



ARCADÉ

JURNAL ARSITEKTUR

p-ISSN: 2580-8613 (Cetak)

e-ISSN: 2597-3746 (Online)

<http://jurnal.universitaskabangsaan.ac.id/index.php/arcade>



EVALUASI KENYAMANAN VISUAL PADA PENCAHAYAAN RUANG KELAS MELALUI SIMULASI KOMPUTANSI ARSITEKTUR DIGITAL

Stivani Ayuning Suwarlan¹

Universitas Internasional Batam

E-mail: Stivani@uib.ac.id

Informasi Naskah:

Diterima:

3 Maret 2021

Direvisi:

16 April 2021

Disetujui terbit:

8 Juni 2021

Diterbitkan:

Cetak:

29 Juli 2021

Online

29 Juli 2021

Abstract: Visual comfort through adequate lighting in the room is important in designing a sustainable building. In the classroom, the lighting layout and light source are very important for the comfort of student vision because they can provide the maximum distribution of lighting. Good lighting conditions are very important for students, especially at night where there is no natural sun light, while poor lighting conditions often affect the quality of learning and cause visual disturbances. As many as 90% of universities in Batam City implement night classes according to the student portfolio owned by Batam City, the same thing is also carried out by Batam International University as the largest university in Batam City which carries out 95% of lectures at night. Therefore, designing classroom lighting in accordance with the assessment of visual comfort becomes an important issue. This study will analyze visual comfort through analysis of the lighting in the Batam International University classroom using a digital architectural computing simulation. The purpose of this study is to obtain the right lighting design in the classroom in order to get the best light distribution so as to provide visual comfort for students at night using the Relux digital computing simulation.

Keyword: Lighting, Visual comfort, Relux

Abstrak: Kenyamanan visual melalui pencahayaan yang cukup pada ruangan merupakan hal penting pada perancangan sebuah bangunan yang berkelanjutan. Pada ruang kelas, tata letak pencahayaan dan pemilihan sumber cahaya yang tepat sangat penting untuk kenyamanan penglihatan mahasiswa karena dapat memberikan sebaran pencahayaan secara maksimal. Kondisi pencahayaan yang baik sangat penting bagi mahasiswa yang berada di kelas khususnya pada malam hari dimana tidak mendapatkan sumber pencahayaan alami dari matahari, sementara kondisi pencahayaan yang buruk sering kali memengaruhi kualitas pembelajaran dan menyebabkan gangguan penglihatan. Sebanyak 90% perguruan tinggi di Kota Batam menerapkan kelas malam sesuai dengan portfolio mahasiswa yang dimiliki Kota Batam, hal serupa juga dilaksanakan oleh Universitas Internasional Batam sebagai Universitas terbesar di Kota Batam yang melaksanakan 95% perkuliahan di malam hari. Oleh sebab itu, perancangan pencahayaan ruang kelas yang sesuai dengan penilaian kenyamanan visual menjadi isu yang penting. Penelitian ini akan menganalisis kenyamanan visual melalui analisis pencahayaan yang dimiliki pada ruangan kelas Universitas Internasional Batam menggunakan simulasi komputansi arsitektur digital. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh perancangan pencahayaan yang tepat pada ruang kelas dalam mendapatkan penyebaran cahaya terbaik sehingga memberikan kenyamanan visual bagi mahasiswa pada malam hari dengan menggunakan simulasi komputansi digital Relux.

Kata Kunci: Pencahayaan, Kenyamanan visual, Relux

PENDAHULUAN

Perancangan sebuah bangunan perlu untuk mengedepankan konsep pembangunan berkelanjutan yang berfokus pada kenyamanan pengguna dan efisiensi energi. Pada bangunan yang berkelanjutan kenyamanan thermal (penghawaan/udara), kenyamanan akustis (suara/bunyi), dan kenyamanan visual (pencahayaan) merupakan aspek penting dalam perancangan. Pada malam hari, bangunan atau ruangan akan memerlukan pencahayaan buatan yang cukup besar karena tidak mendapatkan sumber cahaya alami dari

matahari. Tingkat kebutuhan pencahayaan berbeda pada setiap ruang menyesuaikan dengan fungsi dan aktifitas pada ruangan tersebut. Salah satu ruangan yang memerlukan perhatian khusus dalam perancangan adalah ruang dengan fungsi dan aktifitas belajar mengajar karena tingkat cahaya yang dimiliki pada ruangan sangat mempengaruhi kualitas dari pembelajaran. Pencahayaan pada ruang kelas juga mempengaruhi penglihatan dan fokus dari mahasiswa pada media atau sarana pembelajaran di dalam kelas bahkan pencahayaan

yang buruk dapat mengganggu kesehatan bagi mahasiswa atau pengguna ruang.

