

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Pada Tugas Akhir ini tinjauan pustaka dilakukan untuk membantu pemahaman mengenai pendekatan dan metodologi yang digunakan pada penelitian serupa untuk memperdalam pemahaman mengenai topik Tugas Akhir. Melalui tinjauan pustaka juga dilakukan identifikasi kelebihan dan kekurangan penelitian sebelumnya untuk dijadikan bahan pengembangan. Penelitian serupa yang ditemukan berupa implementasi perangkat penilaian sertifikasi *Greenship Existing Building* pada beberapa universitas lainnya. Rangkuman hasil penelitian-penelitian tersebut sebagai berikut;

1. Penelitian Baby Arabella Dayantha, Heru Sufianto, Ary Deddy Putranto (2017) [12]

Penelitian ini berjudul “Studi Implementasi Konsep *Green Building* pada Gedung Rektorat Universitas Brawijaya”. Metode yang digunakan adalah metode evaluatif melalui observasi pengukuran secara langsung, simulasi untuk tingkat pencahayaan dan wawancara evaluasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan konsep *green building* untuk mengoptimalkan peringkat sertifikasi Green Building Council Indonesia (GBCI) pada Gedung Rektorat.

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa Gedung Rektorat Universitas Brawijaya mendapatkan 17 poin dan belum memenuhi persentase atau nilai minimum predikat *Greenship*. Berdasarkan hasil

pengujian diberikan rekomendasi desain untuk menaikkan peringkat menjadi perak dengan perolehan 59 poin melalui penataan area tapak (pengadaan parkir motor, *extensive green roof* dan *wall garden*, dan penyediaan area khusus merokok), konservasi air (pengadaan bioretensi), dan peningkatan kenyamanan akustik melalui penggantian jenis plafon.

2. Penelitian Ratna Purwaningsih, Haeru Prastawa, Novie Susanto, Singgih Saptadi, Benraen Pirogo (2018) [13]

Penelitian ini berjudul “*Assesment of Green Building Score Based on Greenship Rating of the Green Building Council of Indonesia*”. Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui wawancara dengan dosen, pekerja, mahasiswa dan perancang Bangunan Teknik Industri Universitas Diponegoro. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian terhadap Bangunan Teknik Industri Universitas Diponegoro berdasarkan kriteria *green building* GBCI dan memberikan rekomendasi terkait perbaikan hasil penilaian.

Berdasarkan penelitian ini, hasil penilaian menunjukkan bahwa Bangunan Teknik Industri Universitas Diponegoro mendapatkan predikat perunggu dengan perolehan 52 poin. Rekomendasi yang diberikan berfokus pada aspek sumber dan siklus material dan manajemen lingkungan bangunan seperti menambahkan area vegetasi, memasang panel surya, dan memanfaatkan kembali air hujan dan air kondensasi pendingin.

### 3. Penelitian Rezi Berliana Yasinta (2019) [14]

Penelitian ini berjudul “Evaluasi Penerapan *Green Building* pada Fakultas Pertanian berdasarkan Perangkat Penilaian *Greenship Existing Building* Versi 1.1”. Data pada penelitian ini dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara dengan kuesioner, dan pengolahan dokumen bangunan. Tujuan yang ingin dicapai penelitian ini adalah menilai penerapan *green building* pada Fakultas Pertanian Universitas Jember dan memberikan solusi perbaikan untuk meningkatkan perolehan poin.

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa 4 kriteria dalam syarat kelayakan untuk sertifikasi bangunan belum terpenuhi dan akumulasi poin penerapan yang didapat adalah sebesar 22,55 poin dan belum bisa dikatakan sebagai bangunan berkonsep *green building*. Rekomendasi yang diberikan adalah untuk memenuhi standar keselamatan kebakaran, melengkapi dokumen AMDAL dan UKL/UPL, memenuhi standar ketahanan gempa pada bangunan, dan memenuhi standar aksesibilitas difabel gedung.

### 4. Penelitian Siti Mega Rosalia, Annisa, Siswanti Zuraida (2020) [15]

Penelitian ini berjudul “Evaluasi Sertifikasi *Green Building* pada Gedung Institut Teknologi & Sains Bandung (ITSB)”. Metode kualitatif digunakan untuk mengetahui elemen *green building* yang terdapat pada parameter *Greenship Existing Building* pada gedung ITSB. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan kuesioner. Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah mencari tahu kriteria penilaian

resertifikasi Greenship, mengevaluasi kondisi *existing* gedung ITSB serta penyesuaiannya terhadap parameter penilaian, dan memberikan masukan mengenai evaluasi resertifikasi *green building*.

