

PENERAPAN *GREEN ARCHITECTURE* DAN *GREEN BUILDING* SEBAGAI UPAYA PENCAPAIAN *SUSTAINABLE ARCHITECTURE*

M. Maria Sudarwani*)

Abstrak

Permasalahan lingkungan khususnya pemanasan global menjadi topik permasalahan yang mencuat akhir-akhir ini. Dalam dunia arsitektur muncul fenomena sick building syndrome yaitu permasalahan kesehatan dan ketidaknyamanan karena kualitas udara dan polusi udara dalam bangunan yang ditempati yang mempengaruhi produktivitas penghuni, adanya ventilasi udara yang buruk, dan pencahayaan alami kurang.

Selain karna adanya pemanasan global, penciptaan atau inovasi energi yang terbaru juga menjadi latar belakang timbulnya konsep green architecture. Sampai pada akhirnya timbul konsep Green Building. Gedung Hemat Energi atau dikenal dengan sebutan green building terus digalakkan pembangunannya sebagai salah satu langkah antisipasi terhadap perubahan iklim global. Indikasi arsitektur disebut sebagai 'green' jika dikaitkan dengan praktek arsitektur antara lain penggunaan renewable resources (sumber-sumber yang dapat diperbaharui, passive-active solar photovoltaic (sel surya pembangkit listrik), teknik menggunakan tanaman untuk atap, taman tadah hujan, menggunakan kerikil yang dipadatkan untuk area perkerasan, dan sebagainya.

Kata Kunci: *Green Architecture, Green Building, Sustainable Architecture*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan khususnya pemanasan global menjadi topik permasalahan yang mencuat akhir-akhir ini. Dalam dunia arsitektur muncul fenomena *sick building syndrome* yaitu permasalahan kesehatan dan ketidaknyamanan karena kualitas udara dan polusi udara dalam bangunan yang ditempati yang mempengaruhi produktivitas penghuni, adanya ventilasi udara yang buruk, dan pencahayaan alami kurang. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, misalnya: emisi ozon mesin fotocopy, polusi dari perabot dan panel kayu, asap rokok, dsb.

Menurut World Health Organisation (WHO), 30% bangunan gedung di dunia mengalami masalah kualitas udara dalam ruangan. Untuk itu muncul adanya konsep

* Dosen Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Pandanaran

green architecture yaitu pendekatan perencanaan arsitektur yang berusaha meminimalisasi berbagai pengaruh membahayakan pada kesehatan manusia dan lingkungan. Konsep *green architecture* ini memiliki beberapa manfaat diantaranya bangunan lebih tahan lama, hemat energi, perawatan bangunan lebih minimal, lebih nyaman ditinggali, serta lebih sehat bagi penghuni. Konsep *green architecture* memberi kontribusi pada masalah lingkungan khususnya pemanasan global. Apalagi bangunan adalah penghasil terbesar lebih dari 30% emisi global karbon dioksida sebagai salah satu penyebab pemanasan global.

Selain karna adanya pemanasan global, penciptaan atau inovasi energi yang terbaru juga menjadi latar belakang timbulnya konsep *green architecture*. Sampai pada akhirnya timbul konsep *Green Building*. Gedung Hemat Energi atau dikenal dengan sebutan *green building* terus digalakkan pembangunannya sebagai salah satu langkah antisipasi terhadap perubahan iklim global. Dengan konsep hemat energi yang tepat, konsumsi energi suatu gedung dapat diturunkan hingga 50%, dengan hanya menambah investasi sebesar 5% saat pembangunannya. "Dengan hanya menambah 5% dari biaya pembangunan gedung biasa, konsumsi energi gedung dapat diturunkan hingga 50%." *Green Building* dibangun dengan perencanaan energi modern. Selain dari sisi desain yang dipertimbangkan untuk meminimalkan masuknya sinar matahari sehingga mengurangi penggunaan beban Air Conditioner (AC), pada atap gedung bisa dipasang panel surya yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam gedung. Beberapa sudut pandang dapat dipertimbangkan dalam perencanaan tersebut diantaranya adalah aspek *Passive Design*, *Active Design*, *Kondisi Udara Ruangan*, *Management*, serta *Service & Maintenance*.

Indikasi arsitektur disebut sebagai 'green' jika dikaitkan dengan praktek arsitektur antara lain penggunaan *renewable resources* (sumber-sumber yang dapat diperbaharui, *passive-active solar photovoltaic* (sel surya pembangkit listrik), teknik menggunakan tanaman untuk atap, taman tadah hujan, menggunakan kerikil yang dipadatkan untuk area perkerasan, dan sebagainya.



