

# Implementasi Aspek *Green Building* Berdasarkan Kenyamanan Ruang di Gedung Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan

Andy Fadillah<sup>1\*</sup> dan Joana Febrita<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia, 16680

\* penulis koresponden: joanafebrita@apps.ipb.ac.id

**Abstrak:** PPKS (Pusat Penelitian Kelapa Sawit) Medan merupakan bangunan berumur 108 tahun yang masih digunakan sebagai kantor. Ketidaknyamanan ruang dirasakan oleh para pegawai. Pemerintah mengeluarkan himbuan agar mengenai penerapan Bangunan Hijau. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan penilaian pada gedung PPKS Medan berdasarkan kriteria *greenship rating tools* untuk bangunan terbangun dan membandingkan kenyamanan ruang menggunakan simulasi Ecotect Analysis. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2023 hingga Mei 2023. Hasil assessment kategori energy efficiency and conservation (EEC) menunjukkan bahwa gedung PPKS telah memenuhi 5,5% dari kriteria greenship atau mendapatkan 2 dari 36 poin. Hasil assessment kategori indoor health and comfort (IHC) menunjukkan bahwa gedung PPKS telah memenuhi 35% dari kriteria greenship atau mendapatkan 7 dari 20 poin. Pengukuran pada 12 ruang PPKS Medan mendapatkan nilai rata-rata suhu sebesar 23,30 °C, kelembaban relatif sebesar 56,39 %, kebisingan sebesar 52,55 dB(A) yang memenuhi standar, dan intensitas cahaya sebesar 201,38 lux yang tidak memenuhi standar. Simulasi software Ecotect Analysis menghasilkan intensitas cahaya yang lebih baik dengan nilai antara 180 - 684 lux dibandingkan pengukuran langsung antara 158,82-247,73 lux, dikarenakan analisis simulasi mengganti bahan material kaca dan jendela dengan *single glazed aluminium frame blind* sehingga Gedung PPKS Medan dapat memenuhi standar kenyamanan visual.

Diterima: 31 Januari 2024  
Diperbaiki: 03 April 2024  
Disetujui: 08 April 2024

**Kata kunci:** *Ecotect Analysis*; *greenship*; kenyamanan; bangunan; simulasi

## 1. Pendahuluan

Kota Medan memiliki bangunan bersejarah dengan usia rata-rata di atas 100 tahun. Salah satu bangunan bersejarah peninggalan kolonial Belanda tersebut terkait dengan aktivitas perkebunan yaitu Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. PPKS Medan yang telah berdiri sejak tahun 1916, merupakan cabang kerja dari PT. Riset Perkebunan Nusantara, anak perusahaan PT. Perkebunan Nusantara III (Persero) yang memiliki peran strategis dalam penelitian dan pengembangan perkebunan kelapa sawit dalam negeri. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 02 Tahun 2015 tentang Bangunan Gedung Hijau [1], yang menyatakan bahwa dalam rangka mewujudkan pembangunan berkelanjutan diperlukan penyelenggaraan bangunan gedung yang memiliki kinerja terukur secara signifikan dalam penghematan energi, air, dan sumber daya lainnya melalui

penerapan prinsip bangunan gedung hijau sesuai dengan fungsi dan klasifikasi.

*Green Building* adalah konsep yang diterapkan pada bangunan menggunakan sumber daya alam yang sangat minim sehingga bangunan menjadi lebih hemat energi dan mengurangi dampak kerusakan pada lingkungan. *Green building* pada bangunan dapat dicapai dengan melakukan beberapa perubahan agar bangunan tersebut lebih ramah lingkungan. *GreenShip Rating Tools* merupakan perangkat penilaian dari GBCI yang terdiri dari kategori, kriteria, dan tolok ukur di dalamnya. Perangkat ini berisi *rating* yang menjadi inti penilaian, terdapat enam kategori penilaian dalam perangkat penilaian, yaitu *appropriate site development (ASD)*, *energy efficiency and conservation (EEC)*, *water conservation (WAC)*, *material resource and cycle (MRC)*, *indoor health and comfort (IHC)* dan *building environment management (BEM)*. Bangunan mengkonsumsi sepertiga dari total konsumsi energi dunia. Tidak semua konsumsi energi total digunakan secara efisien. Hampir 30% energi yang digunakan di gedung perkantoran komersial terbuang sia-sia. Manusia menghabiskan waktu 80-90% untuk beraktivitas dalam ruang, sehingga ruang indoor (dalam) bangunan harus dapat memberikan kenyamanan bagi penghuninya [2]. Salah satu solusi untuk mengatasi konsumsi energi gedung yang berlebihan dan meningkatkan kenyamanan hunian dengan melakukan penerapan kategori *energy efficiency and conservation (EEC)* dan *indoor health and comfort (IHC)*.