Profile 90% mahasiswa di Kota Batam khususnya mahasiswa Universitas Internasional Batam adalah bekerja sehingga 95% kegiatan perkuliahan mahasiswa dilaksanakan pada malam hari. Universitas Internasional Batam merupakan salah satu Universitas terbesar di Kota Batam dengan total lebih dari 3000 mahasiswa dan memiliki 2 (dua) buah gedung perkuliahan yang didalamnya terdapat lebih dari 100 ruang dengan berbagai fungsi berbeda.

Pelaksanaan perkuliahan di malam hari secara tidak langsung mendapatkan sumber cahaya utama ruang kelas dari pencahayaan buatan, dimana setiap sumber cahaya buatan memiliki kuat pencahayaan (lux) yang berbeda begitu pula pada tingkat iluminasi dan luminasi cahaya yang juga berbeda. Ketidaktepatan dalam perancangan pencahayaan pada ruang kelas dapat mempengaruhi kenyamanan visual mahasiswa sehingga mengganggu kualitas belajar mengajar. Untuk itu, perlu adanya penelitian terhadap kenyamanan visual pada pencahayaan ruang kelas Universitas Internasional Batam sehingga dapat diperoleh perancangan pencahayaan yang paling optimal sebagai rekomendasi pada pencahayaan ruang kelas di Universitas Internasional Batam.

TINJUAN PUSTAKA

Pencahayaan

Pencahayaan merupakan aspek penting dalam kehidupan, cahaya dapat membentuk estetika visual bagi penglihatnya, memaksimalkan fungsi ruang bahkan mampu meningkatkan minat dan fokus bagi pengguna ruang. Selain itu juga, pencahayaan juga berpengaruh dalam menciptakan kenyamanan dan keamanan bagi para pengguna ruang (Manurung dalam Wisnu, 2017).

Pada perancangan sebuah bangunan yang berkelanjutan, perencanaan pencahayaan merupakan bagian penting yang perlu diperhatikan. Pencahayaan ruang pada bangunan memiliki peran penting dalam kenyamanan pengguna, sebaliknya ragam aktifitas pengguna berpengaruh terhadap sebaran cahaya pada ruang yang mempengaruhi kualitas cahaya (Jamala, 2016).

Pada perancangan dikenal 2 (dua) jenis pencahayaan yakni pencahayaan alami yang bersumber langsung dari cahaya matahari dan pencahayaan buatan yang bersumber dari cahaya lampu. Dalam kondisi malam hari, pencahayaan alami dari matahari tidak didapatkan oleh ruang, sehingga pencahayaan buatan merupakan sumber cahaya utama dalam ruang. Perancangan pencahayaan buatan pada ruang membutuhkan penerangan yang tepat sesuai dengan standar SNI yang telah ditetapkan.

Pencahayaan yang kurang baik, akan mengganggu kenyamanan visual pengguna ruang bahkan dapat merusak penglihatan pengguna ruang. Menurut (Riandito, 2012) terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam perancangan pencahayaan pada sebuah ruang yaitu:

1) Kuantitas dan kualitas penerangan (lux, luminasi, iluminasi), 2) kondisi dan batasan ruangan, dan 3) aktifitas pengguna ruang termasuk sarana penunjangnya.

Kenyamanan Visual, Lux, Iluminasi dan Luminer

Salah satu ruang yang perlu mendapat perhatian khusus dalam perancangan sebuah universitas adalah ruang kelas (perkuliahan) dimana berfungsi sebagai ruang aktifitas belajar-mengajar antara dosen dan mahasiswa. Pencahayaan merupakan salah satu elemen penting penunjang proses belajar mengajar di dalam ruang kelas (Setiati, 2020).

