

STUDI EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG CLASSROOM DALAM MENCAPAI STANDAR KAMPUS HIJAU

STUDY OF ELECTRICAL ENERGY EFFICIENCY IN CLASSROOM BUILDINGS IN ACHIEVING GREEN CAMPUS STANDARDS

Azriel Zaini¹, Armia², Iswanda³

^{1,2} Dosen Prodi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ubudiyah Indonesia

³ Mahasiswa Prodi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ubudiyah Indonesia
Jalan Alue Naga Desa Tibang, Kec. Syiah Kuala, Banda Aceh, Aceh 23114¹²

Email: azrielzaini@uui.ac.id

Abstrak—Bangunan hijau merupakan suatu konsep bangunan yang ramah lingkungan yang sudah menjadi perhatian khusus diberbagai negara dan mulai diterapkan di Indonesia. Konsep green building merupakan salah satu upaya penghematan energi yang dapat diterapkan pada suatu gedung. Dari sekian banyak bangunan di Indonesia belum banyak bangunan yang menggunakan konsep green building. Melihat dari populasi penduduk di Indonesia mengalami perkembangan yang cukup pesat, sehingga kebutuhan bangunan pun ikut meningkat dengan dampak negatif yang menyebabkan kurangnya ruang terbuka hijau di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis penghematan energi bangunan hijau pada gedung classroom. Dari hasil analisis penilaian menganalisis penghematan energi bangunan hijau pada gedung classroom diperoleh data menunjukkan bahwa melalui tindakan penghematan energi, seperti penggantian lampu TL dengan lampu LED dan penggunaan AC yang lebih efisien, dapat dihasilkan penghematan signifikan baik dalam jangka pendek maupun panjang. Proyek penggantian lampu LED 16 watt dan efisiensi energi pada penggunaan AC menunjukkan penghematan biaya yang signifikan. Penggantian lampu menghasilkan penghematan sebesar 194,965 atau 17% selama 30 tahun. Dalam penggunaan AC, penghematan energi (penambahan sensor AC) menghasilkan penghematan biaya listrik sebesar Rp385.895 atau 8% selama 30 tahun. Selain itu, penggunaan lift penghematan selama 30 tahun sebesar Rp126.643 menunjukkan persentase penghematan sebesar 6%. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi hemat energi seperti lampu TL LED 16 watt dan penambahan sensor AC, serta upaya penghematan energi untuk lift, memberikan penghematan energi dan biaya yang signifikan. Meskipun ada biaya investasi awal, manfaat jangka panjang dari penghematan energi dan pengurangan biaya operasional memberikan nilai ekonomis positif dan mendukung kelestarian lingkungan.

Kata Kunci : Bangunan Hijau; Efisiensi Energi Listrik; Gedung Classroom.

Abstract—Green buildings are an environmentally friendly building concept that has become a special concern in various countries and has begun to be implemented in Indonesia. The green building concept is one of the energy saving efforts that can be applied to a building. Of the many buildings in Indonesia, not many buildings use the green building concept. Seeing that the population in Indonesia is growing quite rapidly, the need for buildings has also increased with a negative impact that causes a lack of green open space in Indonesia. The purpose of this study is to analyze the energy savings of green buildings in classroom buildings. From the results of the analysis of the assessment of green building energy savings in classroom buildings, data shows that through energy saving measures, such as replacing TL lamps with LED lamps and using more efficient ACs, significant savings can be generated both in the short and long term. The project to replace 16 watt LED lamps and energy efficiency in AC use shows significant cost savings. Replacing the lamps resulted in savings of 194,965 or 17% over 30 years. In the use of AC, energy savings (addition of AC sensors) resulted in electricity cost savings of Rp385,895 or 8% over 30 years. In addition, the use of elevators for 30 years of savings of Rp126,643 showed a savings percentage of 6%. This study shows that the application of energy-saving technologies such as 16-watt LED TL lamps and the addition of AC sensors, as well as energy-saving efforts for elevators, provide significant energy and cost savings. Although there is an initial investment cost, the long-term benefits of energy savings and reduced operational costs provide positive economic value and support environmental sustainability.

Keywords: Green Building; Electrical Energy Efficiency; Classroom Building.

I. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia saat ini sedang konsen dalam meningkatkan pembangunan infrastruktur. Pembangunan infrastruktur terus dikembangkan, baik pembangunan irigasi, jalan, ruang-ruang publik, perumahan, hingga classroom untuk belajar. Pembangunan dapat menimbulkan

dampak buruk diantaranya meningkatkan limbah pencemaran, polusi udara, berkurangnya daerah resapan dan lahan terbuka hijau. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap pemanasan global, sehingga sangat penting bagi masyarakat terutama pelaku konstruksi agar lebih mawaspadai terhadap pembangunan yang memerhatikan lingkungan.

Dampak pemanasan global mendorong pergerakan ke arah pembangunan berkelanjutan melalui usaha peningkatan dalam aspek efisiensi ekonomi, pengaruh sosial budaya, perlindungan terhadap ekosistem, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Saat ini, banyak negara di dunia aktif menyuarakan program go green untuk mengatasi pemanasan global yang semakin hari semakin memburuk dampaknya terhadap lingkungan. Salah satu upaya nyata yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan konsep green building. Konsep bangunan hijau (green building) merupakan salah satu upaya yang dirancang dengan mempertimbangkan lingkungan dan krisis energi yang sedang berlangsung saat ini. Bangunan dirancang, dibangun, dan dioperasikan dengan cara meminimalkan dampak lingkungan untuk mencapai tujuan efisiensi energi. Penerapan konsep bangunan hijau dapat mendorong adanya efisiensi energi bahkan pengurangan emisi.

Green Building adalah sebuah konsep tentang membuat bangunan yang ramah lingkungan. Mengapa perlu dilakukan pembangunan yang ramah lingkungan atau pembangunan hijau? Tidak lain karena menurunnya kapasitas dan daya dukung lingkungan dari tahun ke tahun akibat pembangunan kontruksi, maka sudah selayaknya konsep green dalam pembangunan harus diterapkan di setiap negara. Tujuan dari green building ini adalah terwujudnya pembangunan berkelanjutan yang memiliki konsep green. Konsep "green" dalam pembangunan tidak berarti trend menggunakan media vegetasi dalam proses pembangunan, tetapi menerapkan ramah lingkungan mulai dari 4 perencanaan, pengadaan, pelaksanaan, pengoperasian sampai proses pembongkaran suatu bangunan (Yudelso, 2018).

Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengurangi dampak buruk yang akan ditimbulkan. Solusi yang ditawarkan salah satunya adalah dengan menerapkan konsep Green Building. Konsep green building sendiri adalah suatu konsep yang menekankan peningkatan efisiensi sumber daya alam baik penggunaan air dan energi. Selain itu, juga mengoptimalkan penggunaan material bangunan guna mengurangi dampak pembangunan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Di Indonesia standar acuan untuk penilaian kriteria Green Building yaitu Greenship yang dikembangkan oleh Green Building Council Indonesia (GBCI), terdapat 6 (enam) aspek dalam penerapan Green Building berdasarkan perangkat Greenship untuk Bangunan Baru versi 1.2 meliputi Tepat Guna Lahan, Efisiensi dan Konservasi Energi, Konservasi Air, Sumber dan Siklus Material, Kualitas Udara Kenyamanan dan Manajemen Lingkungan Bangunan (GBCI, 2018). Masing-masing aspek terdiri atas nilai atau poin yang memuat standar-standar baku dan rekomendasi untuk pencapaian standar tersebut (Kandita, 2017). Jika gedung dapat menerapkan kriteria yang telah direkomendasikan, maka gedung akan mengalami peningkatan pada predikat/rating, sehingga gedung dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan. Menurut Sari & Putranto (2018), pada penelitian konsep bangunan hijau diperoleh nilai dominan yaitu pada kategori Konservasi Air (WAC).

Menurut Nur Inani (2022) dapat 4 kesimpulan: 1. Gedung Classroom Fakultas Teknik UNHAS memenuhi

lima syarat kelayakan bangun, 2. 2. Gedung Classroom Fakultas Teknik UNHAS hanya memenuhi 2 (dua) prasyarat dari kategori Greenship, diantaranya: Kategori Siklus dan Sumber Daya Material, 3. Gedung Classroom Fakultas Teknik UNHAS memperoleh 3 (tiga) dari 6 (enam) kategori yang mendapatkan poin. Poin penilaian terbesar pada Kategori Kesehatan dan Kenyamanan Ruang sebesar 6 poin dan poin penilaian terkecil pada Kategori Siklus dan Sumber Material sebesar 3 poin, 4. 4. Dari 40 kriteria yang ada dalam kategori Greenship, Gedung Classroom memperoleh total poin sebesar 16 poin dari 117 poin maksimal Suhu rata-rata bumi telah meningkat sebesar 0,74% yang berasal dari bangunan gedung yang disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pembangunan yang tidak ramah lingkungan. Contohnya pemborosan energi dan material yang tidak ramah lingkungan, serta berkurangnya lahan hijau.

Menurut Ainun Jariah (2023) Dari hasil analisis penilaian kriteria green building berdasarkan Greenship Rating Tools untuk Gedung Terbangun yang telah dilakukan pada Gedung Sipil dan Gedung Classroom Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1. Untuk mendapatkan predikat Silver, Gedung Sipil harus memperoleh 46 Poin dari 117 poin maksimal yang dimana sebelumnya, Gedung Sipil telah memperoleh 18 poin. 2. Strategi yang digunakan Gedung Sipil untuk mendapatkan predikat Silver, pengembangan kriteria dari Greenship Rating Tools, diantaranya ASD3 (1 poin), ASD6 (1 Poin), EEC3 (1 poin), WAC2 (2 poin), WAC4 (1 Poin), WAC8 (1 poin), MRC1 (2 poin), MRC3 (1 poin), MRC4 (2 Poin), MRC 5 (1 poin), IHC1 (1 Poin), IHC4 (8 Poin), BEM3 (2 Poin), BEM4 (2 Poin), BEM5 (2 Poin). Apabila dapat terpenuhi semua, maka Gedung Sipil bisa mendapatkan predikat Silver. 3. Biaya yang dibutuhkan Gedung Sipil untuk mendapatkan predikat Silver adalah Rp 326.788.000, 4. Untuk mendapatkan predikat Silver, Gedung Classroom harus memperoleh 46 Poin dari 117 poin maksimal yang dimana sebelumnya, Gedung Classroom telah memperoleh 18 poin 5. Strategi yang digunakan Gedung Sipil untuk mendapatkan predikat Silver, pengembangan kriteria dari Greenship Rating Tools, diantaranya ASD3 (1 poin), ASD6 (1 Poin), EEC3 (1 poin), WAC2 (2 poin), WAC4 (1 Poin), WAC8 (1 poin), MRC1 (2 poin), MRC4 (2 Poin), MRC 5 (1 poin), IHC1 (1 Poin), IHC4 (8 Poin), BEM3 (2 Poin), BEM4 (2 Poin), BEM5 (2 Poin). Apabila dapat terpenuhi semua, maka Gedung Classroom bisa mendapatkan predikat Silver. 6. Biaya yang dibutuhkan Gedung Classroom untuk mendapatkan predikat Silver adalah Rp 289.779.400.