Menurut penelitian [2], kenyamanan terhadap suatu bangunan dapat mempengaruhi kesehatan fisik dan mental penghuninya. Perlu dilakukan identifikasi tingkat kenyamanan ruang dari Gedung PPKS Medan untuk melihat kesesuaian karakteristik bangunan tersebut terhadap peraturan yang berlaku. Identifikasi kenyamanan ruang dapat dilakukan dengan mengukur variabel penelitian yang ditetapkan untuk mengetahui tingkat kenyamanan ruang pada Gedung PPKS meliputi pengukuran kenyamanan termal, kenyamanan audial, dan kenyamanan visual. Analisis kenyamanan ruang pada Gedung PPKS Medan menggunakan *software Ecotect Analysis*. *Ecotect Analysis* digunakan dalam beberapa penelitian untuk berbagai macam kebutuhan, seperti menentukan tingkat kebisingan pada suatu ruangan, nyaman termal, dan kenyamanan visual. Dalam penelitian mengenai kenyamanan ruang [3], penggunaan *Ecotect Analysis* dalam penentuan kenyamanan ruang dalam ruang kerja sudah tepat. Oleh karena itu, penggunaan *software Ecotect Analysis* dapat diaplikasikan pada Gedung PPKS Medan dalam menganalisis kenyamanan ruang.

Gedung PPKS Medan dipilih menjadi objek penelitian karena belum dilakukannya penilaian kriteria *greenShip rating tools* untuk bangunan terbangun di kawasan tersebut sejak berdiri pada tahun 1916. Oleh karena itu, untuk memitigasi dampak negatif berupa ketidaknyamanan dalam bekerja dan memperburuk lingkungan yang ditimbulkan penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kenyamanan ruang yang ada di Gedung PPKS Medan menggunakan Arduino dan dibandingkan dengan *Software Ecotect Analysis* serta memberikan penilaian pada kawasan PPKS Medan berdasarkan kriteria *greenShip rating tools* untuk *greenShip for existing building* (gedung terbangun) versi 1.1 khususnya kategori *energy efficiency and conservation (EEC)* dan *indoor health and comfort (IHC)*, sehingga dapat menjadi acuan dan evaluasi untuk pengembangan yang lebih baik di masa yang akan datang.

## 2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari hingga Mei 2023. Pengujian yang dilakukan adalah melakukan pengukuran kenyamanan ruang dan menghubungkan terhadap penilaian aspek *GreenShip Existing Building* (untuk gedung yang telah berdiri). Penelitian dilakukan pada kawasan PPKS (Pusat Penelitian Kelapa Sawit) Medan.

### 2.1. Material

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Uno, *Real Time Clock (RTC)*, Sensor BH1750, Sensor KY037, dan Modul I2C. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil dari

data sampel pengukuran parameter suhu, kelembaban relatif dan intensitas pencahayaan yang diperoleh dari alat ukur yang dirancang. Perangkat lunak yang digunakan antara lain *software Proteus 8 Professional*, *software Arduino IDE*, *Software Ecotect Analysis*, *Microsoft Excel*, *Microsoft Word*, *GreenShip rating tools* untuk gedung terbangun versi 1.1.

## 2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil observasi di lapangan yang meliputi penilaian *energy efficiency and conservation* (EEC) dan *indoor health and comfort* (IHC) untuk gedung terbangun, pengukuran suhu, pengukuran kelembaban relatif, pengukuran intensitas pencahayaan, pengukuran kebisingan dan membandingkan hasil pengukuran menggunakan simulasi *Ecotect Analysis*. Data sekunder yang digunakan berupa data konsumsi energi listrik, data perbaikan gedung, dan denah bangunan PPKS Medan.

