

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. *Green building*

a. Pengertian *Green building*

Green building merupakan konsep yang menjadi solusi bagi dunia properti untuk mengambil peran dalam mengurangi dampak pada *global warming*, *green building* adalah sebuah bangunan yang dalam pemanfaatannya (baik sejak saat direncanakan, didesain, dibangun, digunakan, maupun direnovasi) menggunakan sumber daya alam dan sumber energi secara minimalis, meminimalisasi limbah, dan ramah lingkungan (Hardjono, 2009).

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan Bab I Pasal 1, bangunan ramah lingkungan (*green building*) adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolaannya dan aspek penting penanganan dampak perubahan iklim. Prinsip lingkungan yang dimaksud adalah prinsip yang mengedepankan dan memperhatikan unsur pelestarian fungsi lingkungan.

Menurut *Green Building Council Indonesia/GBCI* (2010), *green building* adalah bangunan yang dimana sejak mulai dalam tahap perencanaan, pembangunan, pengoperasian hingga dalam operasional pemeliharannya memperlihatkan aspek-aspek dalam melindungi, menghemat, serta mengurangi penggunaan sumber daya alam, menjaga mutu dari kualitas udara di ruangan, dan memperhatikan kesehatan penghuninya yang semuanya berpegang pada kaidah pembangunan yang berkesinambungan.

Menurut Kriss (2014), *green building* adalah sebuah konsep holistik yang dimulai dengan pemahaman bahwa lingkungan yang dibangun dapat menimbulkan dampak, baik dampak positif dan dampak negatif pada lingkungan hidup, juga orang-orang yang tinggal di bangunan tersebut setiap hari. *Green building* adalah sebuah usaha untuk memperbesar dampak positif dan mencegah dampak negatif selama umur pakai bangunan.

Menurut Amran (2014), *green building* adalah bangunan berkelanjutan yang mengarah pada struktur dan pemakaian proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan hemat sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan tersebut, mulai dari pemilihan tempat sampai desain, konstruksi, operasi, perawatan, renovasi, dan peruntuhan.

b. Konsep dan Dasar Teori *Green Building*

Diselenggarakannya Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi di Rio de Janeiro pada tahun 1992 sebagai tanggapan terhadap masalah lingkungan hidup dan sumber daya alam yang memprihatinkan telah menghasilkan konsep Pembangunan Berkelanjutan yang mengandung tiga pilar utama yang saling terkait dan saling menunjang, yakni pembangunan ekonomi, pembangunan sosial, dan pelestarian lingkungan hidup. Konferensi yang dihadiri 179 negara ini, termasuk Indonesia, juga menyepakati untuk melaksanakan konsep pembangunan baru untuk diterapkan secara global, yaitu *Environmentally Sound and Sustainable Development* atau Pembangunan Berkelanjutan yang Berwawasan Lingkungan. (Ervianto, 2012)

Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional (Ervianto, 2012) menyebutkan bahwa Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang dan sedang membangun telah memiliki cetak biru bagi sektor konstruksi sebagai *grand design* dan *grand strategy* yang disebut dengan Konstruksi Indonesia 2030. Dalam dokumen tersebut dinyatakan bahwa konstruksi Indonesia mesti berorientasi untuk tidak menyumbang pada kerusakan lingkungan namun justru menjadi pelopor perbaikan dan peningkatan kualitas lingkungan di seluruh habitat persada Indonesia, yang didiami oleh manusia dan seluruh makhluk lainnya secara bersimbiosis mutualisme.

Adapun beberapa peraturan yang telah dikeluarkan Pemerintah Indonesia terkait perkembangan *Green Building* di Indonesia, diantaranya:

- 1) Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan
 - 2) Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau
- c. Manfaat *Green Building*

EPA (2014) menyebutkan manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan *Green Building* diantaranya:

- 1) Manfaat Lingkungan
 - a) meningkatkan dan melindungi biodiversitas dan ekosistem
 - b) memperbaiki kualitas air dan udara
 - c) mengurangi aliran limbah
 - d) konservasi dan restorasi sumber daya alam
- 2) Manfaat Ekonomi
 - a) mengurangi biaya operasional
 - b) menciptakan, memperluas dan membentuk pasar untuk produk dan pelayanan ramah lingkungan
 - c) memperbaiki produktivitas pengguna gedung
 - d) mengoptimalkan daur hidup performa ekonomi
- 3) Manfaat Sosial
 - a) meningkatkan kesehatan dan kenyamanan pengguna gedung
 - b) meningkatkan kualitas estetika
 - c) meminimalkan ketegangan pada infrastruktur lokal
 - d) meningkatkan kualitas hidup secara umum