Sejak 2010, Universitas Indonesia (UI) melakukan pemeringkatan UI GreenMetric World University Rankings. Hal ini merupakan pemeringkatan perguruan tinggi pertama di dunia berbasis komitmen tinggi dalam pengelolaan lingkungan hidup di kampus. UI GreenMetric yang merupakan pemeringkatan perguruan tinggi pertama di dunia berbasis komitmen dalam pengelolaan lingkungan hidup di kampus. Pemeringkatan ini mengevaluasi kondisi dan kebijakan terkait dengan program dan kebijakan terkait keberlanjutan pada universitas seluruh dunia.

Universitas Hasanuddin meraih peringkat 13 di Indonesia versi UI GreenMetric tahun 2023 dan menerima penghargaan dari UI GreenMetric (UIGM) World

University Rankings 2023 sebagai kampus paling berkelanjutan di Indonesia Timur. Secara berkelanjutan, Unhas terus mengoptimalkan keterlibatannya dalam berbagai bidang sebagai penegasan komitmen untuk masyarakat. Ini akan menjadi semangat dan contoh bagi perguruan tinggi lainnya di bagian timur dan Indonesia secara umum, ini sebagai penyemangat untuk melaksanakan beberapa program yang telah direncanakan guna mendukung kampus hijau berkelanjutan dan infrastruktur kampus yang ramah lingkungan.

II. STUDI PUSTAKA

2.1 Pengertian Green Building

Green Building/Bangunan hijau atau juga sebagai bangunan berkelanjutan adalah sebuah proses konstruksi menggunakan sumber daya alam yang berpengaruh terhadap lingkungan sekitar. Proses konstruksi sebuah bangunan, dari mulai didesain, lokasi tempat akan dibangun, proses membangun gedung tersebut, kemudian dilakukan perawatan dan apabila sudah tidak digunakan dan akan diruntuhkan, harus tetap memperhatikan lingkungan sekitar.

Green Building/Bangunan Hijau adalah praktek menciptakan atau membuat stuktur dengan menggunakan proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan sekitar dan sumber daya di sekitaran siklus hidup bangunan, mulai dari penempatan hingga desain, konstruksi, pengoperasian, pemeliharaan, renovasi, lalu dekonstruksi. Green Building atau Bangunan Hijau juga dikenal sebagai bangunan berkinerja tinggi atau berkelanjutan (US EPA, 2009).

Dalam “Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 8 Tahun 2010, tentang Kriteria Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan Bab I Pasal 1”, bangunan ramah lingkungan atau disebut bangunan hijau adalah sebuah bangunan yang menerapkan prinsip ramah lingkungan dalam perencanaan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolaannya dan salah satu yang penting adalah dapat menangani akibat dari perubahan iklim. Prinsip ramah lingkungan yang dimaksud yaitu prinsip yang mengedepankan serta memperhatikan unsur - unsur yang berkaitan dengan fungsi dari pelestarian lingkungan sekitar.

Pemahaman masyarakat tentang Green Building/Bangunan Hijau juga dijelaskan didalam, (Bulan Mutu Nasional dan Hari Standar Dunia, 2008) yaitu bangunan yang:

- Terhubung dengan alam atau bangunan yang proses pembangunan berkaitan atau memiliki sentuhan dengan alam.
- Perencanaan jangka panjang namun tetap memperhatikan ekosistem sekitar pembangunan.
- Tetap mempertimbangkan kualitas fisik dan sosial, karena bangunan adalah hasil konstruksi dari manusia.

Green Building atau sering juga disebut dengan bangunan hijau, adalah suatu rancangan dalam mendesain, membangun, mengelola serta memelihara suatu bangunan yang memiliki tujuan yaitu selain menjaga kesehatan penghuni bangunan, juga dapat meningkatkan kemampuan, kreativitas penghuni

bangunan, menggunakan bahan – bahan yang berasal dari alam dengan tepat guna, dan dapat mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan bangunan terhadap lingkungan. Jadi sebenarnya, konsep Green Building sangat mempertimbangkan keadaan lingkungan sekitar termasuk dalam aspek pembangunan. (Batuwangala dalam Gupta (2013). Sedangkan menurut (GBCI) Green Building Council Indonesia, bangunan hijau yaitu bangunan baru yang telah direncanakan dan dilaksanakan, atau bangunan yang sudah dibangun dan telah beroperasi, namun tetap memperhatikan hal – hal yang berkaitan dengan lingkungan sekitar seperti: efektivitas penggunaan lahan, memperhatikan kualitas udara didalam ruangan/gedung, penghematan air/penggunaan air secukupnya, efisiensi energi, efisien penggunaan bahan, dan mengurangi produksi limbah berlebihan.

Berikut adalah keuntungan dalam membangun Bangunan Hijau atau Green Building:

- Desain yang lebih elegan dan fungsi dari setiap ruang didalam gedung lebih dapat dimanfaatkan ketimbang hanya sekedar dibangun. Penggunaan energi seperti listrik dan air lebih efektif sesuai kegunaannya.
- Efektif penggunaan energi berakibat pada biaya yang dikeluarkan untuk keperluan tersebut lebih irit dan hemat.
- Bangunan hijau dan ramah lingkungan, tentu dapat menghasilkan oksigen yang lebih banyak, suasana alam yang menenangkan sehingga berpengaruh terhadap kesehatan rohani dan jasmani.
- Kesehatan jasmani dan rohani penghuni baik, tentu akan membangkitkan kreativitas dan produktivitas penghuni.
- Selain efektif dalam kegunaan setiap ruang didalam gedung, tentu bangunan hijau akan membuat biaya pemeliharaan gedung semakin sedikit dan berjangka waktu yang panjang, karena menggunakan bahan bahan yang ramah lingkungan serta penghematan energi.
- Saat ini bukan hanya Indonesia, melainkan perusahaan multinasional dan internasional banyak yang pembangunan merujuk kearah bangunan ramah lingkungan, sehingga bisnis bahan bahan yang ramah lingkungan menjadi sangat menguntungkan.
- Apabila suatu bangunan sudah mendapatkan sertifikat sebagai suatu bangunan hijau, maka bangunan tersebut bisa dipelajari desainnya oleh perusahaan perusahaan dari luar Indonesia.
- Klien/konsumen maupun karyawan akan tertarik bekerja atau beroperasi didalam gedung tersebut karena gedung mampu menjadi bangunan ramah lingkungan.
- Selain konsep ramah lingkungan dibangun dan diterapkan tempat bekerja, diharapkan konsep tersebut bisa disalurkan didalam rumah tangga masing – masing, sehingga efek rumah kaca, tidak hanya diminimalisir oleh gedung – gedung fasilitas pemerintahan, layanan public, gedung

komersial, tetapi juga diterapkan oleh bangunan rumah tinggal dll.

2.2 Green Building Council Indonesia (GBCI)

GBCI) Green Building Council Indonesia atau Lembaga Konsil Lingkungan Hijau Indonesia adalah lembaga yang bukan berasal dari lembaga pemerintah. Lembaga tersebut berkomitmen dalam membantu masyarakat untuk mengenalkan dan mengaplikasikan konsep bangunan ramah lingkungan atau gedung berkelanjutan. (GBCI) Green Building Council Indonesia memiliki beberapa kegiatan utama yaitu : Transformasi pasar, Pelatihan, Sertifikasi bangunan hijau, dan program kerjasama dengan stacholder (pemangku kepentingan yang berkaitan dengan isu yang sama).

(GBCI) sendiri merupakan anggota tetap dari World Green Building Council yang berada di Toronto, Kanada. Salah satu kegiatan utama (GBCI) yaitu sertifikasi bangunan hijau. Suatu bangunan akan mendapat sertifikat sebagai bangunan hijau apabila sudah dinilai berdasarkan perangkat penilaian dari (GBCI) bernama Greenship.

1. Greenship

Greenship adalah sebuah bentuk penilaian suatu bangunan yang memiliki konsep ramah lingkungan atau konsep berkelanjutan. Rating atau penilaian ini diharapkan agar industri – industri bangunan yang saat ini sedang beroperasi maupun yang akan dibangun di Indonesia agar pembangunan merujuk kepada konsep ramah lingkungan. Bangunan – bangunan yang sudah menerapkan konsep ramah lingkungan akan dinilai dan diberi sertifikat berdasarkan beberapa kriteria yang sudah ditentukan. Kriteria tersebut bukan baru saja ditemukan tetapi sudah melalui pengelompokan dan dipelajari dari industri – industri bangunan, yang kemudian diidentifikasi dan dijadikan kriteria oleh GBCI. Dengan adanya kriteria tersebut, maka bangunan – bangunan yang akan dibangun atau yang akan direnovasi menjadi bangunan berkelanjutan, dapat mengetahui kriteria apa saja untuk suatu bangunan dikatakan Green Building atau Bangunan Hijau. Greenship sendiri mempunyai kriteria untuk suatu bangunan yaitu :

- a. Greenship Interior Space adalah kriteria penilaian untuk ruang dalam, dalam hal ini untuk pihak manajemen, kebijakan operasional, serta pemeliharaan gedung.
- b. Greenship New Building adalah kriteria untuk kelayakan bangunan yang akan dibangun/bangunan baru sesuai standar dari GBCI, contohnya penilaian dari segi desain, konstruksi, sampai selesai.
- c. Greenship Existing adalah kriteria penilaian untuk bangunan yang sudah terbangun, penilainya yaitu pemeliharaan bangunan dengan konsep ramah lingkungan, serta penilaian untuk pihak manajemen bangunan terkait.