### 2.2.1. Penilaian Green Building

Sistem pemeringkatan (*GreenShip rating tools*) adalah perangkat yang mengandung unsur penilaian. Setiap unsur pemeringkatan memiliki nilai (*credit point*). Ketika sebuah bangunan berhasil melakukan pemeringkatan item, bangunan tersebut memperoleh poin nilai dari item tersebut. Ketika akumulasi poin mencapai angka tertentu, bangunan tersebut akan disertifikasi ke tingkat sertifikasi tertentu. Aspek *green building* yang dinilai ini difokuskan pada kategori *energy efficiency and conservation* (EEC) dan *indoor health and comfort* (IHC) yang diasjikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tingkat Predikat Green Building Untuk Bangunan Terbangun V1.1

Predikat	Presentase	Nilai Minimum
<i>Platinum</i>	73%	83
<i>Gold</i>	57%	66
<i>Silver</i>	46%	53
<i>Bronze</i>	35%	41

### 2.2.2. Analisis Kenyamanan Ruang

#### a. Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal diartikan ekspresi kepuasan berdasarkan kondisi pikiran dengan lingkungan termal kemudian dilakukan evaluasi subjektif sesuai penilaian. Berdasarkan standar ASHRAE 55 [4], lingkungan termal adalah kondisi lingkungan yang menyebabkan kehilangan panas seseorang dan dipengaruhi empat faktor yaitu suhu, kelembaban relatif, kecepatan udara, dan suhu rata-rata.

#### b. Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual ditentukan oleh tiga parameter: iluminasi, kecerahan dan kontras, serta kualitas warna. Nilai kontras pencahayaan buatan juga dapat menentukan kenyamanan visual sebuah ruangan [5]. Kontras cahaya yang berlebihan dapat memengaruhi kenyamanan visual. Oleh karena itu, penerapannya tidak cocok untuk tugas visual yang berat seperti membaca dan menulis, yang sebagian besar dilakukan di ruangan. Pengukuran dilakukan pada setiap ruangan sampling. Hasil pengukuran dihitung kemudian dibandingkan dengan SNI 03-6197-2000 [6].

#### c. Kenyamanan Audial

Kenyamanan audial dilakukan untuk mengetahui tingkat tekanan suara dimana suara direkam (saat sumber suara pengukuran stabil), mengukur tingkat kebisingan latar belakang saat kondisi sunyi (saat tidak ada orang atau mobil yang lewat), dan kondisi ramai (ketika banyak orang dan kendaraan yang lewat dan hujan). Hal ini dimaksudkan untuk memaksimalkan kebisingan yang

terukur. Hasil pengukuran berupa tingkat bunyi di ruang kerja sesuai dengan SNI 03-6386-2000 tentang spesifikasi tingkat bunyi dan waktu dengung dalam bangunan gedung [7].

### 2.2.3. Pengukuran Kenyamanan Ruang Menggunakan Arduino IDE

Pengukuran kenyamanan termal, visual, dan audial menggunakan sensor yang di hubungkan dengan Arduino IDE. Sensor yang memiliki fungsi pendeteksi atau monitoring suhu dan kelembaban dalam suatu ruangan adalah sensor DHT22 [8]. DHT22 memiliki batasan jangkauan pengukuran suhu sebesar 0°C-50°C dan kelembaban relatif 20%-90%. Nilai keakuratan untuk kelembaban relatif  $\pm 2\%$  dan suhu sebesar  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  [9]. BH1750 merupakan sensor intensitas pencahayaan yang memiliki *output* dalam bentuk sinyal digital sehingga tidak diperlukan pengolahan data yang detail (hasil dalam Lux atau lx) dengan batas jangkauan untuk mendeteksi cahaya 1 lx sampai 65535 lx. KY037 merupakan sensor pengukur tinggi rendahnya suara.

### 2.2.4. Analisis Ecotect

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah komparatif kualitatif dengan membandingkan dua analisis yang dihasilkan dari simulasi *Ecotect Analysis* dengan pengukuran lapangan. Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil perbandingan analisis data dengan rujukan standar SNI, tentang standar kenyamanan termal, audial, dan visual. Analisis Simulasi menggunakan *Autodesk Ecotect Analysis* 2011.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) berlokasi Jalan Brigjend Katamso No.51, Kampung Baru, Kecamatan Medan Maimun, Kota Medan, Sumatera Utara. Gedung Pusat Penelitian Kelapa Sawit (**Gambar 1**) memiliki luas lantai 6.092 m<sup>2</sup>.