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa ITSB memperoleh poin 47 dari hasil *rating* kondisi *existing* terhadap Greenship Existing Building atau mendapat peringkat perunggu. Rekomendasi yang diberikan adalah melakukan perbaikan pengelolaan AC, melaksanakan daur ulang sampah sesuai 3R, melakukan upaya pengurangan plastik, menerapkan larangan merokok, dan membuat dokumen berkaitan dengan *green building* dan menetapkan jadwal pengelolaan gedung yang tepat.

##### 5. Penelitian Hayder Ahmed, Sugini (2020) [16]

Penelitian ini berjudul “*Assessment of Sustainability in Architecture Using The Modification of The Greenship Tools Model: Case Study of Mohammad Hatta Building of Universtas Islam Indonesia*”. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat keberhasilan Gedung Mohammad Hatta dalam pengimplementasian prinsip keberlanjutan menggunakan perangkat penilaian Greenship *Existing Building* sebagai *benchmark*. Data pada penelitian ini terdiri dari data primer (dikumpulkan melalui observasi langsung dan wawancara) dan data sekunder yang diperlukan. Data yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan *benchmark* 5 kategori Greenship EB versi 1.1 yaitu tepat guna lahan, efisiensi dan konservasi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, dan kesehatan dan kenyamanan dalam ruang. Tingkatan pemenuhan kriteria keberlanjutan

kemudian dikelompokkan menjadi tiga; “Terpenuhi”, “Tidak Terpenuhi”, dan “Tidak *Available*”.

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa gedung Mohammad Hatta memperoleh 27 poin dari total 51 poin untuk 5 kategori Greenship yang termasuk ke dalam pertimbangan penelitian. Dari hasil penelitian disarankan upaya perbaikan kriteria yang masuk ke dalam tingkat pemenuhan “Tidak Terpenuhi” untuk masing-masing kategori Greenship.

Rekomendasi yang diberikan pada kategori tepat guna lahan adalah menyediakan halte bus pada area tapak, penyediaan jalur khusus pejalan kaki, memberikan rekomendasi pada penghuni bangunan untuk menggunakan sepeda, dan menyediakan *shower* untuk pengguna sepeda. Untuk kriteria efisiensi dan konservasi energi disarankan pemasangan sensor pada sistem *Heating Ventilation and Air Conditioning* (HVAC) untuk menyesuaikan okupansi ruangan yang dikondisikan, menampilkan informasi konsumsi energi bangunan pada *display* di area umum, dan memasang pembangkit energi terbarukan berupa solar panel pada bangunan. Untuk konservasi air direkomendasikan untuk memanfaatkan air hujan dan *drain* untuk irigasi, dan memanfaatkan limbah air dari wastafel untuk *flushing* WC. Pada sumber dan siklus material disarankan untuk mengganti kaca menjadi *solar glass* untuk mengurangi radiasi matahari, dan mengganti refrigeran yang digunakan menjadi refrigeran ramah lingkungan. Untuk kategori kesehatan dan kenyamanan ruang disarankan untuk

memasang *smart windows* yang dapat mengatur ventilasi udara dalam ruangan, serta memasang sensor karbon dioksida pada auditorium.

Dari kelima penelitian tersebut penelitian [12], [13], dan [14] menunjukkan implementasi perangkat penilaian *GreenShip Existing Building* versi 1.1 pada universitas negeri, sedangkan penelitian [15] dan [16] pada universitas swasta. Pada penelitian [12], studi kasus dilaksanakan pada gedung rektorat yang terdiri dari ruang kerja, sedangkan penelitian [13], [14], dan [15] dilaksanakan pada gedung perkuliahan, dan penelitian [16] dilaksanakan pada gedung perpustakaan. Apabila diklasifikasikan berdasarkan tinggi bangunan, objek penelitian [12] merupakan *high-rise building* dengan 8 lantai, sedangkan objek penelitian [13], [14], [15], dan [16] merupakan *mid-rise building* dengan tinggi bangunan 4-5 lantai. Dari umur bangunan, objek penelitian [12] dan [14] berumur lebih dari 20 tahun, sedangkan objek penelitian [13], [15], dan [16] kisaran umur bangunannya adalah 10-12 tahun. Pada objek penelitian [12], [13], [14], dan [16] belum pernah dilakukan sertifikasi bangunan hijau, sedangkan pada [15] sudah pernah dilakukan sertifikasi *GreenShip New Building* dan mendapat predikat *gold*.