Green Building Council Indonesia (GBCI) memiliki komponen penilaian suatu bangunan dikatakan bangunan hijau :

- a. Pemanfaatan Lahan yang sesuai kegunaan (Appropriate Site Development /ASD)
 - 1) Memiliki tanaman hijau di daerah sekeliling bangunan.
 - 2) Terdapat infrastruktur pendukung seperti fasilitas pejalan kaki, shelter bus, dan area parkir.
- b. Pemeliharaan dan Penggunaan Energi yang efisien (Energy Efficiency and Conservation)
 - 1) Bangunan didesain sehingga mengurangi pemakaian energi mekanikal dan elektrikal.
 - 2) Pada siang hari, pencahayaan alami digunakan semaksimal mungkin untuk menerangi ruangan dalam jumlah banyak.
 - 3) Pengurangan penyejuk ruangan/AC.
- c. Konservasi Air (Water Conservation /WAC)
 - 1) Menekan penggunaan air PAM.
 - 2) Daur ulang air, sehingga air dari wastafel atau air bekas mencuci dapat di alirkan untuk digunakan menyiram tanaman.
 - 3) Pada saat hujan, air hujan dapat ditampung.
- d. Sumber dan Siklus Material (Material Resource & Cycle /MRC)
 - 1) Desain modular yaitu komponen bangunan yang dirakit bukan dilapangan, atau proses pembuatannya sudah berasal dari pabrik, sehingga mengurangi dampak polusi limbah disekitaran area pembangunan.
 - 2) Memperpanjang daur hidup bahan – bahan dan mengurangi sampah konstruksi.
 - 3) Material lama yang dimaksud merupakan material yang sudah dipakai sebelumnya.
- e. Kesehatan dan kadar udara serta kenyamanan ruang (Indoor Air Health & Confort /IHC)
 - 1) Sirkulasi udara yang masuk atau keluar keluar harus memadai, dalam hal ini laju udara melalui ventilasi.
 - 2) Area bebas asap rokok.
 - 3) Bebas dari polutan kimia, menggunakan cat atau lapisan dinding yang memiliki kandungan bahan kimia rendah dan tidak dapat menguap dalam suhu ruangan, mengurangi material yang mengandung asbestos dan sejenisnya.
- f. Manajemen lingkungan bangunan (Building & Infironment Manajemen /BEM)
 - 1) Pengelolaan limbah, seperti sampah, sehingga disediakan tempat sampah untuk masing masing jenis.
 - 2) Keamanan dan kenyamanan dalam suatu bangunan agar penghuni bangunan tersebut kerasan.

- 3) Memfasilitasi fungsi gedung terhadap lingkungan tanpa mengurangi kualitas hidup penghuni.

2. Konsep Green Building

Ervianto (Studi Penerapan Konsep Green Building Pada Industri Jasa Konstruksi) menulis bahwa, Dalam Bulan Mutu Nasional dan Hari Standar Dunia, 2008 dijelaskan, cara merancang dan mendesain "Intelligent and Green building" harus memperhatikan beberapa hal berikut :

- a. Memanfaatkan bahan – bahan sisa yang masih bisa digunakan. Penggunaan bahan – bahan yang sesuai kebutuhan merupakan salah satu cara untuk tetap menjaga kondisi lingkungan sekitar. Bahan bahan alternatif yang ramah lingkungan, saat ini menjadi sasaran utama beberapa produsen untuk menciptakan inovasi baru, sehingga dapat mengurangi penggunaan sumber daya alam dan energi yang berlebihan pada saat membangun.
- b. Penggunaan energi berlebihan yang berakibat pada ekosistem setempat. Indonesia adalah negara yang beriklim tropis. Hal ini mengakibatkan suhu tertentu membuat penghuni membutuhkan energi yang besar contohnya pendingin ruangan untuk mendapatkan kesejukan. Namun pendingin ruangan cenderung menggunakan bahan senyawa Freon (senyawa yang digunakan sebagai fluida untuk menyerap pendingin ruangan, sehingga suhu ruangan dapat diatur yang berakibat dapat merusak lingkungan sekitar akibat pemakaian yang berlebihan.
- c. Pemeliharaan Energi. Sebenarnya konsep green building tidak mengorbankan kenyamanan dan produktifitas penghuni gedung, karena green building hanya ingin membuat penghematan energi yang lebih baik, suasana lingkungan yang nyaman dan sehat, sumber daya alam yang dijaga dan terus dilestarikan, akan membuat kualitas udara semakin baik, sehingga efek rumah kaca bisa terus ditekan.
- d. Tepat Guna Penggunaan Air. Tepat guna penggunaan air yaitu tidak terus menerus menggunakan air dari PAM untuk kegiatan sehari hari, tetapi dianjurkan menggunakan sisa - sisa air baik setelah mandi, mencuci atau air hujan untuk kepentingan seperti menyiram tanaman dll. Selain itu bisa menggunakan sumur resapan, sehingga apabila air sisa tidak digunakan bisa dialirkan ke dalam tanah.
- e. Penyelesaian Masalah Limbah. Limbah - limbah rumah tangga, maupun limbah dari penghuni bangunan yang tidak ditangani dengan baik, merupakan salah satu masalah dalam konsep ramah lingkungan. Salah satunya ada limbah hasil buangan WC apabila tidak ada penyelesaian yang baik akan berdampak pada kondisi lingkungan sekitar. Oleh karena itu dianjurkan membuat

septiktank yang memiliki penyaring biologis sehingga tidak mencemari lingkungan, dan penguraianya secara bertahap.

- f. Mempererat Hubungan Dengan Alam. Hubungan dengan alam yang dimaksud yaitu bagaimana hasil pembangunan suatu bangunan mempunyai kesesuaiannya.

Contoh jika pembangunan menyebabkan 5 pohon atau tanaman disekitar bangunan rusak, maka dianjurkan setelah membangun, harus menanam kembali sejumlah atau lebih dari tanaman yang telah dirusak, sehingga ekosistem alam tetap terjaga, dan juga menggunakan teknologi dan bahan bahan alami yang tidak merusak. Begitulah konsep sebenarnya dari green building. 12 g.

Lebih baik renovasi ketimbang membangun ulang. Salah satu konsep green building yaitu menggunakan atau merenovasi kembali suatu bangunan dari pada membangun kembali, tentunya dengan merenovasi sesuai kebutuhan fungsi bangunan. Mengapa demikian, karena apabila membangun kembali, maka pembangunan akan lebih banyak menggunakan energi, baik itu penggunaan air dan belum tentu menggunakan bahan bahan yang ramah lingkungan, sehingga lingkungan sekitar bukan lebih baik, malah semakin rusak.

Oleh sebab itu disarankan untuk merenovasi, sehingga penggunaan energi lebih sedikit, dan dampak kerusakan lingkungan tidak banyak terjadi.

2.3 Eco Office

Eco Office atau kantor berbudaya lingkungan hidup adalah salah satu solusi untuk persoalan pemanasan global pada skala mikro, dalam hal ini yaitu gedung perkantoran. Gedung perkantoran sendiri berada dalam lingkup mikro atau kecil, namun tidak berarti bahwa gedung perkantoran tidak membawa dampak pemanasan global. Dalam hal ini gedung perkantoran setiap hari menghabiskan kertas, listrik, air dan sampah - sampah, belum lagi asap rokok yang berasal dari pegawai yang merokok disembarang tempat. Hal hal tersebut yang membuat meningkatnya Efek Gas Rumah Kaca (GRK). GRK tidak hanya ditimbulkan oleh aktifitas industri, tapi juga oleh aktivitas manusia. Bahkan akibat perkembangan tersebut, menuntut pembangunan pembangunan fasilitas publik atau perorangan ditingkatkan. Gas Rumah Kaca terdiri dari gas karbondioksida, CFC (cluoro fluoro carbon) dan metana. Jika dibiarkan terus maka bumi akan semakin sekarat dan kita hanya tinggal menunggu waktu untuk bumi hancur.

Hal ini tidak bisa dibiarkan, apalagi dengan kebutuhan manusia setiap saat terus meningkat dan berkaitan dengan lahan, oleh sebab itu dibutuhkan pembangunan yang sesuai dengan kebutuhan generasi yang akan 13 datang. Solusinya yaitu pembangunan berkelanjutan atau sustainable development. Pembangunan Berkelanjutan adalah pembangunan yang memiliki kegunaan memenuhi kebutuhan bukan

hanya hari ini saja tetapi untuk kebutuhan yang akan datang. Eco office adalah salah satu rencana pembangunan berkelanjutan, untuk mencegah dan mengurangi pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas perkantoran. Selain itu Eco Office juga adalah salah satu upaya efektif, mewujudkan komunitas kantor yang ramah lingkungan, bersih dan nyaman. Ratnaningsih Maria menulis kriteria menurut World Wildlife Fund (WWF) tentang green office yaitu :

- a. Strategi Lingkungan untuk green office. Kantor merupakan salah satu tempat kegiatan operasional yang menyumbang cukup banyak kerusakan terhadap lingkungan sekitar. Contohnya dengan menggunakan kertas berlebihan, penggunaan air yang tidak efektif, serta tidak menggunakan bahan - bahan ramah lingkungan. Oleh sebab itu kantor harus memiliki strategi tersendiri, bagaimana cara mengatasi dampak dari kegiatan operasional dengan cara menyediakan atau peringatan dalam bentuk spanduk ajakan untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan.
- b. Perbaikan dan evaluasi rancangan tentang ramah lingkungan. Rancangan tentang ramah lingkungan harus selalu di evaluasi seiring dengan perkembangan waktu, sehingga rancangan tidak hanya sebatas rancangan tetapi ada aksi nyata untuk kepentingan dalam jangka waktu yang panjang.
- c. Adanya ketua pelaksana rancangan green office. Dalam sebuah kantor sebaiknya ada seorang ketua atau koordinator yang bertanggungjawab atas rancangan dan memperhatikan lingkungan hijau, sehingga program – program yang di rancang dapat di realisasikan dan program tersebut berjalan terus dengan baik. 14 4) Menumbuhkan kesadaran personel. Program yang sudah disusun sebaiknya disosialisasikan kepada seluruh anggota dalam kantor tersebut, sehingga maksud dan tujuan yang ingin dicapai menjadi tujuan dan kepentingan bersama bukan hanya milik satu personal atau sebagian saja. Selain itu diberi pelatihan bagaimana cara menerapkan konsep green building dalam hal ini eco office.

2.4 Gedung Konvensional

Gedung konvensional atau metode konvensional adalah metode pembangunan dimana bahan - bahan konstruksi yang digunakan dicetak ditempat konstruksi, seperti beton untuk kolom. Ada juga yang menjadi perhatian lain dalam metode konvensional ini, yaitu pelaksanaan konstruksi yang lama dan kurang kebersihannya. Bahan dasar cetakan yang semakin mahal, quality control yang susah ditingkatkan, menyebabkan harga proyek dengan metode konstruksi ini menjadi mahal. Sedangkan gedung ramah lingkungan menggunakan metode pracetak, yang memungkinkan pelaksanaan atau pembangunan gedung menjadi lebih cepat, menghemat pekerja konstruksi, kualitas control dengan mutu yang bagus.

Metode Pracetak yaitu Sebagian atau seluruh struktur yang dicetak pada suatu tempat tertentu atau dicetak dilokasi proyek atau dicetak dipabrik yang

kemudian dipasang pada struktur yang dimaksud. Harga beton pracetak umumnya mahal disebabkan oleh cetakannya yang terbuat dari plat baja yang kurang lebih dapat digunakan 80 kali setiap cetakannya. Namun hal ini dapat menguntungkan dan mengurangi waktu cetak yang lama karena dapat diproduksi secara massal dan sesuai pemesanan. Menurut Bank Dunia melalui International Finance Corporation (IFC) bahwa gedung dengan konsep ramah lingkungan menghasilkan keuntungan penjualan lebih besar seperti biaya operasional yang lebih rendah 37% dari bangunan biasa. Hal ini disebabkan oleh penghematan dalam penggunaan kriteria membangun green building. Dan dalam bagian konstruksi ada penghematan biaya sebesar 0,5-12%.