**Gambar 1.** Gedung pusat penelitian kelapa sawit Medan

### 3.1. Energy Efficiency and Conservation

Efisiensi Energi dalam *greenship* gedung terbangun ini bertujuan untuk mendorong penghematan dan pengendalian konsumsi energi di sektor bangunan. Efisiensi dan penghematan energi adalah salah satu dari enam kategori kriteria *Greenship* untuk bangunan terbaru. Kategori ini terdiri dari 2 kriteria prasyarat, 5 kriteria kredit, dan 2 kriteria bonus.

#### a. Policy and Energy Management Plan

Tidak terdapat surat pernyataan komitmen dari manajemen puncak terkait monitoring, target penghematan dan action plan berjangka waktu tertentu oleh tim energi. Kampanye dalam mendorong penghematan energi hanya dilakukan dengan himbauan-himbauan kepada petugas gedung secara langsung tanpa dilengkapi dengan kampanye secara tertulis.

#### b. Minimum Building Energy Performance

Gedung PPKS Medan memiliki luas bangunan sebesar 6.092 m<sup>2</sup>. Jumlah konsumsi energi listrik Gedung PPKS Medan pada 6 bulan terakhir (Juli 2022 -Januari 2023) adalah sebesar 381,92 kWh/m<sup>2</sup>/6 bulan, untuk konsumsi energi listrik dan IKE listrik kawasan PPKS Medan disajikan pada **Tabel 2**.

c. *Optimized efficiency building energy performance*

Gedung perkantoran memiliki standar 125 kWh/m<sup>2</sup>/6 bulan. IKE listrik Gedung PPKS Medan lebih besar dari IKE listrik acuan. Penurunan IKE listrik dalam 6 bulan tidak mencapai 10% berdasarkan kondisi tersebut Gedung PPKS Medan tidak memenuhi semua kriteria dan tidak mendapatkan poin.

d. *Testing, re-commissioning or retro-commissioning*

Gedung PPKS Medan belum pernah melakukan komisioning mendetail pada unit-unit AC seperti pengecekan pada voltase dan amper, suhu udara yang keluar, faktor energi, dan kapasitas pendinginan pada AC. Perawatan pada unit AC dilakukan hanya dengan membersihkan komponen AC selama 3 bulan sekali. Perbaikan pada unit AC hanya dilakukan setelah menerima laporan kerusakan.

e. *System energy performance*

Kriteria EEC ini tidak terpenuhi. Pengelola gedung PPKS Medan belum melakukan efisiensi apapun pada *Air Conditioner* (AC)

f. *Energy monitoring and control*

Gedung PPKS Medan tidak menyediakan kWh meter untuk sistem tata udara, sistem tata cahaya dan kotak kontak, sistem beban lainnya ataupun ruang yang tidak dikecualikan atau dikondisikan karena PPKS Medan hanya mempunyai 1 gardu pusat (**Gambar 2**). Bagian kelistrikan mengumpulkan data kWh meter setiap pagi sebelum aktivitas kantor dan merangkum data untuk perminggu dan perbulan. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa besar daya listrik yang di pergunakan setiap harinya serta untuk mencocokkan hasil pantau dan koleksi data dari PLN.

**Tabel 2.** Konsumsi energi listrik dan IKE listrik kawasan Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan

Bulan - Tahun	Konsumsi energi listrik (kWh)	Luas lantai (m <sup>2</sup> )	IKE listrik (kWh/m <sup>2</sup> )
Jul-2022	329.962	6.092	54,16
Agu-2022	332.486	6.092	54,58
Sep-2022	328.741	6.092	53,96
Okt-2022	330.674	6.092	54,28
Nov-2022	333.852	6.092	54,80
Des-2022	336.368	6.092	55,21
Jan-2023	334.573	6.092	54,92
Rata-rata	332.379		54,56
Jumlah listrik 6 bulan	2.326.656		381,92 (kWh/m <sup>2</sup> /6 bulan)



**Gambar 2.** Gardu utama PPKS Medan

g. *Operation and maintenance*

Tolok ukur pada kriteria ini tidak terpenuhi. Gedung PPKS Medan tidak membuat panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem AC serta menyediakan laporan bulanan tentang pengoperasian dan pemeliharaan sistem gedung dengan baik sekurang-kurangnya enam bulan terakhir.

#### h. *On site renewable energy*

Gedung PPKS Medan belum menerapkan energi terbarukan untuk operasional bangunannya. Kebutuhan daya gedung sepenuhnya dipenuhi oleh sumber energi konvensional.