Dari segi metodologinya, observasi langsung dilakukan pada penelitian [12], [14], [15], dan [16], wawancara dilakukan pada penelitian, [13], [15], dan [16], pembagian kuesioner dilakukan pada penelitian [14] dan [15], dokumen bangunan dimanfaatkan pada penelitian [12], [14], [15], dan [16], dan hanya penelitian [12] yang melaksanakan simulasi pencahayaan. Sehingga diketahui penelitian [12], [14], [15], dan [16] memanfaatkan data primer dan sekunder, sedangkan penelitian [13] hanya menggunakan data primer. Hasil yang didapat menunjukkan objek

penelitian pada penelitian [13] dan [15] tergolong sebagai bangunan hijau dan mendapat predikat *bronze*, sedangkan objek penelitian [12], [14], dan [16] belum memenuhi standar bangunan hijau. Kelebihan dari penelitian [12] adalah rekomendasi diberikan secara detail lengkap dengan parameter pencapaian dan beberapa mencantumkan simulasi hasil penerapan rekomendasinya. Pada penelitian [13] dan [14], kelebihan yang ditemukan adalah dipertimbangkannya prasyarat sertifikasi sebelum dilakukan evaluasi. Pada penelitian [15], dimanfaatkan metode khusus untuk membangun kuesioner yaitu rumus slovin dan skala Likert. Pada penelitian [16] pembahasan hasil dilakukan secara detail per tolak ukur pada GreenShip. Namun, kekurangan dari kelima penelitian tersebut adalah rekomendasi yang diberikan belum menyertakan prioritas ke dalam pertimbangan perumusan rekomendasi dan pada penelitian [16] evaluasi dilaksanakan hanya berdasarkan 5 dari 6 kategori GreenShip yang tersedia.

Pada Tugas Akhir ini, implementasi perangkat penilaian GreenShip Existing Building versi 1.1 dilaksanakan pada gedung perkuliahan. Bangunan ini sama tergolong sebagai *high-rise building* dengan 12 lantai dan 1 basemen dengan umur bangunan 9 tahun pada saat Tugas Akhir dilaksanakan dan pada bangunan belum pernah dilakukan sertifikasi bangunan hijau. Metodologi yang akan digunakan adalah observasi tidak langsung, wawancara, pengolahan dokumen bangunan, dan dilakukan juga simulasi pencahayaan. Tugas Akhir memanfaatkan data primer dan sekunder, Dari kelebihan dan kekurangan penelitian sebelumnya direncanakan bahan pengembangan yang diterapkan pada Tugas Akhir ini. Sehingga, pada Tugas Akhir ini mempertimbangkan syarat kelayakan bangunan dari GreenShip ke dalam

evaluasi dan dilakukan perumusan rekomendasi dengan mempertimbangkan prioritasnya.

## **2.2. Konsep Bangunan Hijau**

Bangunan Hijau merupakan konsep holistik yang bermula dari pemahaman tentang bagaimana konstruksi terbangun yang manusia manfaatkan untuk menunjang kegiatan yang mereka lakukan, selama siklus hidupnya membutuhkan energi, air dan material serta menghasilkan limbah baik padat, cair maupun gas [17]. Hal ini dapat memberikan dampak yang sangat besar terhadap lingkungan, serta manusia yang menempati bangunan gedung tersebut setiap harinya. Konsep bangunan hijau merupakan usaha untuk memperbesar dampak positif dan mengurangi dampak negatif sepanjang siklus hidup bangunan tersebut [18]. Upaya ini perlu diwujudkan tanpa berkompromi dengan kesehatan, keamanan dan kenyamanan penghuninya.

Bangunan hijau secara umum merupakan proses perencanaan, perancangan, pembangunan, dan pengoperasian bangunan gedung yang berpusat pada pertimbangan mengenai penggunaan energi, penggunaan air, kualitas lingkungan dalam ruang, pemilihan material, dan pengaruh bangunan gedung terhadap lingkungan sekitarnya [18].

## **2.3. Manfaat Bangunan Hijau**

Manfaat dari penerapan bangunan hijau dapat dibagi menjadi tiga kategori yakni;

- ✓ **Segi lingkungan**, penerapan bangunan hijau membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, emisi karbon, penggunaan air, dan konsumsi energi bangunan gedung [19].
- ✓ **Segi ekonomi**, bangunan hijau memiliki biaya konsumsi energi dan air serta biaya operasional dan pemeliharaan yang secara jangka panjang lebih rendah [8] dan nilai asetnya 7% lebih tinggi dari bangunan tradisional [19].
- ✓ **Segi sosial**, bangunan hijau banyak memberikan manfaat terkait kesehatan, kesejahteraan, dan produktivitas pengguna bangunan gedung [19] melalui peningkatan kondisi dalam sebuah bangunan gedung mulai dari pencahayaan, kondisi termal, penyediaan ventilasi, keberadaan kontaminan, dan kebisingan.