Kenyamanan visual merupakan kunci utama dalam perancangan pencahayaan pada ruang kelas (perkuliahan) sehingga mendukung kinerja aktifitas mahasiswa yang berorientasi pada kertas, papan tulis/whiteboard, LCD bahkan monitor/ laptop terlebih pelaksanaan aktivitas dilakukan pada malam hari.

Sarana yang digunakan sebagai media pembelajaran di dalam ruang kelas perlu diperhatikan karena memiliki refleksi cahaya yang dapat memantul ke arah penglihatnya (mahasiswa) yang duduk tepat di depan media tersebut. Sesuai dengan standar SNI 03-06197-2000, ditetapkan kuat pencahayaan pada ruang kelas normal adalah sebesar 250 lux.

Ruang kelas dengan tambahan media LCD disarankan memiliki kuat pencahayaan diantara 250-300 lux. Standar lampu yang disarankan dalam ruang kelas adalah lampu dengan cahaya putih dan tempertur 4000 K dengan jenis lampu TL, TL U, HQI berdaya 250 W pada ketinggian plafon 3 meter (Neufert dalam Wisnu, 2017). Selain lux, perlu adanya perencanaan iluminasi dan luminer.

Iluminasi pada ruang kelas yang berpengaruh pada penyebaran cahaya sehingga cahaya dapat disebarkan maksimal dan tidak menimbulkan silau bagi pengguna ruang. Kualitas dan kuantitas iluminasi ditentukan dengan tingkat refleksi cahaya dari media di dalam ruangan, hal yang paling mempengaruhi adalah jenis bahan dan warna pada media.

Selain sarana atau media, refleksi yang terdapat pada ruang ruangan kelas juga terjadi pada dinding, langit-langit dan lantai. Sedangkan, luminer sangat berperan dalam pengoptimalan penggunaan cahaya lampu agar sebaran cahaya dapat lebih terarah dan menghasilkan efisiensi cahaya.

Perhitungan iluminasi pencahayaan membantu mendapatkan hasil yang akurat dan dapat dipakai sebagai perbandingan dengan hasil pengukuran secara langsung sehingga diperoleh perancangan pencahayaan yang paling optimal.

METODOLOGI PENELITIAN

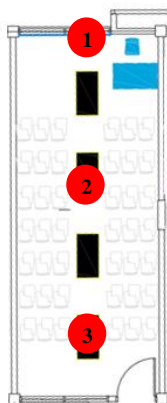
Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif melalui data primer yang diperoleh bersumber dari hasil pengukuran pada objek penelitian di lapangan. Obyek yang diteliti adalah ruang kelas pada Gedung A di Universitas Internasional Batam pada malam hari yang diambil secara acak (random sampling)

mewakili ruang kelas kecil dengan dimensi 4 meter x 10 meter dan ruang kelas besar dengan dimensi 8 meter x 10 meter, menggunakan alat pengukur cahaya lux meter. Data hasil pengukuran yang didapat akan disesuaikan dengan standar pencahayaan yang direkomendasikan SNI dan beberapa literatur.

Metode kuantitatif pada penelitian ini menggunakan simulasi komputansi Relux yang bertujuan untuk melakukan perhitungan atau pengukuran pencahayaan pada ruang kelas. Simulasi akan menggunakan tata letak dan jenis sumber cahaya sesuai dengan kondisi eksisting untuk melihat hasil perhitungan secara komputansi dan melakukan simulasi tata letak dan jenis sumber cahaya yang direkomendasikan sehingga mendapatkan sistem pencahayaan yang optimal.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN Ruang Kelas A

Ruang kelas A merupakan sampling yang dipilih dari kategori ruang kelas kecil dengan luas 40m² berkapasitas 30-40 orang. Denah ruang kelas A ditampilkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Denah Titik Lampu Eksisting Kelas A Ruang kelas A memiliki kondisi eksisting berupa:

- 1) Jenis lampu: Neon LED, 18 Watt
- 2) Jumlah titik lampu: 4 titik lampu
- 3) Jumlah lampu: 4 pasang lampu per titik dengan total 8 buah lampu
- 4) Fasilitas kelas: meja dan kursi, LCD proyektor, whiteboard, AC
- 5) Warna dinding: Beige warm tone