#### i. *Less energy emission*

Pada kategori ini dilakukan perbandingan emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan antara energi terbarukan dan tidak terbarukan. Dikarenakan PPKS Medan tidak menggunakan energi terbarukan maka kriteria ini tidak dapat dinilai.

### 3.2. *Indoor Health and Comfort*

Kesehatan dan kenyamanan dalam ruang dalam *greenship* gedung terbangun ini bertujuan untuk mencegah masalah kualitas udara dalam ruang pada gedung sehingga pengguna ruang dapat beraktivitas dengan sehat, nyaman dan lebih produktif. Kategori ini terdiri dari 1 kriteria prasyarat dan 8 kriteria kredit.

#### a. *No smoking campaign*

Belum ada surat pernyataan dari manajemen puncak terkait minimalisasi aktifitas merokok dalam gedung, sedangkan untuk pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai juga belum dilakukan.

#### b. *Outdoor air introduction*

Pada Gedung PPKS Medan terdapat ventilasi alami yang berasal dari jendela-jendela di setiap ruangan. Jendela-jendela tersebut menghadap ke halaman depan dan belakang gedung, taman atau ruang terbuka hijau di tengah gedung yang bisa dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Ventilasi alami di setiap ruangan Gedung Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan

#### c. *Environmental tobacco smoke control*

Gedung PPKS Medan tidak ada poin yang diberikan dalam kategori ini karena gedung ini tidak memiliki tempat khusus atau area merokok di dalam gedung. Juga tidak ada kampanye tertulis permanen seperti stiker, poster, email atau himbuan dilarang merokok di setiap lantai.

#### d. *CO<sub>2</sub> and CO monitoring*

Gedung PPKS Medan tidak ada poin yang diberikan dalam kategori ini karena pada *ballroom* atau ruang serba guna, ruang rapat umum, serta ruang kerja di gedung ini belum memiliki sensor gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

#### e. *Physical, chemical and biological pollutants*

Kategori ini memiliki tujuh tolok ukur yang membahas tentang kualitas udara dalam ruangan dari sumber pencemaran udara dari luar dan dalam ruangan. Hasil penilaian yang dilakukan PPKS Medan hanya memenuhi satu kategori yaitu *cleaning filter, cooling coil* dan alat bantu VAC (*Ventilation and Air Conditioning*).

f. *Thermal comfort*

Tolok ukur pada kriteria kondisi termal dalam ruangan secara umum di suhu 20 °C – 27 °C dan kelembaban relatif 60% ± 5%. Berdasarkan data pengukuran yang disajikan pada **Tabel 3**, seluruh ruangan yang dilakukan pengukuran sudah sesuai dengan baku mutu standar konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung SNI 6390-2011 [7] dengan hasil rata-rata pada setiap ruangan 23,30 °C untuk suhu ruangan dan 56,39% untuk kelembaban ruangan.

g. *Visual comfort*

Hasil pengukuran pada **Tabel 3** menunjukkan rata-rata pencahayaan sebesar 201,38 lux untuk semua ruangan tempat dilakukannya pengukuran, dengan standar mutu SNI sebesar 350 lux. Intensitas cahaya di ruang kerja tidak sesuai baku mutu SNI 03-6197-2000 [6]. Hal tersebut dapat diakibatkan beberapa faktor, seperti buruknya kualitas lampu yang digunakan, kurangnya daya lampu yang digunakan, letak lampu yang tidak merata, ataupun kurangnya kontribusi cahaya pada ruangan tersebut.

h. *Acoustic level*

Tingkat kebisingan yang terukur di gedung PPKS Medan berada di bawah baku mutu yang ditunjukkan pada Tabel 3, dengan hasil rata-rata pengukuran seluruh ruangan 52,55 dBA dengan baku mutu 65 db(A) untuk perkantoran sesuai dengan SNI 03-6386-2000 [10] untuk spesifikasi tingkat bunyi dan waktu dengung dalam bangunan gedung dan perumahan.

i. *Building user survei*

Survei dilakukan terhadap pengguna tetap Gedung PPKS Medan. Parameter yang digunakan adalah suhu udara, pencahayaan ruangan, kenyamanan suara, kebersihan bangunan dan keberadaan hama pengganggu (*pest control*). 2,29% pengguna gedung merasa tidak nyaman, 90,86% merasa nyaman, dan 6,85% merasa sangat nyaman, diperoleh dari hasil kuesioner oleh 25 responden (33,33%) dari total 75 pengguna tetap Gedung PPKS Medan.