#### **2.4. Perangkat Penilaian Bangunan Hijau**

Perangkat penilaian bangunan hijau berisi tolak ukur yang digunakan untuk memverifikasi hasil penerapan konsep bangunan hijau melalui sertifikasi. Perangkat penilaian tersebut dibuat dengan mempertimbangkan kondisi iklim, karakteristik alam serta peraturan dan standar yang berlaku di negara tertentu. Negara-negara yang sudah mengikuti gerakan bangunan hijau membangun sistem sertifikasinya sendiri, seperti misalnya Amerika Serikat mengeluarkan sertifikasi *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*, Singapura memiliki Green Mark, dan Indonesia memiliki Greenship. Dari International Finance Corporation (IFC) dikeluarkan sistem sertifikasi *Excellence in Design for Greater*

*Efficiencies* (EDGE) yang berlaku di lebih dari 150 negara di dunia. Keempat sistem sertifikasi tersebut berlaku di Indonesia. Berikut merupakan perbandingan dari sistem sertifikasi tersebut;

**Tabel 2.1.** Matriks perbandingan perangkat penilaian bangunan hijau

<b>Kategori</b>	<b>Greenship [20]</b>	<b>LEED [21]</b>	<b>EDGE [22]</b>	<b>Green Mark [23]</b>
Lembaga Perumus	Green Building Council Indonesia (GBCI)	Unites States Green Building Council (USGBC)	International Finance Corporation (IFC)	Building and Construction Authority (BCA)
Keunikan	Mempertimbangkan kondisi, karakter alam, dan standar yang berlaku di Indonesia	Dapat diterapkan di tingkat global, regional dan lokal	Program Sertifikasi berlaku di lebih dari 150 negara dan menyediakan aplikasi berbasis web	Targetnya untuk industri konstruksi di Singapura
Kategori Penilaian	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Appropriate Site Development,</i></li> <li>• <i>Energy Efficiency and Conservation,</i></li> <li>• <i>Water Conservation,</i></li> <li>• <i>Material Resource and Cycle,</i></li> <li>• <i>Indoor Health and Comfort, dan Building Environment Management</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Integrative Process,</i></li> <li>• <i>Location and Transportation,</i></li> <li>• <i>Sustainable Site,</i></li> <li>• <i>Water Efficiency,</i></li> <li>• <i>Energy and Atmosphere,</i></li> <li>• <i>Material and Resource,</i></li> <li>• <i>Indoor Environmental Quality,</i></li> <li>• <i>Innovation, Regional Priority</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Energy,</i></li> <li>• <i>Water, dan Material</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Energy efficiency,</i></li> <li>• <i>Water Efficiency,</i></li> <li>• <i>Environmental Protection,</i></li> <li>• <i>Indoor Environment Quality, Other Green Feature</i></li> </ul>
Jenis sertifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>New Building (NB),</i></li> <li>• <b><i>Existing Building (EB),</i></b></li> <li>• <i>Interior Space (IS),</i></li> <li>• <i>Homes, dan Neighborhood</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Building Design and Construction (BD+C)</i></li> <li>• <i>Interior Design and Construction (ID+C)</i></li> <li>• <b><i>Building Operation and Maintenance (O+M)</i></b></li> <li>• <i>Neighborhood Development</i></li> <li>• <i>Homes</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Home,</i></li> <li>• <i>Hospitality,</i></li> <li>• <i>Retail,</i></li> <li>• <i>Office,</i></li> <li>• <i>Hospital, dan Education</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>New Non-Residential Buildings,</i></li> <li>• <i>Super Low Energy,</i></li> <li>• <i>New Residential Building,</i></li> <li>• <i>Transit Station,</i></li> <li>• <i>Existing Non-Residential Building,</i></li> <li>• <i>Existing Residential Building,</i></li> <li>• <i>Landed Houses,</i></li> </ul>