Kondisi faktual ruang kelas A dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Foto Eksisting Kelas A

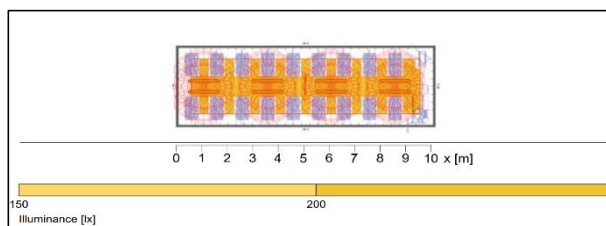
Pengukuran pada kondisi eksisting ruang kelas A dilakukan di malam hari dengan sumber pencahayaan 100% adalah cahaya buatan yang bersumber dari lampu dengan kondisi kelas kosong tanpa mahasiswa. Pengukuran dilakukan pada 3 (titik) sesuai dengan gambar denah pada Gambar 1 di atas dengan skenario ruangan hanya menyalakan lampu tanpa ada perangkat elektrikal lain yang menyala. Hasil pengukuran dengan lux meter pada skenario ditampilkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pengukuran Cahaya Menggunakan Lux Meter Kelas A pada 3 (tiga) titik pengambilan.

Skenario	SNI	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata
Lampu Menyala	250 lux	166 lux	143 lux	140 lux	150 lux

Sesuai dengan Tabel 1, hasil yang didapatkan dari pengukuran lux meter pada skenario tersebut adalah rata-rata cahaya yang dimiliki oleh ruangan A berkisar 150 lux.

Selanjutnya peneliti menguji pencahayaan ruangan kelas A dengan kondisi ruang dan skenario yang sama untuk mendapatkan nilai pembandingan antara pengukuran lapangan dengan simulasi komputansi digital menggunakan Relux. Pengukuran pencahayaan ruang kelas A menggunakan Relux dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.

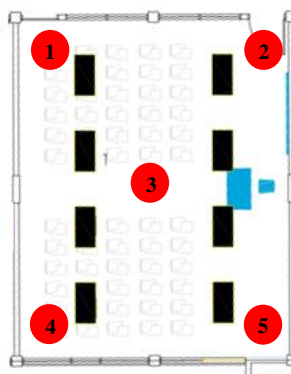


Gambar 3. Hasil Perhitungan Simulasi Digital Relux Kelas A

Simulasi komputansi Digital Relux terhadap kondisi eksisting pada ruang kelas A menghasilkan ruangan dengan pencahayaan berkisar 150-200 lux. Dengan demikian dapat dibuktikan bahwa penilaian lapangan dan simulasi digital adalah akurat dimana dari kedua hasil pengukuran menggunakan lux meter dan Relux didapatkan pencahayaan ruangan kelas A masih belum memenuhi standar SNI sebesar 250 lux.

Ruang Kelas B

Ruang kelas B merupakan sampling yang dipilih dari kategori ruang kelas besar dengan luas 80m² berkapasitas 60-80 orang. Denah ruang kelas B ditampilkan pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Denah Titik Lampu Eksisting Kelas B

Ruang kelas B memiliki kondisi eksisting berupa:

- 1) Jenis lampu: Neon LED, 18 Watt
- 2) Jumlah titik lampu: 8 titik lampu
- 3) Jumlah lampu: 8 pasang lampu per titik dengan total 16 buah lampu
- 4) Fasilitas kelas: meja dan kursi, LCD proyektor, whiteboard, AC
- 6) Warna dinding: Beige warm tone

Kondisi faktual ruang kelas B dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Foto Eksisting Kelas B