2.5 Tujuan Penerapan Green Building

Tujuan utama diterapkannya konsep green building yaitu untuk meminimalkan dampak yang akan disebabkan oleh sebuah bangunan, baik dalam masa pelaksanaan pembangunan maupun masa penggunaan. Tingkatan Peringkat Green Building Peringkat yang diberikan mencerminkan tingkat usaha pemilik gedung dan tim-nya untuk mewujudkan green building. Ada empat peringkat green building berdasarkan Greenship, yaitu Platinum, Emas, Perak, dan Perunggu.

2.6 Kategori Greenship untuk Bangunan Baru Versi 1.2

1. Tepat Guna Lahan (ASD)

Kategori ini bertujuan untuk memperbaiki dan memanfaatkan lahan yang berkelanjutan. Penggunaan lahan yang tepat guna dan efisien serta tidak menggunakan seluruh lahan yang ada untuk bangunan, melainkan menyediakan 30% dari total lahan yang difungsikan sebagai daerah resapan dan lahan terbuka hijau (Hafiz, 2019).

2. Efisiensi dan Konservasi Energi (EEC)

Efisiensi atau penghematan merupakan salah satu langkah dalam upaya konservasi energi. Dengan adanya penghematan dalam penggunaan energi, diharapkan dampak terhadap lingkungan yang bersifat merusak dapat dikurangi.

3. Konservasi Air (WAC)

Konservasi air dalam kriteria greenship adalah upaya penghematan air agar mengurangi kebergantungan terhadap PDAM, dan sumur air tanah menjadi salah satu fokus utama pihak manajemen gedung (Hafiz, 2019).

4. Sumber dan Siklus Material (MRC)

Dalam penerapan konsep bangunan hijau, siklus hidup material tidak boleh berakhir di tempat pembuangan begitu saja, diharapkan material tersebut dimanfaatkan kembali sebisa mungkin. Yaitu dengan cara digunakan dan diolah kembali, dan apabila tidak dapat dilakukan dengan kedua cara tersebut, maka harus dibuang dengan cara yang ramah lingkungan (Sudiarta et al dalam Alfiana, 2017).

5. Kualitas Udara dan Kenyamanan Udara Dalam Ruang (IHC)

Konsep green building tidak hanya dengan meminimalkan dampak lingkungan dan efisiensi penggunaan sumber daya, tetapi juga mempertimbangkan kesehatan dan kenyamanan pengguna yang ada di dalamnya dan sekitarnya karena dapat mempengaruhi produktivitas.

6. Manajemen Lingkungan Bangunan (BEM)

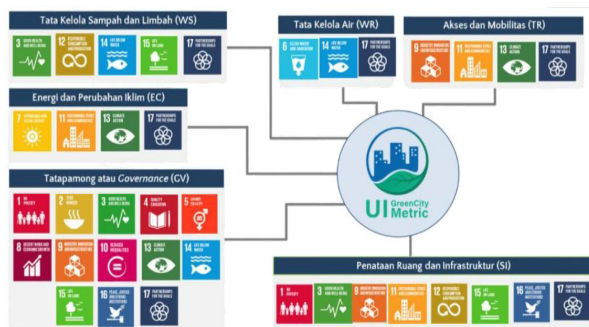
Kategori ini memberikan penekanan bahwa faktor manusia merupakan faktor penting sebagai salah satu sumber daya yang memegang peranan penting dalam keberlangsungan suatu bangunan hijau. Dalam pengoperasiannya, bangunan hijau memerlukan standar manajemen yang terencana dan baku sebagai pengaruh tindakan dari pihak pengelola dalam melakukan pengelolaan gedung sehingga dapat menunjukkan hasil yang ramah lingkungan (Fatih, 2012).

2.7 UI GreenMetric World University Ranking

Universitas Indonesia mengawali sebuah pemeringkatan universitas di tingkat dunia pada tahun 2010 yang dikenal dengan nama “UI GreenMetric World University Rankings” untuk mengetahui usaha berkelanjutan di universitas. Secara umum, UI GreenMetric mendasarkan penilaian berdasarkan kerangka konsep Environment, Ecology dan Economy serta Equity dengan tujuan agar indikator serta kategori pemeringkatan dapat relevan bagi semua pihak atau peserta.

Pada tahun 2023, sebanyak 1183 universitas dari 84 negara di seluruh dunia telah ikut berpartisipasi dalam pemeringkatan UI GreenMetric. Hal ini menunjukkan bahwa UI GreenMetric dikenal sebagai yang pertama dan satu-satunya pemeringkatan universitas di dunia dalam bidang berkelanjutan.

Pada tahun 2022, UI GreenCityMetric memulai pemeringkatan dengan 71 Indikator dalam 6 kategori yaitu Penataan Ruang dan Infrastruktur (SI), Energi dan Perubahan Iklim (EC), Tata Kelola Sampah dan Limbah (WS), Tata Kelola Air (WR), Akses dan Mobilitas (TR), Tata Kelola Governance (GV). Di tahun 2024, terdapat penyesuaian indikator dan pilihan jawaban berdasarkan hasil evaluasi pada pemeringkatan di tahun sebelumnya.



Gambar 1. UI GreenCityMetric dan SDGs

III. METODE PERANCANGAN

3.1 Deskripsi Lokasi Perancangan

Kabupaten Karo adalah salah satu kabupaten di Provinsi Sumatera Utara. Ibukota

Kabupaten Karo adalah Kabanjahe, dengan luas wilayah sebesar 44,65 km². Kecamatan terluas di Kabupaten Karo adalah Kecamatan Mardinding, mencakup 12,56% dari total luas wilayah. Sedangkan kecamatan terkecil di Kabupaten Karo adalah Berastagi, dengan persentase luas sebesar 1,43%. Wilayah tertinggi di Kabupaten Karo terletak di Kecamatan Naman Teran, sementara wilayah terendahnya terletak di Kecamatan Laubaleng. (BPS).

Lokasi tapak ini berada di jalan Jalan Tugu Silalahi- Sabungan, Tongging Kec.Merek Kab.Karo, Sumatera Utara, Memiliki luas tapak kurang lebih 10,000 m² dengan topografi relatif data, lokasi ini memiliki Garis Sepandan Bangunan (GSB) 4 m. Lokasi pada perancangan ini berbatasan dengan usaha restoran milik warga di sebelah utara, danau toba disebelah timur, lahan kebun disebelah Selatan, dan jalan tugu silalahi di sebelah barat site. Lokasi ini memiliki beberapa potensi antara lain jarak yang dekat dengan wisata kuliner khas kabupaten karo serta memiliki keindahan alam yang mampu menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan yang berkunjung ke Kawasan Danau Toba khususnya di Kawasan tongging kabupaten karo.

3.2 Metodologi Perancangan

Dalam konteks arsitektur atau rekayasa, metode perancangan mencakup tahap-tahap seperti analisis kebutuhan, perumusan konsep, pengembangan desain, evaluasi, dan implementasi. Setiap tahap dapat melibatkan teknik dan alat yang berbeda, serta melibatkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan.

Keseluruhan, metode perancangan menyediakan kerangka kerja yang terstruktur dan sistematis untuk memandu proses penciptaan dan pengembangan solusi yang berkualitas dan memenuhi kebutuhan pengguna atau klien.

3.3 Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer:

a. Observasi

Observasi melibatkan pengamatan langsung terhadap fenomena atau kejadian yang diamati. Peneliti mengumpulkan data dengan memperhatikan perilaku, situasi, atau keadaan yang terjadi di lapangan. Observasi dapat dilakukan dengan atau tanpa intervensi peneliti terhadap lingkungan atau subjek yang diamati.

b. Survey Lapangan

Survei lapangan melibatkan pengumpulan data dari responden melalui kuesioner atau wawancara langsung. Tujuan survei lapangan adalah untuk mengumpulkan informasi tentang pendapat, sikap, atau karakteristik subjek yang menjadi fokus penelitian.

c. Dokumentasi

Metode pengumpulan data melalui dokumentasi melibatkan pengumpulan informasi dari berbagai dokumen atau sumber

tertulis. Dokumen dapat berupa rekaman resmi, arsip, publikasi ilmiah, atau catatan pribadi. Penggunaan dokumentasi memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data historis, kebijakan, atau trend yang relevan dengan topik penelitian.

2. Data Sekunder:

a. Studi Literatur

Metode pengumpulan data melalui studi literatur melibatkan analisis dan penyatuan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber tertulis seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian, dan dokumen lain yang relevan dengan topik penelitian. Melalui penelitian literatur, peneliti dapat mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang teori, konsep, penemuan sebelumnya, dan konteks yang terkait dengan topik penelitian. Proses ini mencakup evaluasi kritis, pengenalan tema atau tren, serta perbandingan dan penggabungan berbagai sudut pandang atau pendekatan yang ada.

b. Studi Banding

Metode pengumpulan data studi banding melibatkan perbandingan antara objek atau kasus yang tengah diselidiki dengan objek atau kasus lain yang memiliki kemiripan atau relevansi. Tujuan dari studi banding adalah untuk memeriksa perbedaan atau kesamaan dalam karakteristik, proses, atau hasil antara dua atau lebih situasi atau entitas. Proses ini dapat mencakup perbandingan variasi dalam praktik, kebijakan, atau kondisi di lokasi yang berbeda, atau mengevaluasi hasil atau kinerja antara kelompok atau organisasi yang berlainan. Dengan studi banding, peneliti dapat

3.3 Analisa Rancangan

1. Analisa Tapak

Analisa tapak adalah sebuah proses yang dilakukan dalam perencanaan dan desain untuk memahami kondisi fisik dan lingkungan dari lokasi atau tapak yang akan dikembangkan. Analisis tapak bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik unik dari tapak tersebut, baik yang berpotensi mendukung atau membatasi desain. Ini memungkinkan para perancang untuk membuat keputusan yang tepat dalam pengembangan proyek, seperti penempatan bangunan, jalan, zona hijau, dan infrastruktur lainnya.

2. Analisa Bangunan

Analisa bangunan adalah proses evaluasi yang dilakukan terhadap karakteristik, kondisi, dan kebutuhan bangunan yang ada atau yang akan direncanakan. Ini melibatkan pemahaman mendalam tentang struktur fisik bangunan, termasuk elemen-elemen arsitektural, tata letak ruang, material konstruksi, sistem mekanis dan listrik, serta faktor-faktor keamanan dan kenyamanan.