Gambar 1. Salah satu bangunan yang merupakan Top Ten Green Architecture Projects Of 2008

Konsep 'green' juga bisa diaplikasikan pada pengurangan penggunaan energi (misalnya energi listrik), low energy house dan zero energy building dengan memaksimalkan penutup bangunan (building envelope). Penggunaan energi terbarukan seperti energi matahari, air, biomass, dan pengolahan limbah menjadi energi juga patut diperhitungkan. Arsitektur hijau tentunya lebih dari sekedar menanam rumput atau menambah tanaman lebih banyak di sebuah bangunan, tapi juga lebih luas dari itu, misalnya memberdayakan arsitektur atau bangunan agar lebih bermanfaat bagi lingkungan, menciptakan ruang-ruang publik baru, menciptakan alat pemberdayaan masyarakat, dan sebagainya.

Arsitektur berkelanjutan, adalah sebuah topik yang menarik. Akhir-akhir ini semakin banyak diberitakan dan dipromosikan dalam kalangan arsitek, karena arsitek memiliki peran penting dalam pengelolaan sumber daya alam dalam desain-desain bangunannya. Apresiasi yang besar bagi mereka yang turut mempromosikan arsitektur berkelanjutan agar kita lebih bijaksana dalam menggunakan sumber daya alam yang makin menipis. *Sustainable architecture* atau dalam bahasa Indonesianya

adalah arsitektur berkelanjutan, adalah sebuah konsep mempertahankan sumber daya alam agar bertahan lebih lama, yang dikaitkan dengan umur potensi vital sumber daya alam dan lingkungan ekologis manusia, seperti sistem iklim planet, sistem pertanian, industri, kehutanan, dan tentu saja arsitektur. Kerusakan alam akibat eksploitasi sumber daya alam telah mencapai taraf pengrusakan secara global, sehingga lambat tetapi pasti, bumi akan semakin kehilangan potensinya untuk mendukung kehidupan manusia, akibat dari berbagai macam eksploitasi sumber daya alam tersebut.

2. PERMASALAHAN

Penerapan *Green Architecture* Dan *Green Building* Sebagai Upaya Pencapaian *Sustainable Architecture* merupakan studi untuk mendapatkan pemahaman yang jelas mengenai makna penerapan *Green Architecture* Dan *Green Building* yang timbul sebagai ekspresi bangunan. Yang sering menjadi pertanyaan adalah bagaimana cara menerapkan perencanaan bangunan sejak awal berdasarkan konsep green architecture dan green building? bagaimana mendesain sebuah bangunan yang 'green' sekaligus memiliki estetika bangunan yang baik? Karena bisa saja bangunan memiliki fasilitas yang mendukung konsep green, namun ternyata secara estetika terlihat kurang menarik. Dalam hal ini, peran arsitek menjadi penting. Standar bangunan yang 'green' juga bisa menuntut lebih banyak dana, karena fasilitas yang dibeli agar bangunan menjadi 'green' tidak murah, misalnya penggunaan photovoltaic (sel surya pembangkit listrik). Teknologi agar bangunan menjadi 'green' biasanya tidak murah. Bagaimana konsep terapan green architecture dan green building dapat mendukung konsep arsitektur berkelanjutan?

3. KAJIAN PUSTAKA

3.1. GREEN ARCHITECTURE

Konsep '*Green Architecture*' atau arsitektur hijau menjadi topik yang menarik saat ini, salah satunya karena kebutuhan untuk memberdayakan potensi site dan menghemat sumber daya alam akibat menipisnya sumber energi tak terbarukan.

Berbagai pemikiran dan interpretasi arsitek bermunculan secara berbeda-beda, yang masing-masing diakibatkan oleh persinggungan dengan kondisi profesi yang mereka hadapi.

Green Architecture ialah sebuah konsep arsitektur yang berusaha meminimalkan pengaruh buruk terhadap lingkungan alam maupun manusia dan menghasilkan tempat hidup yang lebih baik dan lebih sehat, yang dilakukan dengan cara memanfaatkan sumber energi dan sumber daya alam secara efisien dan optimal.

'Green' dapat diinterpretasikan sebagai *sustainable* (berkelanjutan), *earthfriendly* (ramah lingkungan), dan *high performance building* (bangunan dengan performa sangat baik). Ukuran 'green' ditentukan oleh berbagai faktor, dimana terdapat peringkat yang merujuk pada kesadaran untuk menjadi lebih hijau. Di negara-negara maju terdapat award, pengurangan pajak, insentif yang diberikan pada bangunan-bangunan yang tergolong 'green'.

