak ada area yang mendapatkan 300 lux.
 Lt.1_Koridor	Area yang tersinari cahaya 300 lux di koridor gedung ini kurang lebih 20% yang hampir mendekati minimal batas kenyamanan pengguna, namun koridor masih tetap bisa digunakan hanya saja kurang nyaman, menurut standar dari GBCI.  Area 300 lux
 Lt.1_R.B.1.5	Pada ruang B.1.5 area yang tersinari cahaya 300 lux menunjukan warna hijau yang pekat, itu artinya cahaya masuk memang sudah terang namun hanya kurang luas permukaan yang tersinari, terlihat pada gambar di samping area yang tersinari 300 lux kurang lebih 25% dari seluruh luas ruangan.  Area 300 lux

Tabel 2. Analisis Pencahayaan Alami Pada Ruang menurut GBCI

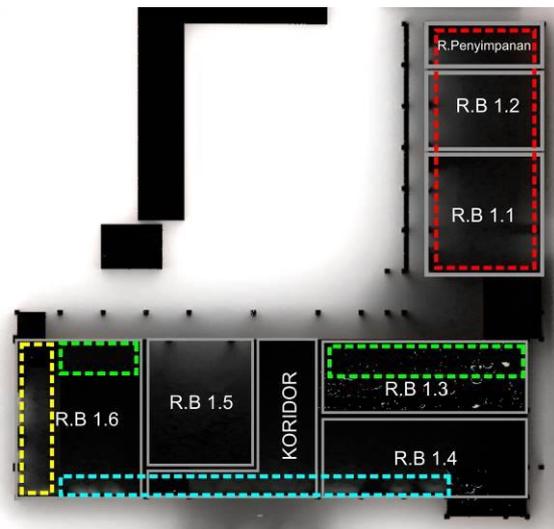
R u a n g a n	Keterangan
 Lt.1_R.B.1.4	Pada ruang B.1.4 area yang tersinari cahaya 300 lux tidak lebih dari 20% ditambah dengan area hitam yang menandakan cahaya terhalang oleh dinding, hal ini mengakibatkan pemborosan listrik karena penggunaan lampu di area-area gelap seperti pada gambar tersebut.  Area 300 lux
 Lt.1_R.B.1.6	Ruang B.1.6 hanya memiliki kurang lebih 10% area yang tersinari cahaya 300 lux, hal ini menunjukan ruang ini sangat membutuhkan cahaya yang lebih.  Area 300 lux
 Lt.2_R. Transit Dosen	Area yang tersinari cahaya 300 lux di ruang transit dosen terlihat hijau padat namun luas yang tersinari 300lux tidak lebih dari 25%, sudah hampir nyaman untuk digunakan oleh pengguna ruangan tersebut.  Area 300 lux
 Lt.2_R.B.2.1	Karena ruang B.2.1 memiliki lokasi yang tinggi dan bukaan yang luas area yang tersinari 300 lux kurang lebih sudah 30% sehingga ruangan ini nyaman digunakan menurut peraturan yang tertera di GBCI.  Area 300 lux
 Lt.2_R.B.2.2	Ruang B.2.2 memiliki area yang tertandai bercak putih hampir seluruh ruangan, itu artinya ruangan tetap mendapatkan cahaya dari bukaan yang ada namun tidak sampai 300lux. Hal ini dikarenakan ruangan terletak di sudut gedung.
 Lt.2_R.B.2.3	Area yang tersinari 300 lux di ruang B.2.3 tidak lebih dari 5% membuat ruangan ini kurang nyaman saat digunakan menurut standar kenyamanan dari GBCI.  Area 300 lux

Tabel 3. Analisis Pencahayaan Alami Pada Ruangan menurut GBCI

R u a n g a n	Keterangan
 Lt.2_R.B.2.4	Ruang B.2.4 hampir semua sisi mendapatkan cahaya namun tidak sampai 300lux, hal ini bisa terjadi karena shading yang terlalu menjorok kedepan sehingga hampir tidak ada yang mendapatkan cahaya sebesar 300lux.  Area 300 lux
 Lt.2_R.B.2.5	Ruang B.2.5 memiliki area yang tersinari 300lux tidak lebih dari 10% namun, cahaya dibawah 300lux hampir memenuhi seluruh ruangan ini, sehingga pengguna masih dapat menggunakannya hanya saja kurang nyaman menurut acuan standar kenyamanan dari GBCI.  Area 300 lux

B. Analisis Hasil Simulasi

Dapat dilihat pada gambar 7, Gedung kampus 3 UTY terdiri dari 2 lantai dan terbagi menjadi sisi sayap selatan dan sayap barat. Berikut permasalahan yang terdapat pada lantai 1 Gedung B Kampus 3 UTY, yaitu yang ditunjukkan dengan garis putus-putus dengan warna berbeda.