3. Analisa Fungsi

Analisa fungsi merupakan tahapan evaluasi yang bertujuan untuk memahami dan menilai kinerja suatu sistem, struktur, atau ruang dalam hubungannya dengan tujuan dan kebutuhan penggunaannya. Fokus dari analisis fungsi adalah memastikan bahwa desain atau sistem tersebut sesuai dengan harapan pengguna dan mencapai target yang diinginkan, bahkan mungkin melebihi ekspektasi pengguna.

4. Analisa Utilitas

Tujuan analisa utilitas adalah untuk memberikan gambaran tentang sistem utilitas yang diterapkan pada suatu objek perencanaan, dalam hal ini floating hotel. Analisis ini mencakup beberapa aspek, seperti analisis saluran air bersih, saluran air kotor, dan sistem drainase.

5. Analisa Struktur

Analisa struktur merupakan proses evaluasi yang bertujuan untuk memahami kemampuan, keterstabilan, dan kehandalan struktur bangunan atau sistem tertentu. Hal ini dilakukan untuk memverifikasi bahwa desain struktural memenuhi standar teknis dan keamanan yang telah ditetapkan, serta dapat menanggung beban dan tekanan yang mungkin timbul selama penggunaan normal.

3.4 Konsep Rancangan

Setelah melalui langkah-langkah analisis di atas, terbentuklah suatu konsep desain. Konsep desain adalah hasil dari penyatuan dan pemilihan dari berbagai analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Konsep desain ini juga didasarkan pada prinsip-prinsip desain arsitektur tropis. Konsep rancangan merupakan representasi dari ide atau desain yang telah melalui serangkaian tahapan hingga mencapai hasil akhir yang kemudian akan dilanjutkan ke tahap berikutnya. Pada tahap ini, umpan balik terhadap perancangan dipertimbangkan untuk memastikan apakah desain sudah sesuai dengan latar belakang atau belum. Jika terdapat ketidaksesuaian, maka proses akan direvisi kembali dari tahap konsep awal. Namun, jika semua sudah sesuai, maka perancangan akan berlanjut ke tahap penggambaran gambar kerja, rendering gambar, dan pembuatan animasi.

IV. PEMBAHASAN

4.1 Kategori Efisiensi Dan Konservasi Energi

Bangunan menyumbang 30% emisi CO₂ secara global. Di Indonesia, dimana energi listrik yang dihasilkan bersumber dari sumber daya fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, berpotensi menghasilkan CO₂ akibat proses pembakarannya. Energi tersebut digunakan dalam bangunan untuk proses konstruksi dan operasional. Dengan demikian, untuk mengurangi dampak pemanasan global akibat produksi CO₂ yang berlebih, perlu adanya upaya penghematan energi sejak tahap perencanaan, pemilihan prasarana,

sarana, peralatan, bahan, dan proses, yang secara tidak langsung menggunakan energi yang efisien.

Pada tahap perencanaan, penghematan dapat dilakukan dengan mengedepankan konsep desain pasif, sejak dari penentuan orientasi bangunan yang dapat mereduksi radiasi sinar matahari, perancangan bukaan untuk pencahayaan dan penghawaan bangunan sehingga meminimalkan penggunaan lampu dan AC, serta perancangan selubung bangunan dan elemen lansekap di sekitar bangunan, sehingga suhu udara dalam bangunan tetap terjaga dalam kondisi nyaman. Selain itu, dapat pula direncanakan penggunaan peralatan hemat energi yang dewasa ini telah banyak dikembangkan, seperti penggunaan lampu Led, atau penggunaan energi alternatif seperti solar panel. Kategori efisiensi dan konservasi energi, dalam Greenship ini terdiri dari beberapa kriteria dan tolak ukur, yaitu

1. Meteran Listrik Penggunaan meteran listrik pada bangunan hunian sangat penting dalam upaya penghematan energi untuk mengetahui konsumsi energi listrik agar dapat melakukan pemantauan dan penghematan energi listrik. Tolok Ukur dari kriteria ini adalah adanya meteran listrik baik dari listrik jaringan dan listrik swadaya.
2. Analisis Desain Pasif Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa, pemikiran terkait penghematan energi seharusnya sudah direncanakan sejak awal proses desain, sehingga selain memberikan dampak yang positif pada bangunan, yakni mengurangi konsumsi energi, juga upaya ini tidak memerlukan biaya yang besar, dibandingkan dengan menyediakan piranti untuk energi alternatif. Tolok Ukur dari kriteria ini adalah menunjukkan adanya analisis desain pasif.
3. Sub Meteran Upaya pemantauan untuk penghematan listrik dapat pula dilakukan dengan pemasangan sub meteran listrik pada beberapa komponen bangunan seperti AC, lampu atau kotak kontak pada bangunan hunian. Tolok Ukur dari Kriteria ini adalah :
 - a. Menyediakan sub metering untuk salah satu komponen: lampu atau AC atau kotak kontak.
 - b. Melakukan perhitungan konsumsi listrik pada rumah (kwh/m²).
4. Pencahayaan Buatan Penghematan Penggunaan pencahayaan buatan pada bangunan hunian dapat dilakukan sejak perencanaan awal, dengan memaksimalkan pemanfaatan pencahayaan alami pada bangunan. Selain itu, perlu diperhatikan pula kebutuhan pencahayaan masing-masing ruang berdasarkan kegiatan yang dilakukan, sesuai standar yang berlaku, sehingga penggunaan energi sesuai dengan peruntukannya dan tidak berlebihan. Demikian pula, pemilihan jenis lampu yang hemat energi juga merupakan upaya yang

penting dalam menciptakan efisiensi penggunaan energi. Adapun tolak ukur dari kriteria ini adalah :

- a. Menggunakan lampu dengan penggunaan listrik sebesar 30% lebih hemat daripada besar penggunaan listrik (daya pencahayaan) yang tercantum dalam SNI 03 6197- 2011.
- b. Menggunakan LED dan elektronik ballast untuk pencahayaan di dalam rumah.
- c. Zonasi pencahayaan untuk ruang keluarga dan ruang makan di rumah.
- d. Menggunakan fitur otomatisasi seperti sensor gerak, timer, atau sensor cahaya minimal pada larea/ruangan rumah.
5. Pengkondisian Udara Sebagaimana penggunaan pencahayaan buatan, penggunaan pengkondisian udara dapat diminimalisir dengan menerapkan desain pasif pada bangunan seperti pengaturan orientasi bangunan, desain lansekap, pemilihan bahan untuk mereduksi transfer panas ke dalam bangunan dan bukaan untuk penghawaan alami. Tujuan dari kriteria ini adalah Menghemat penggunaan energi dari perencanaan penggunaan AC sesuai kebutuhan. Tolok Ukur dari Kriteria ini adalah
 - a. Rumah mampu memberikan kondisi termal yang nyaman bagi penghuni tanpa menggunakan AC dan telah memenuhi minimal 3 poin dari kriteria sirkulasi udara dalam ruang
 - b. Hanya menggunakan AC maksimum 50% dari total luas lantai
6. Reduksi Panas Upaya reduksi panas, dilakukan untuk mengurangi radiasi panas akibat penyinaran matahari. Adapun cara yang dapat dilakukan untuk mereduksi panas yang masuk ke dalam bangunan, dapat dilakukan sejak tahap perencanaan, yakni dengan memilih jenis material bangunan di dalam maupun luar bangunan, terutama material bangunan pada fasad bangunan yang terpapar matahari langsung. Adapun Tolok ukur dari kriteria ini adalah
 - a. Adanya upaya desain dan/atau penggunaan bahan bangunan, yang dapat mereduksi panas pada seluruh atap (tidak termasuk skylight).
 - b. Adanya upaya desain dan/atau penggunaan bahan bangunan, yang dapat mereduksi panas pada seluruh dinding dan lantai.
7. Piranti Rumah Tangga Hemat Energi Upaya penghematan energi dapat dilakukan melalui penggunaan komponen elektrik bangunan yang hemat energi, seperti lampu, AC, mesin cuci, dan elemen lainnya yang berlabel hemat energi. Tolok Ukur dari kriteria ini adalah 1a. Menggunakan peralatan elektrik pada rumah yang berlabel hemat energi minimum sebanyak 75% dari total daya

(Watt) peralatan elektrik. 1b. Menggunakan peralatan elektrik pada rumah yang berlabel 'hemat energi' minimum sebanyak 50% dari total daya (Watt) peralatan elektrik.

8. Energi Sumber Terbarukan

Pada kenyataannya, sistem penyediaan dan pemanfaatan energi di Indonesia, masih didominasi oleh energi fosil (GBCI, 2013). Dengan demikian, tujuan dari kriteria ini adalah mengurangi penggunaan energi non-terbarukan, dan memanfaatkan energi alternatif untuk upaya pelestarian lingkungan, seperti penggunaan biofuel, solar panel, dan sebagainya. Tolok ukur dari Kriteria ini adalah adanya fitur pembangkit listrik alternatif untuk energi listrik.

4.2 Kesehatan dan Kenyamanan Ruang

Kesehatan dan kenyamanan ruang menjadi penting untuk dipertimbangkan, karena sekitar 80% aktivitas manusia dilakukan di dalam ruangan (GBCI, 2013). Bangunan memiliki karakter fisik, kimia dan biologi yang mempengaruhi kesehatan fisiologis dan psikologis dari penggunaannya (Sassi, 2006). Pemilihan material bangunan untuk ruang dalam, suhu udara, kelembaban udara, pencahayaan ruang, dan berbagai elemen bangunan lainnya, apabila tidak direncanakan dengan baik, dapat menimbulkan gejala gangguan kesehatan bagi penggunanya, antara lain sakit kepala, sesak nafas, mata perih, pegal-pegal, dan gejala penyakit ringan lainnya, dan bahkan dapat pula menyebabkan depresi.

Fenomena yang terjadi tersebut dikenal dengan istilah Sindrom Bangunan Sakit (Sick Building Syndrom). Paola Sassi dalam bukunya yang berjudul *Strategies For Sustainable Architecture* menjelaskan strategi desain untuk merancang bangunan yang sehat antara lain sebagai berikut:

- Pertimbangkan kesehatan dan keamanan pada site bangunan
- Pertimbangkan hal-hal terkait level kenyamanan fisik, yang mencakup temperatur udara dalam yang relatif terhadap temperatur udara luar ruangan, kelembaban relatif yang berpengaruh pada temperatur udara ruang, kenyamanan pencahayaan dalam ruangan (menyediakan akses bagi pencahayaan alami ruang dan kualitas cahaya yang baik tanpa silau), dan kenyamanan dari kebisingan luar
- Menjaga lingkungan tempat tinggal dari polusi, baik terhadap kontaminasi bahan kimia yang merugikan kesehatan seperti formaldehid, asbestos, VOC (Volatile Organic Compound) dan senyawa kimia sejenis lainnya, terhadap debu, dan terhadap polusi udara luar bangunan.