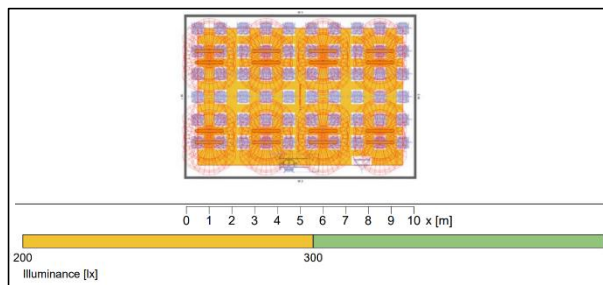
Pengukuran pada kondisi eksisting ruang kelas B dilakukan sama dengan ruang kelas A yaitu di malam hari dengan sumber pencahayaan 100% adalah cahaya buatan yang bersumber dari lampu dengan kondisi kelas kosong tanpa mahasiswa. Pengukuran dilakukan pada 5 (lima) titik sesuai dengan gambar denah pada Gambar 4 di atas dengan skenario ruangan hanya menyalakan lampu tanpa ada perangkat elektrikal lain yang menyala. Hasil pengukuran dengan lux meter pada skenario tersebut ditampilkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Pengukuran Cahaya Menggunakan Lux Meter Kelas B

Skenario	SNI	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Rata-rata
Lampu Menyala	250 lux	157 lux	158 lux	152 lux	155 lux	154 lux	155 lux

Tabel 2 di atas menunjukkan hasil yang didapatkan dari pengukuran lux meter dengan rata-rata cahaya yang dimiliki oleh ruangan B berkisar 146 lux. Untuk mendapatkan kesahihan data, peneliti juga menguji pencahayaan ruangan kelas B dengan kondisi ruang dan skenario yang sama untuk mendapatkan nilai pembandingan antara pengukuran lapangan dengan simulasi komputansi digital menggunakan Relux. Hasil pengukuran pencahayaan ruang kelas B

menggunakan Relux dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Hasil Perhitungan Simulasi Digital Relux Kelas B

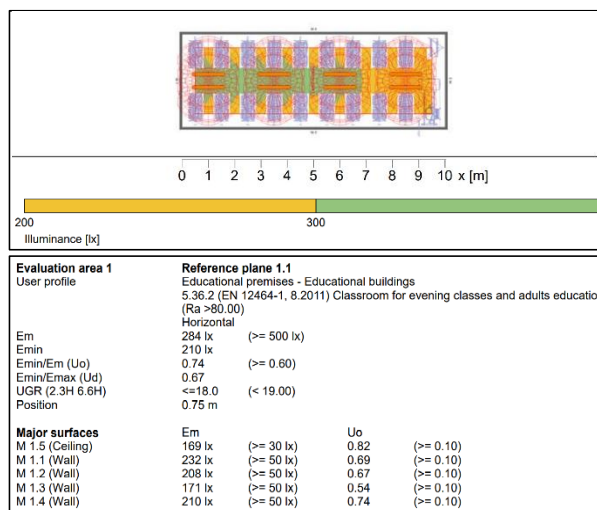
Simulasi komputansi Digital Relux terhadap kondisi eksisting pada ruang kelas B menghasilkan ruangan dengan pencahayaan berkisar 200-300 lux. Dengan demikian dapat dibuktikan bahwa penilaian lapangan dan simulasi digital adalah akurat dimana dari kedua hasil pengukuran menggunakan lux meter dan Relux didapatkan pencahayaan ruangan kelas B secara menyeluruh masih belum memenuhi standar SNI sebesar 250 lux.

Analisis Simulasi Pencahayaan

Berdasarkan kajian literatur, kualitas cahaya pada sebuah ruang dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: warna cahaya, temperatur cahaya, jenis lampu, daya lampu, ketinggian plafond, bahan dan warna permukaan ruang dan media yang terdapat di dalam ruang. Untuk itu, peneliti melakukan simulasi pencahayaan dengan beberapa opsi yang berdasarkan pada faktor yang mempengaruhi kualitas cahaya.

Simulasi Pencahayaan Ruang Kelas A

- Opsi 1: Penggantian warna pada permukaan ruangan sebagai media refleksi cahaya yaitu penggantian dinding, plafond dan lantai ruangan menjadi berwarna putih (warna terang).