Kategori	Greenship [20]	LEED [21]	EDGE [22]	Green Mark [23]
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cities and Communities</i></li> <li>• <i>LEED Recertification LEED Zero</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Existing school, Healthcare,</i></li> <li>• <i>Laboratory,</i></li> <li>• <i>Infrastructure,</i></li> <li>• <i>District,</i></li> <li>• <i>Healthier Workplace,</i></li> <li>• <i>Office Interior,</i></li> <li>• <i>Restaurants,</i></li> <li>• <i>Supermarket,</i></li> <li>• <i>Retail,</i></li> <li>• <i>Data Centers,</i></li> <li>• <i>Overseas Project New Development,</i></li> <li>• <b><i>Overseas Project Existing Building (ENRB), Circular Economy/ Sustainable Construction</i></b></li> </ul>
Proses Penilaian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registrasi</li> <li>2. Verifikasi kelayakan dan donasi</li> <li>3. <i>Preliminary Assesment</i> dan Penentuan Target</li> <li>4. Pengumpulan data dan <i>Final Assesment</i></li> <li>5. Penyerahan sertifikat</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registrasi proyek dan informasi kunci proyek</li> <li>2. Pengumpulan aplikasi sertifikasi melalui LEED <i>online</i> dan pembayaran</li> <li>3. Proses <i>review</i> sertifikasi oleh pihak ketiga (GBCI)</li> <li>4. Sertifikasi dan pengukuran performa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membuat proyek di EDGE App</li> <li>2. Registrasi proyek dan pembayaran biaya pendaftaran ke GBCI</li> <li>3. Memilih EDGE Auditor</li> <li>4. Mengumpulkan aplikasi dan biaya sertifikasi</li> <li>5. Proses peninjauan aplikasi dan <i>site audit</i> oleh GBCI dan EDGE Auditor <i>Preliminary certification/ Final certification</i></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pendaftaran proyek</li> <li>2. <i>Preliminary meeting</i> dengan tim proyek</li> <li>3. <i>Pre-Assessment, design Assesment; document review, and site verification</i></li> </ol>
Badan Sertifikasi	GBCI, Greenship Professional	GBCI, LEED AP	EDGE Auditor	BCA Green Mark Assessor
Peringkat Penilaian	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Platinum</i> (min 83 poin)</li> <li>✓ <i>Gold</i> (min 66 poin)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Platinum</i> (80+ points)</li> <li>✓ <i>Gold</i> (60-79 points)</li> </ul>	Persentase penghematan (pengurangan minimal 20%)	Untuk ENRB: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Platinum</i> (&gt;70)</li> <li>✓ <i>Gold Plus</i> (&gt;60 to &lt;70)</li> </ul>

<b>Kategori</b>	<b>GreenShip [20]</b>	<b>LEED [21]</b>	<b>EDGE [22]</b>	<b>Green Mark [23]</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Silver</i> (min 53 poin)</li> <li>✓ <i>Bronze</i> (min 41 poin)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Silver</i> (50-59 points)</li> <li><i>Certified</i> (40-49 points)</li> </ul>	dalam proyeksi konsumsi energi operasional, penggunaan air, dan energi yang terkandung dalam material dibanding dengan praktik lokal pada umumnya)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Gold</i> (&gt;50 to &lt;60)</li> <li>✓ <i>Certified</i> (memenuhi semua syarat prerequisite)</li> </ul>
Kelebihan	Sudah disesuaikan dengan kondisi, karakter alam dan standar setempat	Sertifikasi bersifat global, jenis perangkat penilaiannya terbagi berdasarkan kondisi bangunan	Terdapat <i>interface</i> yang mudah digunakan, dan perhitungan disesuaikan dengan data lokasi spesifik	Jenis sertifikasi beragam berdasarkan fungsi bangunan
Kekurangan	Jenis sertifikasi kurang beragam dibandingkan dengan sistem sertifikasi lainnya	Perangkat penilaian tidak terintegrasi dengan standar pada lokasi spesifik	Aspek tercakup hanya energi, air, dan material; tidak ada kualitas udara dan lainnya	Lebih dispesialisasikan untuk bangunan di Singapura

Berdasarkan perbandingan pada Tabel 2.1, perangkat penilaian GreenShip akhirnya dipilih untuk diterapkan pada Tugas Akhir ini dikarenakan perangkat penilaian GreenShip telah disesuaikan dengan kondisi dan karakter alam Indonesia, dan sudah terintegrasi dengan standar setempat. Selain itu, GreenShip paling umum diterapkan pada bangunan gedung di Indonesia dan terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas penerapan sertifikasi tersebut di universitas.

## 2.5. GreenShip *Existing Building* versi 1.1

GreenShip merupakan sistem sertifikasi yang dikeluarkan oleh Green Building Council Indonesia (GBCI) yang didirikan tahun 2009 [20]. GreenShip disusun dengan melibatkan para pelaku sektor bangunan gedung yang ahli di bidangnya seperti arsitek, industri bangunan gedung, teknisi mekanikal elektrikal, desainer interior, arsitek lanskap, dan lainnya. Pada sertifikasi GreenShip terdapat

beberapa perangkat penilaian yang harus dipilih sesuai jenis bangunan gedung yang akan disertifikasi. Perangkat penilaian tersebut antara lain adalah Greenship *New Building, Existing Building, Interior Space, Homes, dan Neighborhood*.