Adapun keuntungan yang diperoleh dari adanya usaha penerapan *Green Building* menurut Jerry Yudelson (2008) adalah sebagai berikut:

- 1) menghemat listrik dan air, biasanya 30% - 50%, termasuk mengurangi “*carbon footprint*” dari penghematan listrik

- 2) mengurangi biaya perawatan dari usaha pemeriksaan, pengujian instalansi dan usaha lainnya untuk meningkatkan dan memastikan integrasi kinerja sistem bekerja dengan semestinya
- 3) meningkatkan nilai pendapatan operasional yang lebih tinggi dan hubungan masyarakat yang lebih baik
- 4) keuntungan pajak
- 5) pemegang saham yang lebih kompetitif sehingga memungkinkan nilai saham meningkat
- 6) meningkatkan produktivitas, sebesar 3% - 5%
- 7) mengurangi ketidakhadiran sebesar 5%
- 8) keuntungan manajemen resiko, termasuk penyewaan dan pemasaran yang lebih cepat, juga pengurangan paparan bau, bahan penyedap iritasi atau bahan beracun yang terkandung dalam bahan bangunan
- 9) keuntungan pemasaran, terutama untuk pihak developer dan perusahaan produk konsumen
- 10) keuntungan hubungan dengan masyarakat, terutama untuk pihak developer dan agen pemasaran untuk masyarakat
- 11) rekrutmen pegawai yang lebih mudah dan retensi pegawai-pegawai kunci sehingga meningkatkan moral kerja
- 12) insentif pengumpulan dana untuk kampus dan badan amal
- 13) komitmen terhadap usaha perlindungan dan pelestarian lingkungan

2. Excellence In Design For Greater Efficiencies (EDGE)

a. Pengertian EDGE

EDGE adalah unsur pelengkap bagi sertifikasi green ship yang dikeluarkan GBCI (Green Building Council Indonesia) yang berorientasi penghematan sumber daya secara efektif dan efisien untuk perumahan dan gedung komersil. Standar EDGE mendefinisikan bangunan hijau: 20% lebih sedikit penggunaan energi, 20% lebih sedikit penggunaan air, dan 20% lebih sedikit energi yang terkandung dalam bahan material. EDGE menjadi mesin perhitungan kinerja yang memanfaatkan seperangkat

persamaan matematika berdasarkan prinsip-prinsip klimatologi, perpindahan panas, dan fisika bangunan. Setelah menerima data input desain, kalkulator akan memetakan kinerja potensial bangunan di bidang energi, air, dan juga material. Seiring dengan perkembangan pasar dan juga zaman, data yang mendasari dalam kalkulator akan semakin diperbaharui dan dipertajam untuk memastikan EDGE menjadi lebih terperinci dan terbaru. Metodologi perhitungan didasarkan pada standar CEN Eropa dan ISO 13790.

b. Simulasi EDGE

Simulasi energi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak simulasi berbasis web yaitu EDGE (Keunggulan dalam Desain untuk Efisiensi yang Lebih Besar) yang disediakan oleh IFC dari Kelompok Bank Dunia. Perangkat lunak ini gratis untuk siapa saja yang membuat akun pengguna di situs web: <https://app.edgebuildings.com>.

Perangkat lunak ini menyediakan cara yang terukur untuk mengurangi intensitas sumber daya bangunan baru, memberdayakan pemangku kepentingan untuk menentukan opsi yang paling hemat biaya untuk desain efisien sumber daya bangunan. Ada tiga fitur utama dalam perangkat lunak: ukuran energi, ukuran air, dan ukuran material. Perangkat lunak menghitung penghematan utilitas dan mengurangi jejak karbon terhadap kasus dasar. Peluang penghematan energi akan diketahui dengan memasukkan sebanyak mungkin informasi gedung ke dalam perangkat lunak, dan memilih sistem dan solusi.

c. Manfaat aplikasi EDGE

Manfaat aplikasi EDGE (*Excellence In Design for Greater Efficiencies*) sebagai berikut:

1. Menjadi kalkulator Finansial, tidak ada sistem sertifikasi lain yang mempunyai perangkat lunak gratis untuk menghitung biaya.

2. Pendekatan kuantitatif EDGE menggunakan kinerja yang diproyeksikan untuk pendekatan terukur yang unik.
3. *One Stop Shop* yang artinya simulasi efisiensi dilaksanakan dalam aplikasi EDGE dan seluruh proses sertifikasi dapat dilakukan dalam perangkat Lunak tersebut.
4. Integrasi proyek yang artinya proses sertifikasi dapat dicapai dengan fakturfaktur, foto-foto dan beberapa gambar arsitektur.
5. Mempunyai lokasi data spesifik yang artinya EDGE memiliki data gaya hidup dan iklim untuk hasil- hasil yang paling akurat.
6. EDGE membuat sertifikasi mudah bagi semua yang ingin mendesain bangunan hemat energi secara mudah.