Gambar 7. Analisis Pencahayaan Lantai 1 Gedung B

Keterangan Gambar 7 (lantai 1):

a. Kotak Kuning

Mendapatkan *daylight* tertinggi karena ada bukaan di sisi barat dan utara, meningkatkan *daylight* dengan drastis.

b. Kotak Biru

Window Wall Ratio (WWR) sudah mencukupi, namun permasalahan utama ada di shading yang juga terlalu menjorok ke depan, sehingga tidak ada berkas cahaya langsung yang masuk ke jendela dari pukul 09.00 – 15.00. Adanya balkon sangat mengurangi masuknya berkas sinar matahari.

b. Kotak Hijau

1. Permasalahan utama adalah adanya shading, karena shading yang terlalu menjorok ke depan, sehingga berkas matahari dari pukul 09.00 – 15.00 tidak bisa memasuki jendela.
2. Permasalahan kedua adalah *WWR* yang terlalu kecil. Luasan jendela di kedua sisi ruangan dapat diperbesar untuk meningkatkan introduksi *daylight*.

c. Kotak Merah

1. Permasalahan utama adalah orientasi, karena sumber cahaya matahari langsung hanya didapat di bulan April s.d. September. Potensi ini diperburuk dengan panjangnya shading yang menghalangi datangnya berkas cahaya matahari.
2. Jendela di sebelah selatan tidak dapat berfungsi karena tertutup sepenuhnya oleh bangunan tinggi di sampingnya.
3. *Window Wall Ratio* sudah mencukupi.



Gambar 8. Analisis Pencahayaan Lantai 2 Gedung B

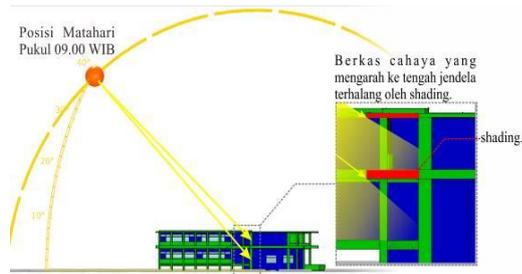
Keterangan Gambar 8 (lantai 2):

a. Kotak Kuning

WWR sudah cukup, namun permasalahan Kembali ke shading yang terlalu menjorok ke depan, sehingga berkas sinar matahari tidak dapat masuk ke jendela dari pukul 09.00 – 15.00, terlebih shading di sisi barat dan balkon yang sangat lebar.

b. Kotak Biru

1. Meskipun orientasi bermasalah karena tertutup bangunan di sebelahnya, namun posisi di lantai dua meminimalisir dampak pembayangan lingkungan.
2. Berkas sinar matahari langsung sudah berhasil masuk ke jendela, namun masih relatif sedikit, dan penyebabnya adalah shading terlalu lebar.
3. Jendela di sisi selatan dapat berkontribusi terhadap performa *daylight*, karena meskipun tertutup bangunan, jendela berada di lantai 2 (lihat gambar 9).



Gambar 9. Visualisasi Cahaya terhalang Shading

Saat pagi hari pukul 09.00 WIB ruang kelas mendapat cahaya kurang maksimal karena *shading* yang terlalu menjorok ke depan, sehingga cahaya matahari dengan sudut 40° terhalang.