Indikasi arsitektur disebut sebagai 'green' jika dikaitkan dengan praktek arsitektur antara lain penggunaan renewable resources (sumber-sumber yang dapat diperbaharui, passive-active solar photovoltaic (sel surya pembangkit listrik), teknik menggunakan tanaman untuk atap, taman tadah hujan, menggunakan kerikil yang dipadatkan untuk area perkerasan, dan sebagainya.

Konsep 'green' juga bisa diaplikasikan pada pengurangan penggunaan energi (misalnya energi listrik), *low energy house* dan *zero energy building* dengan memaksimalkan penutup bangunan (*building envelope*). Penggunaan energi terbarukan seperti energi matahari, air, biomass, dan pengolahan limbah menjadi energi juga patut diperhitungkan.

Dari pengertian diatas, Green Architecture sangat berpengaruh penting terhadap kehidupan manusia, baik di masa lampau, sekarang terutama akan datang.

3.2. GREEN BUILDING

Bangunan hijau (*Green Building*) mengacu pada struktur dan menggunakan proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya yang efisien di seluruh siklus hidup bangunan: dari penentuan tapak sampai desain, konstruksi,

operasi, pemeliharaan, renovasi pembongkaran, dan. Praktik ini memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik keprihatinan ekonomi, daya tahan utilitas, dan kenyamanan.

Green building adalah konsep untuk ‘bangunan berkelanjutan’ dan mempunyai syarat tertentu, yaitu lokasi, sistim perencanaan dan perancangan, renovasi dan pengoperasian, yang menganut prinsip hemat enrgi serta harus berdampak positif bagi lingkungan, ekonomi dan sosial.

Meskipun teknologi baru yang terus dikembangkan untuk melengkapi praktek saat ini dalam menciptakan struktur hijau, tujuan umum adalah bahwa bangunan hijau dirancang untuk mengurangi dampak keseluruhan lingkungan binaan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan alam dengan cara :

- 1) Efisien menggunakan energi, air, dan sumber daya lainnya. Dirancang dengan biaya lebih sedikit untuk mengoperasikan dan memiliki kinerja energi yang sangat baik.
- 2) Melindungi kesehatan penghuni dan meningkatkan produktivitas karyawan
- 3) Mengurangi sampah, polusi dan degradasi lingkungan
- 4) Bangunan alami, yang biasanya pada skala yang lebih kecil dan cenderung untuk fokus pada penggunaan bahan-bahan alami yang tersedia secara lokal.
- 5) Bangunan hijau tidak secara khusus menangani masalah perkuatan rumah yang ada..
- 6) Mengurangi dampak lingkungan : Praktek green building bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dari bangunan.

3.3. SUSTAINABLE ARCHITECTURE

Arsitektur Berkelanjutan, adalah sebuah topik yang menarik. Akhir-akhir ini semakin banyak diberitakan dan dipromosikan dalam kalangan arsitek, karena arsitek memiliki peran penting dalam pengelolaan sumber daya alam dalam desain-desain bangunannya. Apresiasi yang besar bagi mereka yang turut mempromosikan arsitektur berkelanjutan agar kita lebih bijaksana dalam menggunakan sumber daya alam yang makin menipis.

Sustainable Architecture atau dalam bahasa Indonesianya adalah Arsitektur Berkelanjutan, adalah sebuah konsep terapan dalam bidang arsitektur untuk mendukung konsep berkelanjutan, yaitu konsep mempertahankan sumber daya alam agar bertahan lebih lama, yang dikaitkan dengan umur potensi vital sumber daya alam dan lingkungan ekologis manusia, seperti sistem iklim planet, sistem pertanian, industri, kehutanan, dan tentu saja arsitektur. Kerusakan alam akibat eksploitasi sumber daya alam telah mencapai taraf pengrusakan secara global, sehingga lambat tetapi pasti, bumi akan semakin kehilangan potensinya untuk mendukung kehidupan manusia, akibat dari berbagai eksploitasi terhadap alam tersebut.

Keberlanjutan dapat didefinisikan sebagai memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Cara-cara baru dapat dipikirkan berdasarkan pengalaman membangun, dari arsitektur vernakular maupun modern.