Adapun di samping itu , beberapa kriteria bangunan yang menjadi cakupan EDGE untuk proses sertifikasi bangunan hijau, yaitu :

1. Rumah-rumah (baik keluarga tunggal atau banyak).
2. Hotel-hotel dan resort-resort.
3. Ritel, industri ringan dan gudanggudang.
4. Rumah Sakit dan klinik-klinik.
5. Gedung Perkantoran.
6. Bangunan Pendidikan.

d. Ukuran Energi

Ada 30 langkah efisiensi energi pada simulasi untuk jenis bangunan, dilambangkan dengan OFE01-OFE30. Pekerjaan simulasi dilakukan untuk menemukan representasi yang paling layak untuk diterapkan pada bangunan yang disimulasikan. Berikut ini adalah deskripsi singkat dari masing-masing tindakan, diringkas dari manual user program: (Elieser Tarigan, 2018).

- 1) Pengurangan Rasio Jendela ke Dinding (OFE01): Ukuran ini penting untuk atap dengan albedo tinggi (reflektivitas matahari). Beban pendinginan di ruang ber-AC dapat dikurangi dengan menentukan lapisan akhir reflektif untuk atap. Di sisi lain, di ruang

tanpa udara, ini akan meningkatkan kenyamanan termal. Warna adalah pertimbangan utama dari bahan atau hasil akhir.

- 2) Cat Reflektif / Ubin untuk Atap Surya Reflektifitas (OFE02): Ukuran ini penting untuk atap dengan albedo tinggi (reflektivitas matahari). Beban pendinginan di ruang ber-AC dapat dikurangi dengan menentukan penyelesaian reflektif untuk pengukuran. Di sisi lain, di ruang tanpa udara, ini akan meningkatkan kenyamanan termal. Warna adalah pertimbangan utama dari bahan atau hasil akhir.
- 3) Cat Reflektif untuk Dinding Eksternal Reflektifitas Matahari (OFE03): Deskripsi untuk ukuran ini mirip dengan "Cat Reflektif / Ubin untuk Atap Refleksi Surya-OFE02" di atas untuk kondisi dinding.
- 4) Perangkat Bayangan Eksternal (OFE04): Ukuran ini diterapkan untuk perangkat pelindung eksternal bangunan eksterior. Perangkat naungan eksternal biasanya digunakan untuk melindungi elemen kaca (jendela) dari radiasi matahari langsung. Alasannya adalah bahwa ketika radiasi matahari telah menembus jendela (kaca), itu akan meningkatkan panas matahari serta silau.
- 5) Isolasi Permukaan Atap (OFE05): Ukuran ini terkait dengan nilai-U bahan. Mempekerjakan isolasi akan meningkatkan nilai-U. Dalam iklim yang hangat, isolasi mencegah perpindahan panas dari lingkungan eksternal ke ruang internal. Sementara, dalam iklim dingin, mencegah perpindahan panas dari ruang internal ke lingkungan eksternal. Oleh karena itu, bangunan dengan insulasi yang baik memiliki kebutuhan energi yang lebih rendah.
- 6) Isolasi Dinding Eksternal (OFE06): Deskripsi untuk ukuran ini mirip dengan "Isolasi Permukaan Atap-OFE05" di atas untuk kondisi dinding luar.
- 7) Low-E Coated Glass (OFE07): Menggunakan lapisan Low-E pada kaca akan mengurangi perpindahan panas dari satu sisi ke sisi lainnya. Kaca berlapis E rendah menurunkan nilai-U (ketahanan

termal), serta Koefisien Gain Tenaga Surya (SHGC). Prosesnya dengan memantulkan energi panas. Maksud dari iklim hangat adalah untuk mengurangi kenaikan panas, di sisi lain, di iklim dingin untuk memantulkan panas di dalam ruangan.