**Tabel 3.** Data pengujian kenyamanan *Thermal, Visual dan Acoustic*

Ruangan	Suhu (°C)	RH (%)	Intensitas Cahaya (LUX)	Kebisingan (dBA)
Ruang Direktur	21,94	54,51	158,82	44,70
Ruang Wakil Direktur	21,99	56,07	157,73	48,83
Ruang Sekretariat	22,09	57,44	170,69	46,66
Ruang Biro Umum	22,09	55,46	169,76	46,66
Ruang Tamu	22,44	53,03	224,83	44,53
Ruang Keuangan	23,42	57,44	218,64	64,37
Ruang SDM dan Hukum	24,44	58,77	197,09	56,57
Ruang Pengadaan	23,58	59,27	194,58	55,72
Ruang Sus BHT	24,58	59,23	195,62	57,31
Laboratorium Pelayanan	23,23	55,48	238,53	54,98
Laboratorium Administrasi	24,56	55,07	247,73	57,37
Laboratorium minyak sawit	25,23	54,91	242,53	52,94
Rata-rata	23,30	56,39	201,38	52,55

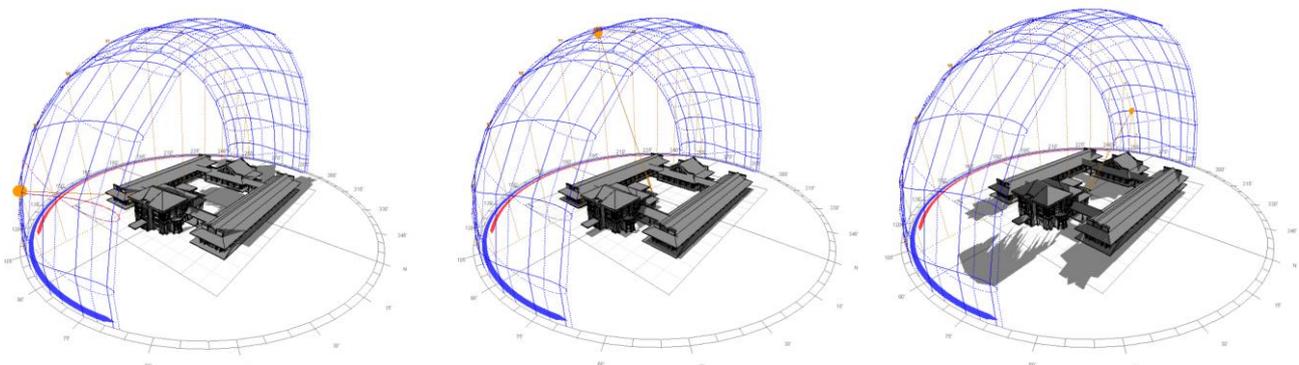
### 3.3. Analisis Kenyamanan Visual Menggunakan Software *Ecotect Analysis*

Pengukuran langsung dilakukan menggunakan sensor BH1750 (lux meter). Mengoperasikan simulasi *Ecotect Analysis* dengan membuat skenario, bahwa matahari bersinar terbaik pada pukul 08.00 s.d.16.00 WIB berdasarkan lintasan matahari sepanjang tahun (bulan Februari). Pengamatan dilakukan terhadap 12 ruangan di kawasan PPKS Medan (**Tabel 4**). Dapat disimpulkan bahwa matahari pagi (pukul 07.00 s.d. 11.00) berada di timur, sehingga area timur bangunan mendapat banyak paparan sinar

matahari dan pembayangan terjadi pada area barat. Matahari siang-sore (pukul 12.00 s.d. 17.00) berada di barat, sehingga pembayangan terjadi di area timur. **Gambar 4** merupakan skema pencahayaan dari pukul 08.00 s.d. 17.00. Menyesuaikan dengan kondisi eksisting dilakukan agar didapat perolehan besaran cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan sepanjang hari dan sepanjang tahun.