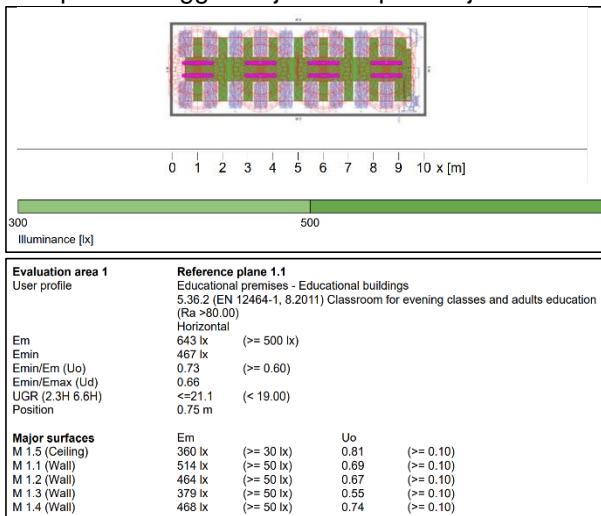


Gambar 7. Hasil Perhitungan Opsi 1 Simulasi Digital Relux Kelas A

Pada Gambar 7 di atas, simulasi penggantian warna permukaan menjadi warna putih atau warna yang lebih terang pada ruang kelas A memberikan hasil dengan lux dikisaran angka 200-300 lux. Pada simulasi ini masih terdapat area pada ruang kelas A

dengan kualitas pencahayaan yang rendah yaitu di bawah 250 lux.

- Opsi 2: Penggantian jenis lampu menjadi 36 Watt.

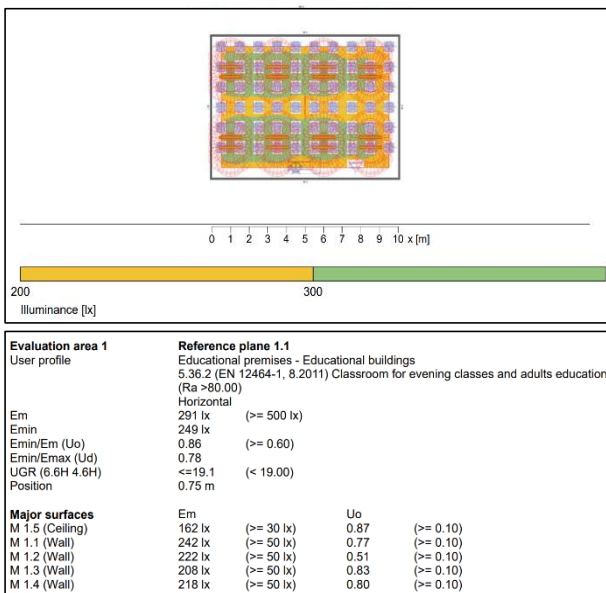


Gambar 8. Hasil Perhitungan Opsi 2 Simulasi Digital Relux Kelas A

Pada Gambar 8 di atas, simulasi penggantian jenis lampu menjadi 36 Watt pada ruang kelas A memberikan hasil dengan lux dikisaran angka 300-500 lux. Pada simulasi ini seluruh area pada ruang kelas A mendapatkan kualitas pencahayaan yang menyeluruh dan memenuhi standar SNI.

Simulasi Pencahayaan Ruang Kelas B

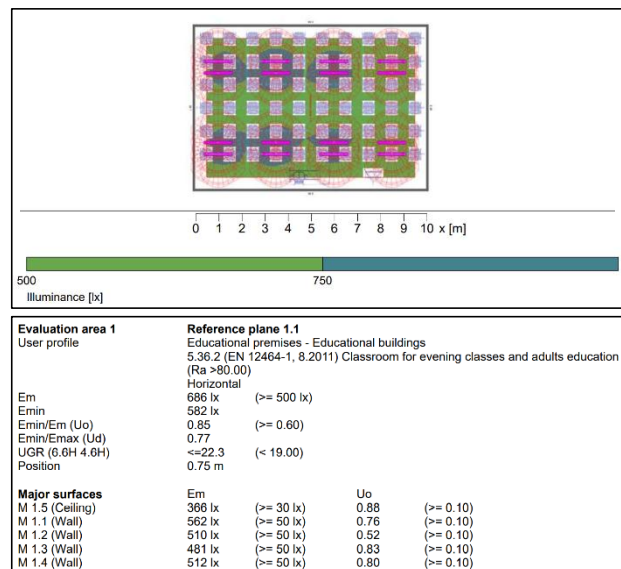
- Opsi 1: Penggantian warna pada permukaan ruangan sebagai media refleksi cahaya yaitu penggantian dinding, plafond dan lantai ruangan menjadi berwarna putih (warna terang).