- 8) Kaca Kinerja Termal Tinggi (OFE08): Ukuran ini hanya diterapkan pada kaca multi-paned ganda atau tripel dengan kinerja termal superior. Jenis kaca juga memiliki lapisan Low-E yang terkait dengan perpindahan panas.
- 9) Kantor Ventilasi Alam, Koridor, Lobby (OFE09): Kenyamanan penghuni gedung dapat ditingkatkan dengan ventilasi alami yang dirancang dengan baik. Cara ini akan mengurangi beban pendinginan, yang juga mengurangi modal awal serta biaya perawatan. Ukuran tersebut dapat diterapkan dengan mempertimbangkan rasio kedalaman ruang terhadap tinggi plafon dan proporsi bukaan.
- 10) Kipas Langit-Langit di Semua Ruangan Kantor (OFE10): Kipas langit-langit umumnya diterapkan untuk meningkatkan pergerakan udara yang memengaruhi kenyamanan manusia. Ukuran ini digunakan untuk bangunan yang kipas langit-langitnya ditentukan di semua kamar untuk kantor.
- 11) Variable Refrigerant Volume (VRV) Sistem Pendinginan (OFE11): Ukuran ini diterapkan pada bangunan dengan sistem pendingin VRV. Dalam banyak kasus, bangunan asli tidak termasuk sistem pendingin, yang dapat meningkatkan risiko bahwa pengguna akan mengalami panas berlebih dan pemasangan sistem pendingin yang tidak tepat dan buruk. Beban pendinginan dapat dikurangi dengan merancang instalasi sistem pendingin yang efisien.
- 12) Pendingin Udara dengan Sekrup Pendingin Udara Chiller (OFE12): Deskripsi untuk ukuran ini mirip dengan "Sistem Pendingin Volume Variabel (VRV) (OFE11)" di atas untuk Penyejuk Udara dengan Chiller Sekrup Udara.

- 13) Pendingin Udara dengan Air Cooled Chiller (OFE13): Ukuran ini untuk bangunan dengan Air Cooled Screw Chiller. Penghematan energi dapat dicapai dengan nilai Koefisien Kinerja (COP) yang lebih tinggi.
- 14) Pompa Panas Sumber Tanah Geotermal (OFE14): Ukuran ini untuk bangunan dengan pompa panas geotermal. Panas bumi adalah energi alternatif yang bersih dan terbarukan. Penghematan energi dapat dicapai dengan nilai Koefisien Kinerja (COP) yang lebih tinggi.
- 15) Chiller Penyerapan Didukung oleh Limbah Panas (OFE15): Ukuran ini untuk bangunan dengan daya sistem pendingin disediakan dengan menangkap panas limbah untuk siklus pendinginan dan sistem chiller penyerapan. COP digunakan dalam ukuran ini untuk menetapkan efisiensi. Pendinginan dan / atau beban pemanasan dapat dikurangi secara signifikan dengan merancang pemasangan sistem pendingin mekanis menggunakan panas limbah yang dihasilkan dalam proses lain.
- 16) Sistem Pendinginan dan Pemanasan Radiant (OFE16): Ukuran ini untuk bangunan di mana setidaknya 50% dari hasil pendinginan dan pemanasan berasal dari sistem pendingin atau sistem pemanas berseri-seri. Biaya operasional untuk sistem energi, dalam banyak kasus, dapat dikurangi dengan mengurangi energi kipas yang terkait dengan sistem pendingin / pemanas udara paksa tradisional. Sistem pendingin dan pemanas yang berseri-seri juga dapat meningkatkan kenyamanan melalui keragaman suhu yang lebih rendah, aliran angin yang kuat, dan suara kipas.
- 17) Pemulihan Panas Limbah dari Generator untuk Pemanasan Ruang (OFE17): Ukuran ini untuk bangunan di mana energi untuk pemanasan ruang diperoleh dari panas yang terbuang dari pembangkit listrik melalui pembakaran diesel atau gas. Menangkap panas yang terbuang dari generator listrik, yang dapat memberikan panas untuk pemanasan ruang, secara substansial

dapat membantu pengurangan konsumsi bahan bakar fosil dan biaya operasi, serta menurunkan emisi gas rumah kaca.

- 18) Drive Kecepatan Variabel pada Kipas Menara Pendingin (OFE18): Ukuran ini untuk bangunan di mana sistem HVAC membutuhkan menara pendingin. Konsumsi energi dapat dikurangi dengan menentukan Variable Speed Drive (VSD) pada kipas menara pendingin.
- 19) Drive Kecepatan Variabel dalam AHU (OFE19): Ukuran ini untuk bangunan yang menggunakan kipas VSD di Air Handling Units (AHUs) sistem HVAC. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mendorong tim proyek untuk menentukan VSD yang cocok.
- 20) Pompa Kecepatan Berkecepatan Variabel (OFE20): Ukuran ini untuk bangunan dengan pompa VSD yang dipasang di sistem HVAC. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk menentukan pompa VSD untuk mengurangi konsumsi energi, serta biaya utilitas.
- 21) Pemulihan Panas yang Masuk akal dari Udara Buang (OFE21): Ukuran ini untuk bangunan di mana panas dari udara buang digunakan kembali dengan pemulihan panas yang masuk akal yang dipasang dalam sistem ventilasi.
- 22) Efisiensi Tinggi Boiler Kondensasi untuk Pemanasan Ruang (OFE22): Ukuran ini untuk bangunan di mana boiler yang digunakan untuk memberikan pemanasan ruang adalah boiler kondensasi gas.
- 23) Air Economizers selama Favourable Kondisi Luar Ruang (OFE23): Ukuran ini untuk bangunan di mana semua penangan udara dalam sistem HVAC menggunakan economizers udara. Dalam banyak kasus, kondisi udara luar cocok untuk mendinginkan bangunan dengan pendingin mekanis kecil.
- 24) Lampu Hemat Energi Ruang Internal (OFE24): Ukuran ini digunakan untuk bangunan di mana semua ruangan internal: kantor, area sirkulasi, lobi, penyimpanan, toilet, dll. Digunakan