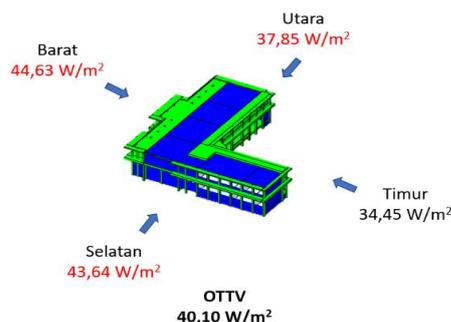
C. Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

Parameter yang digunakan untuk menilai keadaan OTTV (lihat gambar 10) yang masuk ke dalam ruangan digunakan standar dari SNI dan standard negara Malaysia. Standar dari SNI adalah 35 watt/m^2 , sedangkan standar Malaysia adalah 50 watt/m^2 . Dengan melihat melalui dua parameter tersebut diharapkan lebih ada penyesuaian terhadap hasil simulasi.



Gambar 10. OTTV Gedung B Kampus 3 UTY dari software IES VE 2019

Setelah dilakukan simulasi pada *software* IES VE 2019 didapatkan data nilai OTTV berada pada angka $40,01 \text{ w/m}^2$. Sedangkan nilai RTTV adalah $0,21 \text{ w/m}^2$. Sehingga apabila menggunakan parameter SNI sebesar 35 watt/m^2 maka nilai OTTV masih terlalu tinggi. Namun jika menggunakan standar Malaysia sebesar 50 watt/m^2 maka nilai OTTV ini sudah mencukupi. Berikut hasil simulasi yang dilakukan dengan *software* IES VE 2019.



Gambar 11. Hasil OTTV Gedung B Kampus 3 UTY

Gambar 11 merupakan visualisasi hasil simulasi, dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa OTTV yang memenuhi standar SNI sebesar 35 W/m^2 hanya bagian timur sebesar $34,45 \text{ W/m}^2$, namun jika menggunakan standar Malaysia OTTV yang didapat sudah memenuhi standar karena standar dari Malaysia sebesar 50 W/m^2 .

D. Analisis Hasil Simulasi OTTV

Hasil simulasi ottv dari *software* IES VE 2019 bahwa gedung B kampus 3 Universitas Teknologi Yogyakarta belum memenuhi Standar Nasional Indonesia, perlu perbaikan di beberapa unsur bangunan yaitu dengan perbaikan desain selubung utara, selatan, dan barat dengan mengubah :

- Rasio bukaan jendela
- Nilai OTTV yang tinggi mengharuskan kita untuk mengurangi jumlah bukaan atau mengurangi luasan jendela yang ada. Jika nilai OTTV sudah mencukupi, maka luasan jendela bisa diperbesar atau jumlah jendela bisa ditambah.
- Mengubah material selubung bangunan baik dinding maupun jendela dengan material yang lebih baik. Menambahkan material insulasi pada dinding bisa menjadi salah satu solusi untuk mengurangi nilai OTTV ke dalam bangunan.
- Mempertimbangkan *daylight* dalam upaya peningkatan kualitas OTTV.

V. KESIMPULAN

Teridentifikasi bahwa gedung B kampus 3 Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY) memiliki kekurangan iluminasi pencahayaan alami di dalam ruang maupun keadaan thermal yang akan berpengaruh terhadap beban pendinginan. Tindakan yang disarankan adalah menambahkan bukaan di beberapa titik tertentu, merubah posisi, ukuran, dan material shading yang digunakan agar cahaya dapat masuk secara optimal. Renovasi yang terencana tentunya akan menghasilkan kualitas ruangan yang lebih baik dari sebelumnya.

Secara umum nilai pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan masih ada di bawah standar GBCI (*Green Building Council Indonesia*). Terdapat dua cara agar 30% dari total luas ruangan dapat tersinari cahaya sebesar 300lux, yaitu menambah bukaan di beberapa ruangan yang terlalu gelap dan mengurangi lebar shading atau mengganti dengan material transparan di beberapa titik shading agar cahaya tetap bisa masuk.

Selain menambah bukaan pada ruang yang terlalu gelap, dapat dilakukan cara ke 2, yaitu mengurangi lebar shading sekitar $0,75 - 1,2 \text{ m}$ pada semua lantai. Setelah hal tersebut diterapkan ruangan-ruangan yang terlalu gelap bisa menjadi lebih nyaman menurut acuan dari GBCI karena cahaya dengan intensitas 300 lux dapat menerangi lebih dari 30% total luas ruangan tersebut, selain itu ruangan-ruangan yang sudah hampir mendekati acuan kenyamanan dari GBCI akan lebih sempurna lagi dalam hal pencahayaan karena shading di sekeliling bangunan sudah mempunyai ukuran yang optimal.