Gambar 9. Hasil Perhitungan Opsi 1 Simulasi Digital Relux Kelas B

Pada Gambar 9 di atas, simulasi penggantian warna permukaan menjadi warna putih atau warna yang lebih terang pada ruang kelas B memberikan hasil dengan lux dikisaran angka 200-300 lux. Namun, pada simulasi opsi 1 ini masih terdapat area pada ruang kelas B dengan kualitas pencahayaan di bawah 250 lux.

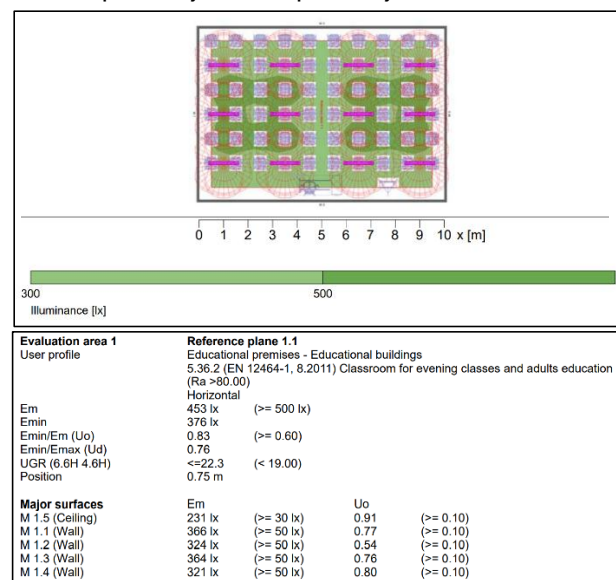
- Opsi 2: Penggantian jenis lampu menjadi 36 Watt.



Gambar 10. Hasil Perhitungan Opsi 2 Simulasi Digital Relux Kelas B

Pada Gambar 10, simulasi penggantian jenis lampu 36 Watt pada ruang kelas B memberikan hasil dengan lux dikisaran angka 500-750 lux. Pada simulasi ini, ruang kelas B mendapatkan kualitas pencahayaan yang menyeluruh dan melampaui standar SNI, namun terdapat area dengan kualitas pencahayaan mencapai 750 lux, sehingga memberikan pencahayaan yang terlampau kuat dan menyilaukan.

- Opsi 3: Penggantian Letak Titik Lampu, Jumlah Lampu dan jenis lampu menjadi 36 Watt.



Gambar 11. Hasil Perhitungan Opsi 3 Simulasi Digital Relux Kelas B

Pada Gambar 11 di atas, simulasi penggantian letak titik lampu, jumlah lampu dan jenis lampu menjadi 36 Watt pada ruang kelas B memberikan hasil dengan lux dikisaran angka 300-500 lux. Pada simulasi ini seluruh area pada ruang kelas B mendapatkan kualitas pencahayaan yang menyeluruh dan memenuhi standar SNI.

KESIMPULAN

Hasil penelitian pada pencahayaan ruang kelas A (kecil) dan ruang kelas B (besar) di Universitas Internasional Batam perlu mengalami peningkatan untuk mendapatkan kenyamanan visual pada proses pembelajaran mahasiswa di malam hari. Melalui simulasi Relux diberikan rekomendasi sebagai berikut:

1. **Opsi 1:** Perubahan warna permukaan ruang (warna dinding, plafond dan lantai) menjadi berwarna putih atau warna yang lebih terang dapat meningkatkan kualitas pencahayaan. Kekurangan dari opsi ini adalah masih ditemukan beberapa titik pada ruangan yang memiliki kualitas pencahayaan kurang dari 250 lux. Sedangkan, kelebihan pada opsi ini adalah pada segi biaya yang lebih efisien.
2. **Opsi 2:** Penggantian lampu yang awalnya 18 Watt menjadi 36 Watt hanya cocok diterapkan pada ruang kelas A dimana opsi 2 ini mampu meningkatkan kualitas pencahayaan secara merata di seluruh sudut ruangan, bahkan kuat pencahayaan mampu melebihi 250 lux dimana pada kondisi penggunaan LCD/ proyektor di dalam kelas dibutuhkan kuat pencahayaan berkisar 300 lux untuk didapatkan kenyamanan visual. Kekurangan dari opsi ini adalah biaya yang relatif lebih tinggi dan tidak cocok diterapkan pada ruang kelas B dimana menghasilkan cahaya yang terlalu kuat dan menyilaukan.
3. **Opsi 3:** Penggantian letak titik lampu, jumlah lampu dan jenis lampu menjadi 36 Watt merupakan opsi yang tepat untuk diterapkan pada ruang kelas B, menghasilkan pencahayaan yang merata dengan lux yang dihasilkan berada pada kisaran 300-500 lux dimana memenuhi standar SNI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan penelitian ini tentu tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak trima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, hingga dapat terselesaikannya penelitian ini.
2. Rektor Universitas Internasional Batam beserta seluruh sivitas akademika Universitas Internasional Batam.
3. LPPM Universitas Internasional Batam atas dukungan dalam penelitian ini.
4. Dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah berkontribusi dalam terselesaikannya penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak terlepas dari kekurangan yang memerlukan tindak lanjut dari peneliti lain dalam studi berikutnya. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

Chiou, Yun-Shang dkk. (2020). Visual Comfort in Modern University Classrooms. *Jurnal Sustainability*, Vol. 12, No 9; doi:10.3390/su12093930.

- Hasanah, Nur dan Deti Nurdiawati. (2017). Analisa Pengukuran Iluminasi Penerangan Lampu FL Pada Ruang Perkuliahan. *Jurnal Sains dan Teknologi (JST)*, Vol. VII, No. 2.
- Jamala, Nurul dkk. (2013). Kenyamanan Visual Ruang Kerja Kantor. *Jurnal Forum Teknik*, Vol. 35, No.1.
- Kurniasih, Sri. (2014). Optimasi Sistem Pencahayaan Pada Ruang Kelas Universitas Budi Luhur. *Jurnal Arsitron*, Vol. 5, No. 1.
- Putra, Bobby G.A dan Gunawan Madyono. (2017). Analisis Intensitas Cahaya Pada Area Produksi Terhadap Keselamatan dan Kenyamanan Kerja Sesuai Dengan Standar Pencahayaan (Studi Kasus Di PT. Lendis Cipta Media Jaya). *Jurnal OPSI- Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 10, No. 2.
- Riandito. (2012). *Efisiensi Energi Pada Ruang Baca Perpustakaan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Melalui Optimasi Pencahayaan Alami dan Buatan*. Universitas Atma Jaya: Yogyakarta.
- Setiati, Tri Woro dan Dyah Utari Wardhani. (2020). Evaluasi Kenyamanan Visual Pada Ruang Kuliah Non-Konvensional (Studi Kasus: Ruang Kuliah di Menara Universitas Tridnanti Palembang). *Jurnal Arsir*, Vol. 4, No. 1.
- SNI 03-06197-2000 *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan*. Indonesia: Badan Standarisasi Nasional.
- Thojib, Jusuf dan Muhammad Satya Adhitama. (2013). Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami Pada Kantor (Studi Kasus Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijata Malang). *Jurnal RUAS*, Vol. 11, No. 2.
- Widiyantoro, Hari dkk. (2017). Analisis Pencahayaan Terhadap Kenyamanan Visual Pada Pengguna Kantor (Studi Kasus: Kantor PT. Sandimas Intimitra Divisi Marketing di Bekasi). *Jurnal Vitruvian Jurnal Arsitektur, Bangunan, & Lingkungan*, Vol. 6, No. 2.
- Wisnu dan Muji Indarwanto. (2017). Evaluasi Sistem Pencahayaan Alami dan Buatan Pada Ruang Kerja Kantor Kelurahan Paninggilan Utara, Ciledug, Tangerang. *Jurnal Vitruvian Jurnal Arsitektur, Bangunan, & Lingkungan*, Vol. 7, No. 1.