salah satu dari tiga jenis bola lampu: CFL , LED, atau tipe T5. Jenis lampu ini mengurangi penggunaan energi gedung untuk penerangan.

25) Lampu Hemat Energi Ruang Eksternal (OFE25): Deskripsinya mirip dengan OFE24 di atas dengan kondisi untuk ruang eksternal.

26) Kontrol Pencahayaan untuk Koridor dan Tangga (OFE26): Lebih sedikit konsumsi energi untuk penerangan dapat dicapai dengan memasang kontrol otomatis di ruang bersama atau publik, dan luar ruangan di mana ada kemungkinan lampu dibiarkan menyala saat tidak diperlukan. Ukuran ini terkait dengan tindakan sebelumnya (khususnya OFE24 dan OFE25) bahwa kontrol pencahayaan dapat menurunkan energi yang dibutuhkan untuk penerangan. Oleh karena itu, bola lampu yang lebih efisien akan memberi dampak lebih kecil pada kontrol otomatis. Namun, kontrol pencahayaan tidak boleh diterapkan pada sistem pencahayaan darurat atau keselamatan.

27) Sensor Hunian di Kamar Mandi, Ruang Konferensi, dan Kabin Tertutup (OFE27): Sensor hunian dapat digunakan untuk mengontrol semua pencahayaan sekitar di kabin kantor tertutup, kamar mandi, ruang konferensi dll. Dengan ini, lebih sedikit energi yang dikonsumsi oleh kemungkinan mengendalikan lampu yang dibiarkan menyala saat tidak diperlukan berkurang.

28) Sensor Hunian di Kantor Terbuka (OFE28): Deskripsinya mirip dengan OFE27 di atas dengan kondisi di kantor terbuka.

29) Sensor fotolistrik siang hari untuk ruang internal (OFE29): Energi untuk penerangan dapat dihemat pada siang hari dengan mematikan lampu listrik ketika kebutuhan penerangan dapat dipenuhi oleh cahaya alami.

30) Solar Photovoltaic (OFE30): Ukuran ini untuk bangunan di mana panel fotovoltaik surya dipasang untuk memasok energi untuk bangunan. Permintaan listrik dari grid dapat dikurangi dengan sistem PV surya yang merupakan sumber terbarukan. Untuk

mengoptimalkan porsi energi dari sistem PV, konsumsi energi harus terlebih dahulu dikurangi untuk meminimalkan permintaan listrik (mis. Dengan menerapkan langkah-langkah sebelumnya yang mungkin). Ada banyak jenis sistem fotovoltaik surya yang tersedia dan berbagai teknologi mengubah energi matahari menjadi listrik dengan berbagai tingkat efisiensi. Tingkat efisiensi hingga sekitar 20% dapat dicapai oleh beberapa sistem yang tersedia secara komersial, tetapi yang lain hanya mampu memberikan efisiensi 5%. Oleh karena itu, tim desain harus memastikan bahwa sistem yang ditentukan mencapai efisiensi maksimum yang mungkin untuk modal yang tersedia. Selain itu, ada banyak aspek yang harus kita pertimbangkan untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan.

e. Ukuran Air

Dapat diklasifikasikan kriteria sanitasi yang digunakan sebagai berikut:

- 1) OFW01 *Low-flow faucets in all bathroom -7lt/menit.*
- 2) OFW02 *Dual flush for water closet in all bathroom – 4,5lt/flush and 3lt/second flush.*
- 3) OFW03 *Water-efficient urinals in all other bathroom – 6lt/flush.*
- 4) OFW04 *Water-efficient faucet for kitchen sinks – 7lt/flush.*
- 5) OFW05 Pada bangunan tersebut tidak menggunakan *Condensate Water Recovery.*
- 6) OFW06 Pada bangunan tersebut tidak *Rainwater Harvesting System – 50% of roof area used for collection.*
- 7) OFW07 Pada bangunan tersebut menggunakan *Grey Water Treatment and Recycling System.*
- 8) OFW08 Pada bangunan tersebut menggunakan *Black Water Treatment and Recycling System.*

3. Manajemen Energi

Manajemen energi adalah kegiatan di suatu perusahaan yang terorganisir dengan menggunakan prinsip-prinsip manajemen, dengan tujuan agar dapat dilakukan konservasi energi, sehingga biaya energi sebagai salah satu komponen

biaya produksi/operasi dapat ditekan serendah-rendahnya. Konservasi energi sendiri mengandung arti sebagai suatu usaha untuk tetap menggunakan energi secara rasional tapi tetap mempertahankan produktifitas dan terpenuhinya syarat-syarat kelola perusahaan.