4. PEMBAHASAN

4.1. PENERAPAN *GREEN ARCHITECTURE*

- 1) Memiliki Konsep High Performance Building & Earth Friendly.
 - a. Dapat dilihat dari dinding bangunan, terdapat kaca di beberapa bagiannya. Fungsinya adalah untuk menghemat penggunaan elektrisiti untuk bangunan terutama dari segi pencahayaan dari lampu.
 - b. Menggunakan energi alam seperti angin, sebagai penyejuk lingkungan.
 - c. Bahan-bahan bangunan yang digunakan cenderung ramah pada lingkungan seperti keramik dengan motif kasar pada lantai untuk mengurangi pantulan panas yang dihasilkan dari dinding yang berkaca.
 - d. Kolam air disekitar Bangunan berfungsi selain dapat memantulkan sinar lampu, juga dapat mereduksi panas matahari sehingga udara tampak sejuk dan lembab.
- 2) Memiliki Konsep Sustainable
Pembangunannya sangat di konsepkan, menelaah lahan lingkungan wilayah yang sangat terbatas, dengan konsep alamiah dan natural, dipadukan dengan

konsep teknologi tinggi, bangunan ini memungkinkan terus bertahan dalam jangka panjang karena tidak merusak lingkungan sekitar yang ada.

3) Memiliki Konsep Future Healthy.

- a. Dapat dilihat dari beberapa tanaman rindang yang mengelilingi bangunan, membuat iklim udara yang sejuk dan sehat bagi kehidupan sekitar, lingkungan tampak tenang, karena beberapa vegetasi dapat digunakan sebagai penahan kebisingan.
- b. Dinding bangunan curtain wall dilapisi alumunium dapat berguna untuk UV protector untuk bangunan itu sendiri. Tentunya ini semua dapat memberi efek positif untuk kehidupan.
- c. Pada bagian atap gedung, terdapat tangga untuk para pengguna yang akan menuju lantai atas. Ini dapat meminimalisasi penggunaan listrik untuk lift atau eskalator.
- d. Tentu lebih menyehatkan, selain sejuk pada atap bangunan terdapat rumput yang digunakan sebagai green roof, pengguna juga mendapatkan sinar matahari.

4) Memiliki Konsep Climate Supportly.

Dengan konsep penghijauan, sangat cocok untuk iklim yang masih tergolong tropis (khatulistiwa). Pada saat penghujan, dapat sebagai resapan air, dan pada saat kemarau, dapat sebagai penyejuk udara.

5) Memiliki Konsep Esthetic Usefully.

Penggunaan green roof pada kampus ini, selain untuk keindahan dan agar terlihat menyatu dengan alam, juga dapat digunakan sebagai water catcher sebagai proses pendingin ruangan alami karena sinar matahari tidak diserap beton secara langsung. Ini juga menurunkan suhu panas di siang hari dan sejuk di malam hari untuk lingkungan sekitarnya. Desainnya yang melengkung digunakan agar penyerapan matahari oleh kulit bangunan dapat di minimalisasikan.

4.2. PENERAPAN *GREEN BUILDING*

1) Efisiensi Energy

Bangunan hijau sering termasuk langkah-langkah untuk mengurangi konsumsi energi - energi yang terkandung baik diperlukan untuk mengekstrak, proses, transportasi dan menginstal bahan bangunan dan energi operasi untuk menyediakan layanan seperti pemanasan dan listrik untuk peralatan.

Seperti kinerja tinggi bangunan menggunakan energi operasi yang kurang, energi yang terkandung telah diasumsikan penting jauh lebih besar - dan mungkin membuat sebanyak 30% dari konsumsi energi secara keseluruhan siklus hidup. Studi gedung menunjukkan bahwa bangunan yang dibangun terutama dengan kayu akan memiliki energi yang terkandung lebih rendah daripada mereka dibangun terutama dengan bata, beton atau baja

Untuk mengurangi operasi penggunaan energi, efisiensi tinggi jendela dan isolasi di dinding, plafon, dan lantai meningkatkan efisiensi selubung bangunan, (penghalang antara ruang AC dan tanpa syarat). Strategi lain, desain bangunan pasif surya, sering diimplementasikan dalam energi rendah rumah. Desainer mengorientasikan jendela dan dinding dan tenda tempat, beranda, dan pohon untuk jendela naungan dan atap selama musim panas sambil memaksimalkan keuntungan surya di musim kemarau. Selain itu, penempatan jendela yang efektif (pencahayaan) dapat memberikan lebih banyak cahaya alami dan mengurangi kebutuhan untuk penerangan listrik pada siang hari. Pemanas air tenaga surya lebih lanjut mengurangi biaya energi.