Adapun tolok ukur dari kriteria ini berdasarkan GreenShip adalah sebagai berikut:

- Non Asbestos Serbuk asbestos, yang terpapar dalam jangka waktu lama akan menyebabkan gangguan kesehatan, seperti penyakit paru-paru dan saluran pernapasan. Tujuan dari kriteria ini adalah menghindari kontaminasi serbuk asbestos

yang dapat mengganggu kesehatan. Adapun tolok ukur dari kriteria ini adalah tidak menggunakan material asbestos pada seluruh bagian rumah.

- Sirkulasi Udara Bersih Sirkulasi udara bersih dan kebutuhan laju udara ventilasi di dalam bangunan dapat mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan termal penghuni dan dapat menghemat penggunaan energi yang disebabkan oleh penggunaan alat pengkondisian udara.

Tolok Ukur dari Kriteria ini adalah :

- Luas ventilasi minimum 5-10% dari luas lantai.
 - >75% dari jumlah luas ruangan reguler didesain dengan ventilasi silang.
 - 50% dari jumlah luas ruangan reguler didesain dengan ventilasi silang.
 - Untuk rumah dengan kondisi udara luar yang buruk: Melakukan upaya untuk menjaga kualitas udara di dalam rumah.
- Memiliki sirkulasi udara untuk seluruh kamar mandi.
- Memiliki sirkulasi udara ke luar dapur.

1. Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami pada bangunan dapat memberikan efek fisiologis maupun psikologis bagi pengguna, yang secara tidak langsung mempengaruhi produktivitas. Pencahayaan alami yang berasal dari kondisi matahari yang cerah, dapat memberikan efek positif dan energik bagi pengguna. Selain itu, pencahayaan alami yang baik dapat mencegah munculnya sindrom Seasonal Affective Disorder (SAD) bagi pengguna yang menggunakan sebagian besar waktunya di dalam ruangan, dimana sindrom tersebut menimbulkan efek mudah mengantuk, vertigo, depresi, mudah lapar (carbohydrate craving), dan kenaikan berat badan (Sassi, 2006). Selain itu, dengan memanfaatkan pencahayaan alami, dapat mengurangi energi akibat penggunaan lampu di siang hari. Adapun tolok ukur dari kriteria ini adalah Cahaya alami dapat menerangi minimal 50% luas ruangan rumah, sesuai standar lux berdasarkan SNI yang berlaku.

2. Kenyamanan Visual

Tingkat pencahayaan yang tidak sesuai dengan standar, akan mempengaruhi produktivitas pengguna, menyebabkan kelelahan pada mata sehingga dapat meningkatkan beban kerja dan mempercepat kelelahan. (GBCI, 2013) Selain itu, tingkat pencahayaan yang tidak sesuai dapat memicu stres, yang berakibat pada masalah kesehatan. Tujuan dari kriteria ini adalah mencegah terjadinya gangguan visual akibat tingkat pencahayaan yang tidak sesuai dengan daya akomodasi mata. Tolok Ukur dari Kriteria ini adalah menggunakan lampu dengan tingkat pencahayaan (iluminansi) ruangan sesuai dengan SNI yang berlaku.

3. Minimalisasi Sumber Polutan

Tujuan dari kriteria ini adalah mengurangi kontaminasi udara dalam ruang dari emisi material interior yang dapat membahayakan kesehatan. Adapun emisi material yang dapat membahayakan kesehatan, terdiri atas VOC (Volatile Organic Compound), yang terdiri atas senyawa kimia organik yang mudah menguap yang meliputi toluena, acetone, ethanol dan formaldehida, yang umumnya terdapat pada cat,

coating serta laminating adhesive. Adapun Formaldehida merupakan bahan perekat pada material kayu komposit. Efek dari emisi VOC dan Formaldehida yang berlebih dapat menyebabkan iritasi mata, sakit kepala, hingga kanker.

Tolok Ukur dari Kriteria ini adalah

- a. Menggunakan cat dan coating yang mengandung kadar Volatile Organic Compounds (VOCs) rendah.
- b. Menggunakan produk kayu komposit, jenis sealant dan perekat yang mengandung kadar emisi formaldehida rendah.
- c. Tidak menggunakan produk/material dan komponen bangunan yang menggunakan timbal, merkuri.

4. Tingkat Kebisingan

Kebisingan umumnya berasal dari lingkungan di sekitar bangunan, seperti kendaraan, atau suara mesin yang mengganggu. Sedangkan kebisingan dari dalam bangunan bisa berasal dari suara mesin pompa air, suara yang ditimbulkan akibat aktivitas antar ruang, Kebisingan dari sistem tata udara, dan sebagainya. Tujuan dari kriteria ini adalah memberikan kenyamanan dari gangguan suara luar ruangan. Tolak ukur dari kriteria ini adalah Tingkat kebisingan di Ruang Tidur dan Ruang Keluarga tidak lebih dari atau sesuai dengan SNI yang berlaku.

5. Kenyamanan Spasial

Berdasarkan Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor: 403/KPTS/M/2002 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat dijelaskan bahwa kebutuhan ruang per orang dihitung berdasarkan aktivitas dasar manusia di dalam rumah sehingga diperoleh kebutuhan ruang per orang adalah 9 m² untuk standar di Indonesia, dengan ambang batas 7,2 m² per orang, sedangkan untuk standar internasional adalah 12 m² per orang. Tujuan dari kriteria ini berdasarkan Greenship adalah memberikan kenyamanan, kelayakan dan kesehatan kepada penghuni dari segi pemenuhan kebutuhan ruang.

4.3 Efisiensi dan Konservasi Energi

Konservasi Energi Konservasi energi menurut PP 70 tahun 2009 adalah upaya sistematis, terencana dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi dalam pemanfaatannya. Akan tetapi sebaiknya dalam melakukan konservasi energi juga sangat perlu untuk dipertimbangkan dengan matang agar tidak mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan sehingga tidak mengurangi kenyamanan, fungsi, keamanan serta kualitas yang didapat oleh pengguna energi itu sendiri. Tujuan konservasi energi adalah untuk memelihara kelestarian sumber daya alam yang berupa sumber energi melalui kebijakan penggunaan teknologi dengan tepat dan pemanfaatan energi secara efektif dan efisien. Penghematan energi dapat dianggap berhasil jika kita mampu mengurangi penggunaan energi akan tetapi tetap dapat memperoleh manfaat yang sama seperti saat

penggunaan energi awal. Penghematan energi akan menurunkan biaya.

1. Energi Listrik

Pengertian Energi Listrik Energi listrik adalah energi akhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang berasal dari sumber arus yang dapat diubah menjadi bentuk lain seperti:

- a. Energi listrik menjadi energi kalor/panas, contoh: setrika, solder dan kompor listrik
- b. Energi listrik menjadi energi cahaya, contoh: lampu
- c. Energi listrik menjadi energi mekanik, contoh: motor listrik
- d. Energi listrik menjadi energi kimia, contoh: peristiwa pengisian accu, peristiwa penyepuhan (melapisi logam dengan logam lain) 14% 16% 9% 61% Utilitas House Keeping Penerangan AC

2. Kualitas Energi Listrik

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk mengetahui kualitas energi listrik, antara lain:

- a. Tegangan listrik (Volt) Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik yang dihasilkan antara dua buah titik dalam rangkaian listrik dan dinyatakan dalam satuan volt (V). Besaran tersebut mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor, nilainya tergantung pada perbedaan potensial listriknya. Tegangan listrik dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan yaitu tegangan ekstra rendah, tegangan rendah, tegangan tinggi atau tegangan ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan obyek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan tinggi.
- b. Arus listrik (Ampere) Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan oleh pergerakan elektron-elektron yang mengalir dari suatu titik ke titik lain dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Columb/detik atau Ampere (A). Dalam kebanyakan sirkuit dapat diasumsikan bahwa nilai resistansi terhadap arus listrik adalah konstan sehingga besar arus yang mengalir dalam sirkuit bergantung pada nilai voltase.
- c. Daya Listrik (Watt) Daya listrik seperti daya mekanik dilambangkan dengan huruf P dalam persamaan listrik. Pada rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dapat dihitung menggunakan Hukum Joule yang menyatakan bahwa energi listrik dapat berubah menjadi energi mekanik.
- d. Frekuensi Adalah jumlah getaran yang terjadi dalam waktu satu detik atau banyaknya gelombang atau getaran listrik yang dihasilkan tiap detik. Frekuensi dilambangkan dengan huruf f. Frekuensi tersebut diperoleh dari kombinasi jumlah putaran dan jumlah kutub listrik pada generator di

pembangkit listrik. Di Indonesia menggunakan sistem frekuensi 50 Hz.

- e. Faktor Daya (PF) Adalah perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya semua atau daya total (VA) atau cosinus sudut antara daya aktif dan daya semua.

4.4 Prinsip Dasar Konservasi Energi

Konservasi energi itu sendiri memiliki prinsip dasar melakukan penghematan energi tanpa mengurangi kenyamanan, keamanan, mutu produk, maupun produktivitas kerja. Dengan konservasi energi sehingga dapat diperoleh pengelolaan energi pada gedung yang tidak hanya mengutamakan penghematan energi saja melainkan tingkat kenyamanan dan keamanannya juga menjadi perhatian. Dirjen Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi dengan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral memiliki program kemitraan konservasi energi dengan melakukan kegiatan audit energi untuk bangunan gedung (gedung pemerintah dan komersial) dan industri dengan tujuan membantu pengelola bangunan gedung lebih memahami tentang konservasi energi dan dapat menerapkan konservasi energi secara intensif.

4.5 Prosedur dan Pengertian Audit

Energi Ruang lingkup yang merupakan standar untuk memuat prosedur audit energi pada bangunan gedung. Standar ini diperuntukkan bagi semua pihak yang berperan dalam pelaksanaan audit energi pada bangunan gedung. Bangunan gedung dalam standar ini mencakup antara lain kantor, hotel, toko atau pusat belanja, rumah sakit, apartemen, rumah tinggal, sekolah, bandara, pelabuhan. Acuan normatif dalam proses ini berdasarkan SNI 05-3052-1992 yang merupakan cara uji unit pengkondisian udara. Kemudian BOCA, International energy conservation code 2000. Lalu ASHRAE yang merupakan Standard 90.1: energy efficiency. Dan juga BOMA yang merupakan Standard method for measuring floor area in office building. Audit Energi sendiri adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi, sehingga tercipta manajemen energi yang baik untuk sebuah bangunan.

1. Jenis Audit Energi

Audit Energi Singkat (walk through audit) Kegiatan audit energi yang meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia dan observasi, perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) dan kecenderungannya, potensi penghematan energi.

2. Audit Energi Awal (preliminary audit)

Audit energi juga diartikan sebagai proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi. Audit energi dilakukan untuk mendapatkan potret penggunaan energi. Tujuan audit energi ini dilakukan untuk

memahami masalah penggunaan energi serta intensitas dan kinerja energi, potensi penghematan energi, manfaat dan langkah yang diperlukan (Marpaung, 2014).