Penggunaan energi rasional diantaranya dengan penghematan dan efisiensi energi. Jadi harus dibedakan antara penghematan energi dengan konservasi energi. Penghematan energi bisa saja dilakukan dengan hanya mengurangi penggunaan energinya tapi kenyamanan dan produktitas menjadi turun. Sementara konservasi energi adalah penerapan kaidah-kaidah dalam pengelolaan energi tidak hanya mengurangi pemakaian energinya tapi juga menerapkan pola operasi yang efisien, pemasangan alat tambahan yang meningkatkan performa sistem sehingga pemakaian energinya lebih rendah tapi tidak mengurangi kenyamanan dan produktifitas. Jadi pada intinya konservasi energi merupakan panduan bagaimana menghemat energi dengan benar dan berisi metode-metode dan alat alat yang bisa dipakai untuk penghematan energi tanpa mengurangi produktifitas dan kenyamanan. Sementara efisiensi energi artinya perbandingan antara penggunaan energi dengan hasil produksinya. Yang dimaksud produksinya bisa kenyamanan, gerak dan lain-lain.

Jadi efisiensi energi yang tinggi berarti pemakaian energinya rendah tapi produksi tinggi. Dengan demikian konsep konservasi energi lebih luas dibandingkan dengan efisiensi energi (Hassan, 2014). Manajemen energi secara umum dapat didefinisikan sebagai manajemen yang berdampak langsung pada organisasi, teknik dan aksi yang ekonomis dalam rangka meminimalisasi konsumsi energi, termasuk energi untuk produksi/kegiatan dan untuk meminimalisasi konsumsi bahan baku dan bahan tambahan lainnya.

Dengan demikian manajemen energi merupakan kegiatan yang terstruktur terhadap energi dengan tujuan mengurangi konsumsi energi secara terus menerus dan menjaga peningkatan yang telah dicapai. Manajemen energi dilaksanakan mengikuti pola Deming Circle (PDCA) dimana melalui pembuatan kebijakan, perencanaan aksi, penerapan dan evaluasi yang terus menerus menuju perbaikan.

Dengan demikian manajemen energi bukan tujuan tetapi merupakan kegiatan yang memperhatikan energi dalam kegiatan manajemen sehari-hari.

4. Audit Energi

Dalam manajemen energi, untuk mengetahui dan menelusuri aliran penggunaan energi digunakan audit energi sebagai alatnya. Dengan audit energi ini akan diketahui kebocoran-kebocoran penggunaan energi di gedung sehingga dapat ditentukan langkah-langkah yang tepat untuk menekan kebocoran-kebocoran tersebut dan pengelolaan energinya menjadi baik.

Pada bangunan gedung, sistem pengguna energi dapat dikelompokkan pada empat pengguna energi terbesar yaitu : sistem AC, sistem pencahayaan, sistem transportasi gedung dan peralatan kantor lainnya.

Audit energi adalah kegiatan untuk mengetahui pola pemakaian energi dari peralatan pengguna energi yang ada di gedung. Tujuan dilakukan audit energi, adalah untuk menentukan cara yang terbaik untuk mengurangi penggunaan energi per satuan output dan mengurangi biaya operasi gedung.

Suatu kegiatan audit energi adalah merupakan alat untuk mendukung program konservasi energi disuatu fasilitas pengguna energi. Istilah konservasi energi ini harus dibedakan dengan penghematan energi. Konsep yang berlaku dari konservasi energi ini adalah suatu kegiatan untuk mendukung pemakaian energi yang tepat dan efisien pada suatu fasilitas pengguna energi tanpa mengurangi produktifitas atau kenyamanannya. Untuk mencapai ini diperlukan batasan-batasan standar yang harus ditaati.

Uraian diatas akan mengarah kepada pertanyaan kapan suatu fasilitas pengguna energi (gedung atau lainnya) perlu melakukan audit energi. Sesungguhnya kita tidak secara mudah bisa mengatakan suatu fasilitas pengguna energi itu boros dalam penggunaan energinya, yang paling mungkin kita menduga bahwa suatu fasilitas pengguna energi berindikasi boros energinya. Tapi sebaiknya suatu fasilitas pengguna energi baik gedung ataupun lainnya perlu diaudit penggunaan energinya ada ataupun tidak indikasi penggunaan energi yang boros.