Pada Tugas Akhir ini, menyesuaikan dengan objek yang dipilih, digunakan perangkat penilaian Greenship *Existing Building (EB)* Versi 1.1. Perangkat penilaian ini digunakan untuk bangunan gedung yang telah lama beroperasi minimal satu tahun setelah gedung selesai dibangun. Implementasi *green building* pada gedung terbangun banyak terkait dengan manajemen operasional dan pemeliharaan gedung [20]. Alur proses sertifikasi Greenship *Existing Building* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Alur Sertifikasi Greenship *Existing Building* [24]

Pada perangkat penilaian Greenship EB, terdapat 6 kategori yang menjadi pertimbangan penilaian. Pada tiap kategori terdapat berbagai kriteria dilengkapi dengan poin yang akan didapat apabila kriteria terpenuhi oleh bangunan gedung yang disertifikasi. Detail poin dari setiap kategori penilaian Greenship *Existing Building* Versi 1.1 ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Rincian poin kategori penilaian Greenship EB versi 1.1 [25]

<b>Kode</b>	<b>Kategori</b>	<b>Prasyarat</b>	<b>Kredit</b>	<b>Bonus</b>	<b>Persentase</b>
ASD	<i>Appropriate Site Development/</i> Tepat Guna Lahan	2	16	-	13,68%
EEC	<i>Energy Efficiency and Conservation/</i> Efisiensi dan Konservasi Energi	2	36	8 B	30,77%
WAC	<i>Water Conservation/</i> Konnservasi Air	1	20	2 B	17,09%
MRC	<i>Material Resource and Cycle/</i> Sumber dan Siklus Material	3	12	-	10,26%
IHC	<i>Indoor Health and Comfort/</i> Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang	1	20	-	17,09%
BEM	<i>Building Environment Management/</i> Manajemen Lingkungan Bangunan	1	13	-	11,11%

Pada perangkat penilaian Greenship terdapat tiga jenis kriteria; prasyarat, kredit, dan bonus. Kriteria prasyarat merupakan kriteria yang wajib dipenuhi agar perolehan poin pada kategori tertentu dapat diakumulasi. Kriteria kredit adalah kriteria minimum yang harus dipenuhi agar mendapat poin tertentu. Sedangkan kriteria bonus akan menambahkan poin pada akumulasi jika performa bangunan gedung proyek melebihi batas tertentu. Akumulasi poin penilaian kemudian akan

dibandingkan dengan ketentuan poin peringkat pada Tabel 2.3 untuk menentukan peringkat hasil sertifikasi.

**Tabel 2.3.** Peringkat Sertifikasi GreenShip *Existing Building*

<b>Predikat</b>	<b>Poin</b>	<b>Persentase (%)</b>
Platinum/ <i>Platinum</i>	83<	73
Emas/ <i>Gold</i>	66-82	57
Perak/ <i>Silver</i>	53-65	46
Perunggu/ <i>Bronze</i>	41-52	35

## **2.6. Analisis Kesenjangan**

Analisis kesenjangan (*gap analysis*) merupakan sebuah metode evaluasi sistem, proses atau produk yang dilakukan dengan membandingkan kinerja aktual dengan kinerja yang diharapkan atau kondisi ideal. Dengan berfokus pada kesenjangan yang ada, metode ini membantu identifikasi strategi, struktur, kapabilitas, proses, praktik, teknologi atau keterampilan yang kurang optimal atau belum ada, dan kemudian merekomendasikan langkah-langkah yang akan membantu pencapaian kondisi ideal [26]. Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan analisa kesenjangan adalah;

1. Menentukan batasan area objek yang dianalisis dan menentukan hasil yang ingin dicapai dari analisis.
2. Menetapkan kondisi ideal yang seharusnya dicapai.
3. Menganalisis kondisi aktual.

4. Membandingkan kedua kondisi, menentukan kesenjangan (*gap*), dan mengkuantisasi perbedaan tersebut.
5. Menyusun rekomendasi dan rencana untuk menjembatani kesenjangan yang ada.