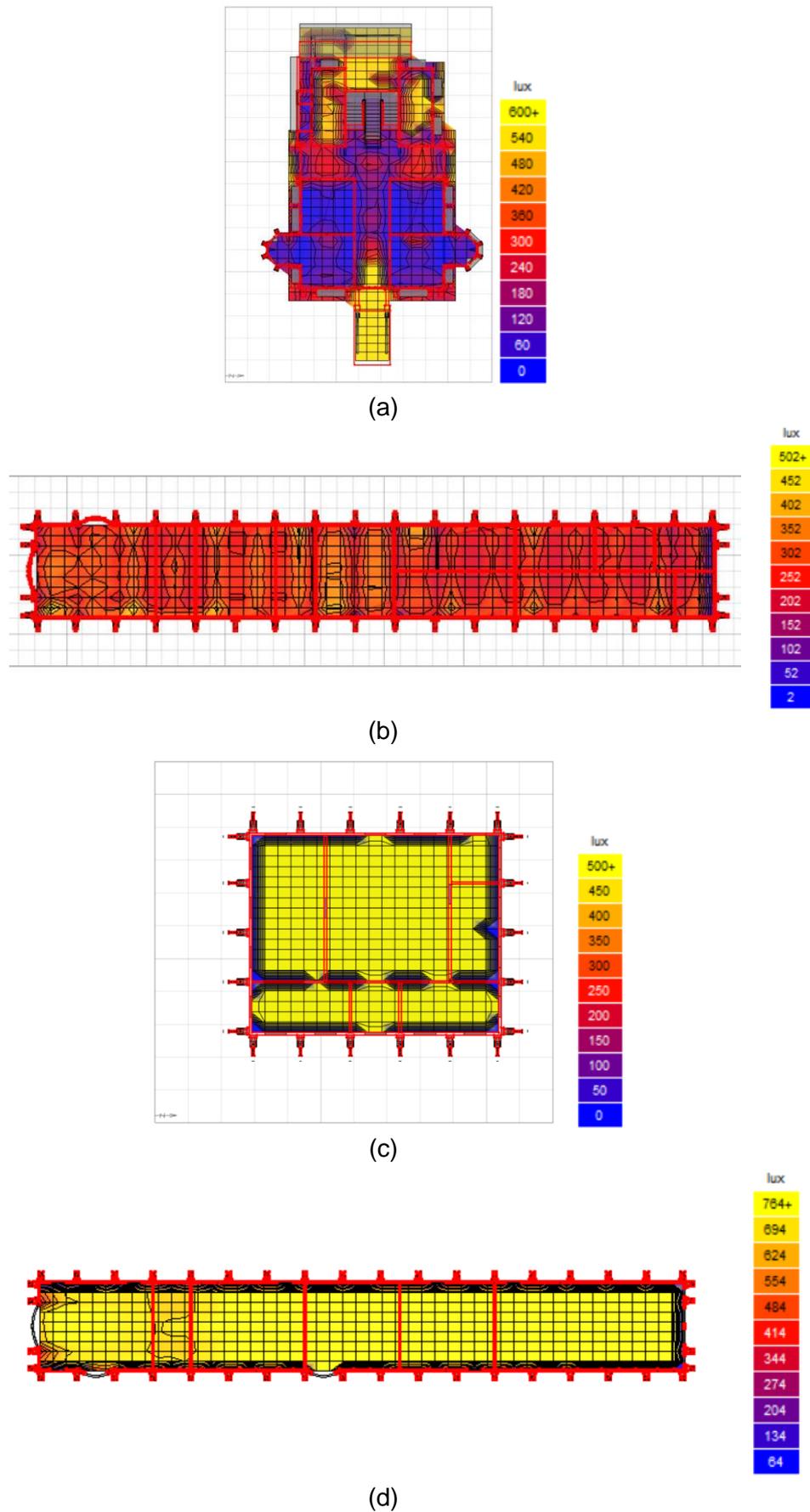
**Tabel 4.** Perbandingan pencahayaan eksisting dengan hasil simulasi

Ruangan	Hasil pengukuran (Lux)	Pemodelan eksisting <i>ecotect</i> (Lux)	Pemodelan simulasi <i>ecotect</i> (Lux)	Baku mutu (Lux)
Ruang Direktur	158,82	120-180	180-240	350
Ruang Wakil Direktur	157,73	120-180	180-240	350
Ruang Sekretariat	170,69	90-180	60-180	350
Ruang Biro Umum	169,76	120-180	60-180	350
Ruang Tamu	224,83	180-270	300-420	350
Ruang Keuangan	218,64	120-240	250-450	350
Ruang SDM dan Hukum	197,09	151-211	302-402	350
Ruang Pengadaan	194,58	211-271	252-352	350
Ruang Sus BHT	195,62	181-241	302-352	350
Laboratorium Pelayanan	238,53	148-268	414-624	500
Laboratorium Administrasi	247,73	178-268	484-626	500
Laboratorium minyak sawit	242,53	118-298	414-684	500