Menurut Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional nilai IKE dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan ber-AC dan non-AC. Tabel 2.1 menunjukkan standar nilai IKE untuk Gedung ber-AC (Untoro, Gusmedi and Purwasih, 2014).

Tabel 2.1. Standar IKE Gedung ber-AC

Kriteria	Keterangan
Sangat efisien (50-95) kWh/m ² /Tahun	<ul style="list-style-type: none"> a. Desain gedung sesuai standar tata cara perencanaan teknis konservasi energi b. Pengoperasian peralatan energi dilakukan dengan prinsip-prinsip manajemen energi.
Efisien (95-145) kWh/m ² /Tahun	<ul style="list-style-type: none"> a. Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur b. Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu.
Cukup Efisien (95-145) kWh/m ² /Tahun	<ul style="list-style-type: none"> a. Penggunaan energi cukup efisien melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan. b. Pengoperasian dan pemeliharaan gedung belum mempertimbangkan prinsip konservasi energi.
Agak boros (145-175) kWh/m ² /Tahun	<ul style="list-style-type: none"> a. Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan. b. Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi.

Kriteria	Keterangan
Boros (175-285) kWh/m ² /Tahun	<p>a. Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari.</p> <p>b. Instalasi peralatan dan desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi.</p>
Sangat Boros (285-450) kWh/m ² /Tahun	<p>a. Agar ditinjau ulang atas semua instalasi/peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan.</p> <p>b. Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan.</p>

Salah satu ukuran hemat tidaknya suatu bangunan dalam memakai energi adalah Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Berdasarkan SNI 03-6196-2000 tentang prosedur audit energi pada bangunan gedung, Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya jumlah penggunaan energi tiap meter persegi luas kotor (*gross*) bangunan dalam suatu kurun waktu tertentu. IKE yang dimaksudkan disini secara spesifik mengacu pada energi listrik, nilai IKE penting untuk dijadikan tolok ukur menghitung potensi penghematan energi yang mungkin diterapkan di tiap ruangan atau seluruh area bangunan. Dengan membandingkan IKE bangunan dengan standar nasional dapat diketahui apakah sebuah ruangan atau keseluruhan gedung sudah efisien atau belum dalam penggunaan energi. Untuk memasukan suatu bangunan dalam kategori boros atau hemat dalam penggunaan energi, baik untuk ruangan ber-AC maupun non-AC berdasarkan pedoman pelaksanaan konservasi energi listrik dan pengawasannya, dalam menentukan prestasi penghematan energi per tahun (kWh/m²/tahun). Beberapa istilah dalam menghitung besarnya IKE listrik antara lain IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (*netto*), yaitu luas total ruang ber-AC dan IKE listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung, yaitu luas total ruang gedung yang dikondisikan (ruang ber-AC) ditambah dengan luas total

ruang gedung yang tidak dikondisikan (tanpa AC). Tabel 2.2 menunjukkan standar kriteria tingkat konsumsi energi berdasarkan IKE perbulan untuk gedung kantor dan bangunan komersial.

Tabel 2.2 Kriteria tingkat konsumsi energi berdasarkan IKE per bulan

IKE (kWh/m ² /bulan)	Kriteria
4,17 - 7,92	Sangat Efisien
7,92 - 12,08	Efisien
12,08 - 14,58	Cukup Efisien
14,58 - 19,17	Agak Boros
19,17 - 23,73	Boros
23,75 - 37,75	Sangat Boros

(Sumber: DEPDIKNAS Tahun 2004)

Penggunaan energi listrik pada setiap ruangan akan bervariasi bergantung pada bentuk, luas dan fungsi ruangan, selain itu juga berkaitan dengan aktifitas dan jumlah peralatan yang digunakan. Perlu diperhatikan bahwa dalam melakukan pendataan sebaiknya gambar denah setiap ruangan tersedia lengkap. Kriteria ruangan seperti ruangan ber-AC atau tidak ber-AC dan luas ruangan harus jelas dan akurat. Adapun data jenis peralatan, jumlah peralatan, daya dari setiap jenis peralatan listrik serta luas dari setiap ruangan juga perlu disertakan dalam laporan konsumsi energi.