Kegiatan audit energi yang meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia, observasi dan pengukuran sesaat, perhitungan IKE dan kecenderungannya, potensi penghematan energi dan penyusunan laporan audit. Berdasarkan dengan SNI 6196:2011. Persiapan pada Audit energi awal perlu dilakukan bila audit energi singkat merekomendasikan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut pada seluruh bangunan gedung atau secara langsung tanpa melalui audit energi singkat.

Persiapan audit energi yang dilakukan adalah untuk mendapatkan hasil audit yang sesuai dengan lingkup kegiatan yang ditetapkan mencakup :

- a. Penyiapan dokumen terkait termasuk cek list data
- b. Penyiapan SDM yang sesuai bidang listrik dan mekanis
- c. Penyiapan alat ukur untuk pengukuran sampling
- d. Penetapan jadwal perencanaan

Pengumpulan data historis Mencakup dokumentasi bangunan yang sesuai gambar konstruksi terpasang (as built drawing), terdiri atas :

- a. Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai
- b. Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai
- c. Diagram garis tunggal, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listrik dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari set generator
- d. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (BBM), bahan bakar gas (BBG), dan air
- e. Beban penghunian bangunan selama 1 (satu) tahun terakhir

3. Laporan Audit Energi

Berdasarkan pada seluruh kegiatan yang dilaksanakan, maka laporan audit energi awal disusun. Laporan audit energi awal harus memuat:

- a. potret penggunaan energi dan rekomendasi spesifik
- b. potensi penghematan energi dan biaya pada obyek yang diteliti
- c. apabila diperlukan, rekomendasi ditindak lanjuti ke audit energi rinci.

Audit Energi Rinci (detail audit) Kegiatan audit energi yang dilakukan bila nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan, meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia, observasi dan pengukuran lengkap, perhitungan IKE dan kecenderungannya, potensi penghematan energi, analisis teknis dan finansial serta penyusunan laporan audit. Persiapan Audit energi rinci perlu dilakukan bila audit energi singkat atau audit energi awal merekomendasikan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut pada seluruh bangunan gedung atau pada obyek khusus/spesifik yang dianggap

memiliki potensi penghematan energi besar dan menyajikan tingkat kelaikan cukup menarik.

Audit energi juga diartikan sebagai proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi. Audit energi dilakukan untuk mendapatkan potret penggunaan energi. Tujuan audit energi ini dilakukan untuk memahami masalah penggunaan energi serta intensitas dan kinerja energi, potensi penghematan energi, manfaat dan langkah yang diperlukan (Marpaung, 2014).

Umumnya nilai IKE yang lebih besar dari nilai benchmark atau target yang ditentukan merupakan alasan untuk merekomendasikan kegiatan audit energi rinci. Persiapan audit energi dilakukan adalah untuk 14 mendapatkan hasil audit yang sesuai dengan lingkup kegiatan yang ditetapkan. Persiapan yang dilakukan mencakup:

- a. Penyiapan dokumen terkait termasuk daftar pemeriksaan data audit
- b. Penyiapan SDM yang sesuai bidang listrik dan mekanis dan juga arsitektur
- c. Penyiapan alat ukur untuk pengukuran detail yang dilakukan secara periodik
- d. Penetapan jadwal rinci perencanaan. Pengumpulan data (SNI 696:2011)

Data historis mencakup dokumentasi bangunan yang sesuai gambar konstruksi terpasang, terdiri atas :

- a. Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai
- b. Denah instalasi pencahayaan.bangunan seluruh lantai
- c. Diagram garis tunggal, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listrik dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari set generator
- d. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (BBM), bahan bakar gas (BBG), dan air
- e. Beban penghunian bangunan selama 1 (satu) tahun terakhir.

4.6 Sistem Tata Udara

Pengadaan suatu sistem tata udara adalah agar tercapai kondisi temperatur, kelembapan,kebersihan, dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diharapkan. Untuk kondisi iklim Indonesia (tropis), proses pengkondisian udara yang berupa pendinginan banyak sekali digunakan. Pendingin ini berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman bagi beberapa aktivitas manusia. Semakin nyaman suatu ruangan tentu akan 8 meningkatkan tingkat produktifitas di dalamnya.

Persyaratan termal yang ditetapkan pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang. Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran adalah : Suhu : 18oΣ - 28oΣ Kelembapan : 40% - 60% Sistem tata udara terdiri dari 2, yaitu :

- a. Sistem tata udara alami Sistem tata udara alami hanya mengandalkan tata ruang dan aliran udara sekitar bangunan gedung. Untuk ruangan yang tidak menggunakan peralatan pendingin udara harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan ventilasi silang agar aliran udara dapat berjalan. Sistem tata udara alami ini berupa jendela, pintu, ventilasi, dan lain-lain.
- b. Sistem tata udara buatan Sistem tata udara buatan digunakan untuk mengendalikan kondisi termal, kualitas, dan sirkulasi udara di dalam ruangan untuk memenuhi persyaratan kenyamanan termal penggunaan bangunan. Sistem tata udara buatan biasanya menggunakan AC(Air Conditioner) sebagai pendingin ruangan yang merupakan paling banyak digunakan di negara-negara tropis seperti Indonesia. Efisiensi sebuah mesin pendingin sering dinyatakan dengan istilah COP (Coefficient Of Performance) ataupun EER (Energy Efficiency Ratio). COP didefinisi sebagai perbandingan laju kalor yang dikeluarkan dengan laju energi yang harus dimasukkan ke sistem. COP berbanding terbalik dengan biaya operasional, apabila COP lebih tinggi maka biaya operasional yang dikeluarkan akan menjadi lebih rendah.

4.7 Pencahayaan

1. Cahaya

Cahaya didefinisikan sebagai energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang kasat mata dengan panjang gelombang sekitar 380 – 750 nm (wikipedia, 2019). Sedangkan pencahayaan adalah kepadatan dari suatu berkas cahaya yang mengenai suatu permukaan (Wibiyanti, 2008). Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan ruang. Ruang yang telah dirancang tidak dapat memenuhi fungsinya dengan baik apabila tidak menyediakan akses pencahayaan. Pencahayaan di dalam ruang memungkinkan orang yang menempatnya dapat melihat benda-benda. Tanpa dapat melihat benda-benda dengan jelas maka aktivitas di dalam ruang akan terganggu.

Sebaliknya, cahaya yang terlalu terang juga dapat mengganggu penglihatan. Kualitas penerangan yang tidak memadai berefek buruk bagi fungsi penglihatan, psikologis serta aktivitas kerja (Atmam dan Zulfahri, 2015). Bila kuat penerangan berkurang maka suasana kerja menjadi kurang nyaman dan untuk pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi menjadi sulit untuk dikerjakan (Atmam dan Zulfahri, 2015). Fungsi pencahayaan menurut Istiawan dan Kencana (2006) dibagi menjadi 3 yaitu: (Istiawan, 2006)

- a. Sumber penerangan utama Pencahayaan sebagai sumber penerangan utama merupakan fungsi dasar pemanfaatan pencahayaan.
- b. Pendukung aktivitas Beberapa aktifitas seperti membaca, menulis, menggambar dan membuat kerajinan membutuhkan cahaya yang lebih terang. Cahaya yang digunakan biasanya terpusat pada aktivitas tersebut.

- c. Dekorasi sebagai aksesoris ruang dan objek Pada fungsi ini, pencahayaan berperan memperindah ruangan maupun menonjolkan keindahan suatu objek.

2. Pencahayaan Alami

a. Definisi Pencahayaan alami

Menurut Widiastuti, dkk (2017) adalah pencahayaan yang memiliki sumber cahaya yang berasal dari matahari dan harus dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk mengurangi energi listrik pada bangunan. Lippsmeier mengatakan bahwa matahari merupakan satu-satunya sumber cahaya alami yang menghasilkan cahaya alami (daylight) dengan disertai energi cahaya dan energi panas. Energi cahaya yang dihasilkan oleh sinar matahari akan berpengaruh pada kenyamanan visual didalam bangunan, sedangkan energi panas akan berimplikasi pada kenyamanan termal (Atthaillah, dkk 2017). Pencahayaan alami merupakan cahaya yang bersumber dari matahari (Wisnu dan Indarwanto, 2017).

Sedangkan Latifah (2015) menyebutkan bahwa pencahayaan alami berasal dari cahaya matahari yang selalu tersedia di alam serta cahaya langit hasil pemantulan cahaya matahari. Suptandar (1998) menyatakan bahwa pencahayaan alami merupakan penerangan alam yang berasal dari sinar matahari, sinar bulan, sinar api dan sumber-sumber lain dari alam seperti fosfor dan sebagainya. Cahaya alam tersebut dibagi menjadi 2 yaitu: a) Pencahayaan langsung yang berasal dari matahari yang masuk melalui atap, jendela, genteng kaca, dan lain-lain dimana cahaya ini sangat baik bagi kesehatan. b) Pencahayaan tidak langsung yang diperoleh dari sinar matahari secara tidak langsung seperti sinar yang masuk melalui kaca.

b. Manfaat Pencahayaan alami

Memiliki beberapa manfaat sebagai berikut (Arsinta, 2012):

- 1) Mampu memberikan lingkungan yang nyaman dan menyenangkan pada bangunan dengan kualitas pencahayaan yang mirip dengan di luar bangunan.
- 2) Mampu mengurangi energi listrik, dan
- 3) Mampu membasmi kuman-kuman penyakit

c. Kelebihan dan kekurangan Pencahayaan alami

Memiliki beberapa kelebihan diantaranya dapat memberikan lingkungan visual yang menyenangkan dan nyaman dengan kualitas cahaya yang mirip kondisi alami di luar bangunan sehingga mengurangi bahkan meniadakan pencahayaan buatan sehingga lebih hemat (Amin, dkk 2016). Selain itu kandungan vitamin D yang terdapat pada cahaya matahari terutama di pagi hari diperlukan oleh tubuh terutama memperkuat kesehatan tulang (Zakky, 2018). Sedangkan kekurangannya adalah besar kecilnya sumber cahaya bergantung dari kondisi cuaca dan waktu. Pada musim hujan tentu saja cahaya matahari akan sulit untuk dimanfaatkan dengan maksimal begitu

juga apabila matahari sudah terbenam di waktu malam. Selain itu, jika jumlah cahaya matahari yang masuk ke ruangan terlalu banyak dapat mengakibatkan silau yang mengganggu penglihatan.

d. Standar-standar pada pencahayaan alami

Pencahayaan alami siang hari yang baik menurut Badan Standardisasi Nasional (2001) seperti yang tercantum dalam SNI Nomor 03-2396-2001 adalah:

- 1) Pada siang hari antara jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 waktu setempat, terdapat cukup banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan.
- 2) Distribusi cahaya di dalam ruangan cukup merata dan atau tidak menimbulkan kontras yang mengganggu. Dalam standar yang sama juga disebutkan mengenai faktor pencahayaan alami siang hari yang merupakan perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tingkat 14 pencahayaan bidang datar di lapangan terbuka yang merupakan ukuran kinerja lubang cahaya ruangan tersebut.