**Gambar 4.** Pembayangan Pukul 08.00, 12.00, dan 17.00

Hasil analisis menggunakan *software Ecotect Analysis* berbeda dengan hasil pengukuran dalam ruangan secara langsung karena analisis simulasi mengganti bahan material kaca dan jendela *dengan single glazed aluminium frame blind* yang membuat hasil simulasi mendapatkan nilai pencahayaan yang baik. Untuk ruang direktur, ruang wakil direktur, ruang sekretariat dan ruang biro umum, hasil pengukuran dan simulasi langsung dengan *software Ecotect Analysis* masih dibawah baku mutu. Untuk ruang tamu, pengadaan, SDM dan Hukum, pemasaran, keuangan, laboratorium minyak sawit, laboratorium administrasi, dan laboratorium pelayanan hasil dari pengukuran langsung mendapat nilai di bawah baku mutu, namun simulasi menggunakan *software Ecotect Analysis* sudah memenuhi standar kualitas SNI yang disarankan, 350 lux untuk ruang kerja dan 500 lux untuk laboratorium. Penggantian material pada jendela dan kaca akan menghemat konsumsi energi listrik setiap tahun, karena memanfaatkan energi cahaya alami. Untuk meningkatkan kenyamanan visual pada pencahayaan juga bisa modifikasi interior dengan mengganti lampu yang lebih terang dan gorden di dalam ruangan.



**Gambar 5.** Hasil tampak atas (a) Gedung A, (b) Gedung B, (c) Gedung C, dan (d) Gedung D

#### 4. Kesimpulan

Hasil assessment terhadap kategori Energy Efficiency and Conservation (EEC) menunjukkan bahwa Gedung PKKS Medan telah memenuhi 5,5% dari kriteria yang ditetapkan atau mendapatkan 2 dari 36 poin. Penilaian terhadap kategori Indoor Health and Comfort (IHC) menunjukkan bahwa Gedung PPKS Medan telah memenuhi 35% dari kriteria yang ditetapkan atau mendapatkan 7 dari 20 poin, dan belum memenuhi persentase atau nilai minimum predikat GreenShip. Simulasi menggunakan software Ecotect Analysis menghasilkan intensitas cahaya yang lebih baik dengan nilai antara 180-684 lux dibandingkan pengukuran langsung dengan nilai antara 158,82-247,73 lux, dikarenakan analisis simulasi mengganti bahan material kaca dan jendela dengan *single glazed aluminium frame blind*. Saran implementasi green building pada Gedung PPKS Medan adalah membuat surat komitmen penghematan energi, surat aktifitas dilarang merokok dalam gedung, menyediakan area untuk merokok, melakukan penghematan terhadap konsumsi energi listrik, melakukan pengukuran kualitas lingkungan, menggunakan energi terbarukan, dan melakukan perawatan secara rutin.

#### Daftar Pustaka

- [1] [KemenPUPR] Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 02/PRT/M/2015 Tentang Bangunan Gedung Hijau. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; 2016.
- [2] Frontczak M, Wardocki P. 2011. Literature survei on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Journal of Building and Environment*. 46(1): 922-937.
- [3] Fleta A. 2021. Analisis Pencahayaan Alami dan Buatan pada Ruang Kantor Terhadap Kenyamanan Ruang. *Jurnal Patra*. 3(1):33-42.
- [4] ASHRAE. 2017. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Standard 55–2017. Atlanta USA: ASHRAE.
- [5] Latifah. 2015. Kajian Sistem Pencahayaan Yang Mempengaruhi Kenyamanan Visual Ruang A Dan Ruang Sayap Galeri Sunaryo. *Jurnal Reka Karsa*. 3(1).
- [6] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2000b. *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan*. SNI 03-6197-2000. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [7] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung*. SNI-6390-2011. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [8] Akash, Birwal A. 2017. IoT-based temperature and humidity monitoring system for agriculture. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 6(7):12756-12761.
- [9] Najmurrohman A, Kusnandar, Amrulloh. 2017. Prototipe pengendali suhu dan kelembaban untuk *cold storage* menggunakan mikrokontroler ATmega328 dan sensor DHT-22. *Jurnal Teknologi*. 10(1):73-82.
- [10] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2000a. *Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan*. SNI 03-6386-2000. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.