Setelah membahas permasalahan bukaan dengan mengacu pada peraturan GBCI tentang 30% luas ruangan dengan pencahayaan alami sebesar 300 lux, maka akan timbul potensi radiasi matahari yang disalurkan melalui dinding, jendela, dan material selubung bangunan lainnya, akan lebih meningkat. Oleh karena itu maka simulasi *OTTV* melalui *software* IES VE ini perlu dilakukan.

Dari data hasil simulasi di atas perbaikan selubung bangunan harus dilakukan di sisi utara, selatan, dan barat. Perbaikan dapat dilakukan dengan dua metode yaitu menambahkan material insulasi pada dinding atau jendela yang memiliki *OTTV* berlebih, lalu yang kedua mengganti material selubung bangunan yang terpapar radiasi matahari dengan material yang lebih efisien untuk meredam radiasi matahari. Solusi ini dipilih dengan pertimbangan fungsi ruangan yaitu sebagai ruang kelas yang membutuhkan cahaya yang cukup namun tidak menimbulkan panas berlebih.

Solusi yang sesuai jika diterapkan dengan baik dan benar akan menghasilkan *OTTV* dan pencahayaan yang nyaman dan dapat memenuhi kebutuhan pengguna ruang kelas sesuai standar SNI tentang *OTTV* sebesar $35\text{W}/\text{m}^2$ dan standar GBCI tentang pencahayaan alami dengan acuan 30% luas ruangan harus mendapatkan iluminasi pada *workplane* sebesar 300 lux ke atas.

DAFTAR PUSTAKA

- Astika, I. M., Winaya, I. N. S., Subagia, A., Wirawan, I. D. G., Santhiarsa, I. K. G., Suarsana, I. G. N., ... & Dwijana, I. G. K. (2019). Phase change materials for building applications: A review. *Proceeding SNTTM*, 18, 1-10.
- Ayuningtyas, N. V., & Suryabrata, J. A. (2019). Analisis material dinding yang berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan termal bangunan; studi kasus bangunan rumah tinggal desain dari Puslitbang Perumahan dan Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum. *Jurnal Arsitektur Pendapa*, 2(1), 11-19.
- Febrita, Y. (2011). Ventilasi Solar Chimney Sebagai Alternatif Desain Passive Cooling di Iklim Tropis Lembab. *Ruang: Jurnal Arsitektur*, 3(1), 221050.
- Haqqi, H., & Wijayati, H. (2019). Revolusi industri 4.0 di tengah society 5.0: sebuah integrasi ruang, terobosan teknologi, dan transformasi kehidupan di era disruptif. *Anak Hebat Indonesia*.
- Islammiyati, I., Azwar, A., & Sutikno, S. (2019). Analisis potensi energi matahari menggunakan data lama penyinaran matahari (LPM) Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, 7(3), 238-245.
- Jamila, A. F., & Satwikasari, A. F. (2020). Konsep Arsitektur Tropis Modern pada Bangunan Kuliner Gading Festival Sedayu City. *Jurnal Linears*, 3(2), 73-78.
- Kontan.co.id (2019). Konsumsilistrikkuartal 2019 capai 7818 Twh Terbanyak dari Rumah Tangga. <https://industri.kontan.co.id/news/konsumsi-listrik-kuartal-i-2019-capai-7818-twh-terbanyak-dari-rumah-tangga>
- Latifah, N. L. (2015). Fisika Bangunan 1. Griya Kreasi.
- Latifah, N. L. (2015). Fisika Bangunan 2. Griya Kreasi.
- Mediastika, C. E. (2021). Hemat energi dan lestari lingkungan melalui bangunan. Penerbit Andi.
- Mudzakir, A. (2008). Metode Spektroskopi Inframerah untuk Analisis Material. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Nugroho, A. M. (2019). Rekayasa Ventilasi Alami untuk Penyejukan Bangunan. Universitas Brawijaya Press.
- Prasasto, S. (2005). Arsitektur Sadar Energi, Pemanfaatan Komputer dan Internet untuk merancang Bangunan Ramah Lingkungan. Yogyakarta.: Andi Offset.
- Wicaksono, A. A., & Tisnawati, E. (2014). Teori interior. Griya Kreasi.