## 2.7. Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan besar energi yang digunakan suatu bangunan gedung per luas area yang dikondisikan dalam satu bulan atau satu tahun. IKE menjadi salah satu parameter yang digunakan untuk menilai kinerja energi bangunan gedung. IKE dihitung dengan persamaan (1).

$$IKE = \frac{\text{Total konsumsi energi dalam 1 periode (kWh)}}{\text{Total luas bangunan yang dikondisikan (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots (1)$$

Dari acuan yang ditentukan oleh Green Building Council Indonesia, batas nilai IKE adalah; perkantoran 250 kWh/m<sup>2</sup>/tahun, *mall* 450 kWh/m<sup>2</sup>/tahun dan hotel atau apartemen 350 kWh/m<sup>2</sup>/tahun [25]. Sedangkan untuk standar IKE untuk bangunan gedung di Indonesia ditetapkan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia tahun 2004 seperti pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4.** Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia

[27]

<b>Kriteria</b>	<b>Ruangan AC (kWh/m<sup>2</sup>/bulan)</b>	<b>Ruangan Non-AC (kWh/m<sup>2</sup>/bulan)</b>
Sangat Efisien	4,17-7,92	0,84-1,67
Efisien	7,92-12,08	1,67-2,50
Cukup Efisien	12,08-14,58	-
Agak Boros	14,58-19,17	-
Boros	19,17-23,75	2,50-3,34
Sangat Boros	23,75-37,75	3,34-4,27

## 2.8. Daya Pencahayaan

Daya pencahayaan merupakan parameter yang digunakan untuk merencanakan dan mengukur keberhasilan penghematan energi pada sistem pencahayaan. Daya pencahayaan merupakan nilai total daya yang dibutuhkan untuk pencahayaan buatan pada ruangan tertentu per unit luas, dihitung dengan persamaan (2).

$$\text{Daya pencahayaan} = \frac{\text{jumlah titik lampu} \times \text{daya per lampu (W)}}{\text{luas ruangan (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots (2)$$

Pada SNI 03-6197-2011 telah ditetapkan juga standar daya pencahayaan maksimum untuk berbagai jenis ruang seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.5.** Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan [28]

<b>Fungsi Ruangan</b>	<b>Daya pencahayaan termasuk rugi-rugi ballast (W/m<sup>2</sup>)</b>
Ruang kelas	15
Perpustakaan	11
Laboratorium	13
Ruang praktik komputer	12
Laboratorium bahasa	13
Ruang guru	12
Ruang olahraga	12
Ruang gambar	20
Kantin	8
Ruang parkir	4
Ruang Tangga darurat	4
Koridor	5
Gudang	5
Mushola	10

## 2.9. Introduksi Udara Luar

Introduksi udara luar pada bangunan gedung diperlukan untuk menjaga kualitas udara di dalam ruangan, agar bebas dari polutan dan uap air berlebihan [29]. Introduksi udara luar dapat dilakukan dengan bantuan ventilasi alami maupun ventilasi mekanik. Apabila pada ruangan ventilasi alami tidak memungkinkan untuk digunakan maka wajib digantikan dengan ventilasi mekanik [29]. Pada SNI 03-6572-2001 telah ditetapkan nilai pertukaran udara minimum dan laju udara ventilasi yang disarankan untuk berbagai fungsi ruangan seperti pada Tabel 2.6 dan Tabel 2.7.