Faktor pencahayaan alami siang hari terdiri dari 3 komponen meliputi (Badan Standardisasi Nasional, 2001):

- 1) Komponen langit (faktor langit-fl) yakni komponen pencahayaan langsung dari cahaya langit.
- 2) Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar - flr) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan.
- 3) Komponen refleksi dalam (faktor refleksi dalam frd) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan, dari cahaya yang masuk ke dalam ruangan akibat refleksi benda-benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit Pencahayaan alami siang hari sangat tergantung dari kondisi langit pada setiap saat.

Untuk keperluan perancangan, Commission Internationale L'Eclairage (CIE) telah menentukan beberapa jenis langit perancangan untuk berbagai lokasi dan kondisi antara lain:

- 1) Langit cerah (clear sky): langit dengan luminansi yang bervariasi menurut lintang geografis dan ketinggian matahari (azimut). Luminansi tertinggi berada dekat posisi matahari dan terendah berada pada posisi yang berseberangan dengan matahari.
- 2) Langit menengah (intermediate sky): variasi dari langit cerah yang lebih gelap. Luminansi tertinggi juga berada dekat posisi matahari, tetapi tidak seterang pada langit cerah. Perubahan luminansi yang ada tidak sedrastis pada langit cerah.
- 3) Langit mendung (overcast sky): langit dengan luminansi yang bervariasi menurut lintang

geografis. Luminansi pada titik zenit (tepat di atas kepala) sebesar tiga kali luminansi pada horison (cakrawala). Model langit jenis ini umumnya digunakan untuk pengukuran faktor pencahayaan alami siang hari dalam bangunan.

- 4) Langit merata (uniform sky): langit dengan luminansi yang sama pada seluruh posisi, tidak tergantung dari lintang geografis dan ketinggian matahari. Untuk 15 Indonesia, dalam SNI 03-2396-2001 ditetapkan langit perancangan berupa langit merata dengan iluminansi pada bidang datar di lapangan terbuka sebesar 10000 lux.

Pencahayaan alami juga harus sesuai standar SNI 6197 tahun 2011 sebagai berikut: (BSN, 2011)

- 1) Pencahayaan alami dalam bangunan gedung berpedoman pada SNI 03-2396- 2001
- 2) Dalam pemanfaatannya, radiasi cahaya matahari langsung yang masuk harus minim guna menghindari pemanasan ruangan
- 3) Cahaya langit pada bukaan transparan lebih diutamakan daripada cahaya matahari langsung
- 4) Pemanfaatan cahaya matahari di siang hari dengan maksimal untuk menghemat listrik

3. Pencahayaan Buatan

Pencahayaan (penerangan) harus senantiasa dilihat dari sisi kualitas dan kuantitasnya. Makna pencahayaan buatan bukanlah hanya sekedar menyediakan lampu dan terangnya, tetapi lebih membentuk suasana untuk terlihat lebih indah. Dari titik tolak pandang tersebut, memilih bentuk, jenis warna lampu, dan peletakkannya dapat menjadi suatu pekerjaan yang mengandung unsur permainan yang sangat menyenangkan (Satwiko, 2004).

a. Definisi Cahaya buatan

Menurut Undang-Undang No. 28 tahun 2002 adalah penyediaan penerangan buatan melalui instalasi listrik atau sistem energi dalam bangunan gedung agar orang didalamnya dapat melakukan kegiatannya sesuai bangunan gedung (Pemerintah Republik Indonesia, 2002). Pencahayaan buatan menurut Amin (2011) dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Sedangkan Latifah (2015) menyatakan bahwa pencahayaan buatan merupakan sumber cahaya yang dibuat oleh manusia. Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya matahari (Prakoso, dkk 2014). Suptandar (1998) menyatakan bahwa cahaya buatan merupakan pencahayaan yang berasal dari cahaya buatan manusia seperti cahaya lilin, sinar lampu, dan lain-lain yang bermanfaat dalam kegiatan sehari-hari serta menambah estetika ruangan.

Cahaya buatan menurutnya terbagi menjadi: (Suptandar, 1998)

- 1) Pencahayaan langsung terjadi ketika semua sinar yang memancar langsung dari pusatnya ke arah obyek sebagai contoh lampu sorot dalam dapur, lampu meja atau lampu lantai.

- 2) Pencahayaan tidak langsung terjadi jika sumber pencahayaan disembunyikan dari pandangan mata sehingga kita hanya mendapat pantulan. Fungsinya menuntun menuju suatu obyek dan biasana terletak di dinding.

- 3) Pencahayaan setempat merupakan pencahayaan yang diarahkan untuk menerangi suatu tempat atau obyek, misal penerangan dalam dapur, lampu belajar atau segala lampu yang digunakan untuk menerangi sesuatu yang dikerjakan pada jarak dekat dan membutuhkan pencahayaan khusus.

- 4) Pencahayaan membias jika sinar yang memancar langsung dari sumber terlebih dahulu melalui suatu bahan/material yang menyebarkan sinar tersebut dalam area yang lebih besar dari sumber sendiri.

b. Manfaat Pencahayaan buatan

Sangat diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat pencahayaan alami tidak mencukupi. Fungsi pokok pencahayaan buatan baik yang diterapkan secara tersendiri maupun yang dikombinasikan dengan pencahayaan alami adalah sebagai berikut (Amin, 2011):

- 1) Menciptakan lingkungan yang memungkinkan penghuni melihat secara detail serta terlaksananya tugas serta kegiatan visual secara mudah dan tepat.
- 2) Memungkinkan penghuni berjalan dan bergerak secara mudah dan aman.
- 3) Tidak menimbulkan pertambahan suhu udara yang berlebihan pada tempat kerja.
- 4) Memberikan pencahayaan dengan intensitas yang tetap menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan, dan tidak menimbulkan bayangbayang.
- 5) Meningkatkan lingkungan visual yang nyaman dan meningkatkan prestasi.

c. Kelebihan dan kekurangan Pencahayaan buatan

Biasanya diperlukan apabila tidak tersedia cahaya alami pada saat-saat antara matahari terbenam sampai matahari terbit. Juga pada saat cuaca di luar rumah tidak memungkinkan menghantarkan cahaya matahari sampai ke dalam rumah. Pencahayaan buatan pun digunakan saat cahaya matahari tidak dapat menjangkau ruangan atau menerangi seluruh ruangan secara merata, karena letak ruang dan lubang cahaya tidak memungkinkan. Sedangkan kekurangan dari pencahayaan buatan tentu saja terletak pada penggunaan listrik dalam pemanfaatannya.

d. Efisiensi dan Konservasi Energi (Energy Efficiency and Conservation)

Prasyarat 1: Rencana Pengelolaan Energi dan Kebijakannya (Policy and Energy Management Plan)

Prasyarat : Kinerja Energi Gedung Minimum (Minimum Building Energy Performance)

- 1) Optimized Efficiency Building Energy Performance (Kinerja Efisiensi Energi yang Optimal pada Gedung)
- 2) Testing, Re-commissioning & Retro-commissioning (Testing, Rekomisioning dan Retrokomisioning)
- 3) Kinerja Energi Sistem (System Energy Performance)
- 4) Pengendalian & Pemantauan Energi (Energy Monitoring & Control)
- 5) Operasional & Pemeliharaan (Operation & Maintenance)
- 6) Energi Terbarukan pada Gedung (On-Site Renewable Energy)
- 7) Emisi Energi Rendah (Less Energi Emission)

V. KESIMPULAN

1. Konsumsi Energi Masih di Atas Batas Efisiensi: Hasil analisis menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik pada gedung classroom masih melebihi standar efisiensi energi yang ditetapkan dalam pedoman kampus hijau, seperti Green Campus UI GreenMetric atau GBCI.
2. Rendahnya Efisiensi Penggunaan Daya Listrik: Banyak peralatan listrik seperti lampu dan AC digunakan secara tidak optimal, dengan pemakaian yang berlebihan di luar jam operasional atau pada ruangan yang tidak digunakan.
3. Pencahayaan Alami Belum Dimanfaatkan Maksimal: Desain bangunan kurang memaksimalkan pencahayaan alami, sehingga lampu dinyalakan pada siang hari meskipun terdapat potensi pencahayaan dari luar.
4. Potensi Penghematan Energi Signifikan: Terdapat peluang besar untuk efisiensi energi dengan mengganti lampu konvensional ke LED, menggunakan sensor otomatis, serta menerapkan sistem kontrol waktu (timer) pada AC dan lampu.

REFERENSI

Amal, Bahar. 2015. Analisis Biaya Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung Pada Kantor Pemerintah Dan Kantor Swasta. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Badan Standar Nasional. 2000. SNI 03-6386-2000. Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan. Jakarta: Badan Standar Nasional.

Badan Standar Nasional. 2000. SNI 03-6197-2000. Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan. Jakarta: Badan Standar Nasional. Ervianto, W. I. (2012). Selamatkan Bumi Melalui Konstruksi Hijau: Perencanaan, Pengadaan, Konstruksi & Operasi. Dalam W. I. Ervianto. Yogyakarta:

Green Building Council Indonesia Glavinich, D.E., P.E., T. (2008). Contractor's Guide to Green Buiding Construction. The Univercity of Kansan Green Building Council Indonesia. (2016). Greenship Existing Building Version 1.1. Jakarta:

Jerry Yudelson (2007) Green Building A to Z: Understanding the Language of Green Building

Karyono, Tri Harso. 2010. Green Architecture: Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia. Jakarta: Penerbit PT Raja Grafindo Persada

Merry, dkk. (2020). ANALISIS PENERAPAN GREENSHIP EXISTING BUILDING VERSI 1.1 PADA BANGUNAN GEDUNG UMALAS HOTEL DAN RESIDENCE. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil.

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan Pratiwi, Nur Insani Nindi. (2022). KAJIAN PENERAPAN GREEN BUILDING PADA BANGUNAN EXISTING. Universitas Hasanuddin. Makassar 106

Ryan, dkk. (2019). Penilaian Kriteria Green Building Pada Bangunan Gedung Universitas Pembangunan Jaya Berdasarkan Indikasi Green Building Council Indonesia. Ciputat: Tangerang Selatan. hal. 29. Soehendro, dkk. (2018). Analisis Tantangan Dan Manfaat Bangunan Hijau. Universitas Kristen Petra. Surabaya; Jawa Timur.

Suci Anugrah, S. (2016). PENILAIAN KRITERIA GREEN BUILDING PADA BANGUNAN GEDUNG (STUDI KASUS: GEDUNG BIRO PUSAT ADMINISTRASI UNIVERSITAS SUMATERA UTARA). Universitas Sumatera Utara. Medan.