Diharapkan dengan mengetahui besarnya intensitas konsumsi energi (IKE), mencegah pemborosan energi tanpa mengurangi kenyamanan gedung, dapat diketahui profil penggunaan energi, dan mencari upaya yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

B. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Annisa & Ary, 201. Konsep *Green Building* pada Bangunan Kantor (Studi Kasus: *Spazio Office*, Surabaya). Penelitian ini menggunakan metode analisis kualitatif dengan pendekatan metode deskriptif analisis dan evaluatif. Metode evaluatif digunakan untuk mengevaluasi kondisi eksisting pada *Spazio* dengan

menganalisa penerapan konsep hijau pada Spazio *Office*, yang berpedoman pada *greenship Existing Building* versi 1.1, dari GBCI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa objek studi tergolong dalam bangunan hijau dengan peringkat Silver, dengan perolehan poin sebesar 53 poin dari 117 poin. Setelah ditambahkan rekomendasi baik arsitektural dan non arsitektural pada Gedung Spazio, berhasil mendapatkan peringkat Platinum dengan total 82 poin.

RA. Laksmi, 2016. *Green Building* dalam Pembangunan Berkelanjutan Konsep Hemat Energi Menuju *Green Building* di Jakarta. *Green Building* merupakan bangunan berkelanjutan yang mengarah pada struktur dan pemakaian proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan hemat sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan tersebut, mulai dari pemilihan tempat sampai desain, konstruksi, operasi, perawatan, renovasi, dan peruntukan. Bangunan dikatakan sudah menerapkan konsep bangunan hijau (*green building*) jika berhasil melalui proses evaluasi penilaian yang disebut *Sistem Rating*. Di Indonesia, sistem rating ini disusun oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI). Tahun 2018 *Green Building Council Indonesia* (GBCI) menyatakan, gedung komersial yang mendapatkan sertifikat Bangunan Hijau (*Greenship*) baru 20 gedung. Hal ini sudah meningkat dibanding tahun 2015 baru 8 gedung bersertifikat *greenship*. Periode berlakunya sertifikasi selama 3 tahun, jadi perlu usaha mempertahankan kualitas “ramah lingkungan” agar tidak turun grade. Berbagai usaha bisa dilakukan untuk memenuhi kriteria *Greenship* pada saat merancang bangunan baru. Namun untuk bangunan yang sudah berdiri hal ini bisa dilakukan dengan perbaikan manajemen operasional, perbaikan peruntukan lahan, atau pembenahan utilitas Gedung. Penelitian saya menekankan pada bagaimana memenuhi kriteria *greenship*.

Elieser Tarigan, 2018, dalam *JTERA - Jurnal Teknologi Rekayasa*, Vol. 3, No. 1, Juni 2018, Hal. 63-70 p-ISSN 2548-737X e-ISSN 2548-8678. Berjudul “*Energy Saving Measures and Simulation in the Library Building of University of Surabaya.*” Pemanfaatan energi fosil dalam jumlah yang besar secara global menimbulkan permasalahan berkaitan dengan lingkungan. Usaha untuk mengimplementasikan teknologi dalam penghematan energi sangat signifikan dalam penerapannya pada bangunan. Tulisan ini mendiskusikan parameter-parameter penghematan energi serta

mensimulasikannya pada sebuah bangunan perpustakaan Universitas Surabaya yang terdiri dari 6 lantai. Simulasi dilakukan menggunakan software EDGE. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kombinasi 4 parameter penghematan energi dapat memberikan penghematan energi hingga 53%. Parameter tersebut adalah *daylight photoelectric sensors for internal spaces* (OFE29), *radiant cooling and heating system* (OFE16), *higher thermal performance glass* (OFE8), dan *external shading devices* (OFE4). Implementasi keempat parameter tersebut akan mengurangi emisi karbondioksida 758 ton per tahun dengan payback period sekitar 2,2 tahun.

Siska, 2018. Analisis Konsumsi Energi dan Program Konservasi Energi (Studi Kasus: Gedung Perkantoran dan Kompleks Perumahan TI). Metode penelitian yang dilakukan diawali dengan observasi lapangan, mengumpulkan data historis pemakaian listrik dari tahun 2007, melakukan audit energi, untuk menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Nilai IKE tahun 2007 sebesar 28.09 Kwh/m²/bulan, dan ini termasuk dalam kategori sangat boros, sehingga perlu dilakukan program konservasi energi. Setelah dilakukan program konservasi energi, didapatkan nilai IKE pada 2017 adalah 13,80 Kwh/m²/bulan, termasuk dalam kategori cukup efisien. Pemakaian listrik secara keseluruhan dari tahun 2007-2017, sudah menunjukkan adanya penurunan pemakaian listrik yang signifikan, yaitu sebesar 12%, dimana rata-rata pemakaian listrik tahun 2010-2017 menjadi 1.216 Mwh/bulan dibandingkan dengan rata-rata tahun 2007 - 2009 sebesar 1.375 Mwh/bulan, sebelum dilakukan program hemat energi.