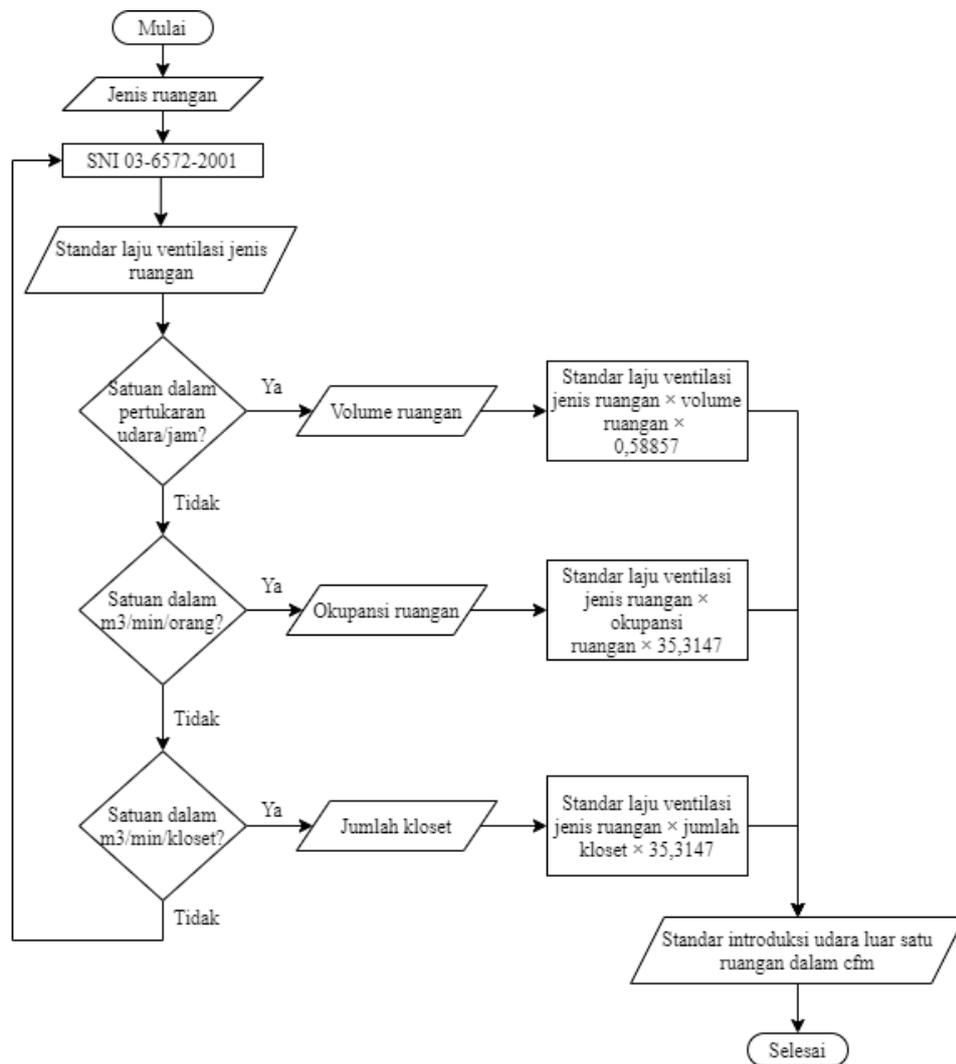
**Tabel 2.6.** Nilai Pertukaran Udara Minimum [29]

Tipe	Catu udara segar minimum	
	Pertukaran udara/jam	m <sup>3</sup> /jam per orang
Kantor	6	18
Restoran/kantin	6	18
Toko, Pasar Swalayan	6	18
Pabrik, bengkel	6	18
Kelas, bioskop	8	
Lobi, koridor, tangga	4	
Kamar mandi, peturasan	10	
Dapur	20	
Tempat parkir	6	

**Tabel 2.7.** Kebutuhan Laju Udara Ventilasi [29]

Fungsi	Satuan	Kebutuhan Udara Luar	
		Merokok	Tidak Merokok
Ruang kelas	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,75	0,15
Ruang kerja	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,6	0,15
Ruang pertemuan	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
WC umum	(m <sup>3</sup> /min)/kloset	2,25	2,25

Nilai standar introduksi udara luar untuk sebuah ruang spesifik dapat diketahui dengan mengalikan nilai standar dengan volume ruangan, okupansi, atau jumlah peturasan, tergantung pada satuan standar yang tersedia. Berikut merupakan diagram alir perhitungan yang menjelaskan langkah perhitungan standar introduksi udara luar



**Gambar 2.2.** Diagram Alir Perhitungan Standar Introduksi Udara Luar untuk Sebuah Ruangan

## 2.10. Tingkat Pencahayaan

Selain hemat energi tingkat pencahayaan dalam ruangan juga harus nyaman dan dapat menunjang aktivitas yang dilaksanakan pada ruang tersebut. Tingkat pencahayaan rata-rata terukur pada ruangan tidak boleh kurang dari yang direkomendasikan SNI 03-6197-2011 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.8.

**Tabel 2.8.** Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Rata-rata [28]

<b>Fungsi Ruangan</b>	<b>Tingkat Pencahayaan (Lux)</b>
Ruang Kelas	350
Perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang praktik komputer	500
Laboratorium Bahasa	300
Ruang guru	300
Ruang olahraga	300
Ruang gambar	750
Kantin	200

## 2.11. Albedo

Albedo atau *solar reflectivity* adalah kemampuan sebuah material untuk memantulkan energi matahari. Penggunaan material permukaan bangunan gedung terutama atap yang memiliki nilai albedo yang tinggi dapat membantu mengurangi beban pendinginan dan mencegah terjadinya *heat island effect* yang menyebabkan temperatur di sekitar bangunan gedung menjadi tinggi akibat penyerapan kalor pada permukaan-permukaan bangunan [22]. Nilai albedo rata-rata permukaan bangunan gedung dianjurkan minimal 0,3 [25] dihitung dengan persamaan;

$$\text{Rata - rata nilai albedo} = \frac{\sum \text{Nilai Albedo Permukaan} \times \text{Luas Permukaan} (m^2)}{\sum \text{Luas Permukaan} (m^2)} \dots (3)$$