Ruang generasi energi terbarukan melalui tenaga surya, tenaga angin, tenaga air, atau biomassa secara signifikan dapat mengurangi dampak lingkungan dari bangunan. Pembangkit listrik umumnya fitur yang paling mahal untuk ditambahkan ke sebuah bangunan.

2) Efisiensi Air

Mengurangi konsumsi air dan melindungi kualitas air merupakan tujuan utama dalam bangunan yang berkelanjutan. Salah satu isu penting dari

konsumsi air adalah bahwa di banyak daerah, tuntutan terhadap penyediaan akuifer melampaui kemampuannya untuk mengisi dirinya sendiri. Semaksimal mungkin, fasilitas harus meningkatkan ketergantungan mereka pada air yang dikumpulkan, digunakan, dimurnikan, dan digunakan kembali di tempat. Perlindungan dan konservasi air sepanjang kehidupan bangunan dapat dicapai dengan merancang untuk pipa ganda yang mendaur ulang air di toilet disiram.

Limbah-air dapat diminimalkan dengan memanfaatkan perlengkapan konservasi air seperti ultra-rendah toilet flush dan aliran rendah kepala pancuran. Bidets membantu menghilangkan penggunaan kertas toilet, mengurangi lalu lintas selokan dan kemungkinan meningkatnya kembali menggunakan air di tempat. Titik perawatan menggunakan air dan pemanas meningkatkan baik kualitas air dan efisiensi energi sementara mengurangi jumlah air dalam sirkulasi. Penggunaan non-limbah dan greywater untuk-situs digunakan seperti situs-irigasi akan meminimalkan tuntutan pada akuifer setempat.

3) Efisiensi Bahan / Material

Bahan bangunan biasanya dianggap sebagai 'hijau' termasuk kayu dari hutan yang telah disertifikasi dengan standar hutan pihak ketiga, bahan tanaman cepat terbarukan seperti bambu dan jerami, batu dimensi, batu daur ulang, logam daur ulang, dan produk lainnya yang non-beracun, dapat digunakan kembali, terbarukan, dan / atau didaur ulang (misalnya, Trass, Linoleum, wol domba, panel terbuat dari kertas serpih, tanah liat, vermikulit, linen rami, sisal, padang lamun, gabus, kelapa, kayu piring serat, kalsium pasir batu, beton) juga menyarankan menggunakan barang-barang industri daur ulang, seperti produk pembakaran batubara, pasir pengecoran, dan puing-puing pembongkaran dalam proyek konstruksi

Bahan bangunan harus diekstrak dan diproduksi secara lokal ke situs bangunan untuk meminimalkan energi tertanam dalam transportasi mereka. Bila memungkinkan, elemen bangunan harus diproduksi off-situs dan

dikirimkan ke situs, untuk memaksimalkan manfaat dari off-situs manufaktur termasuk meminimalkan limbah, daur ulang memaksimalkan (karena manufaktur adalah di satu lokasi), kebisingan unsur kualitas tinggi, lebih baik manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

4) Peningkatan Mutu Lingkungan

Kualitas Lingkungan diwujudkan dalam kategori untuk memberikan kenyamanan, kesejahteraan, dan produktivitas penghuninya, kualitas udara dalam ruangan, kualitas termal, dan pencahayaan kualitas.

Indoor Air Quality berusaha untuk mengurangi senyawa organik yang mudah menguap, atau kotoran udara lainnya seperti kontaminan mikroba. Bangunan bergantung pada sistem ventilasi yang dirancang dengan baik (passively/naturally- atau mekanis bertenaga) untuk menyediakan ventilasi yang memadai udara bersih dari luar rumah atau diresirkulasi, udara disaring serta operasi terisolasi (dapur, pembersih kering, dll) dari hunian lain. Selama proses desain dan konstruksi memilih bahan bangunan dan produk selesai interior dengan emisi nol atau rendah akan meningkatkan kualitas udara.

Sebagian besar bahan bangunan dan pembersihan / pemeliharaan produk memancarkan gas, beberapa dari mereka beracun, termasuk formaldehida. Gas-gas ini dapat memiliki dampak merugikan pada kesehatan penghuni, kenyamanan, dan produktivitas.

Juga penting untuk kualitas udara dalam ruangan adalah kontrol akumulasi kelembaban (kelembaban) yang mengarah ke pertumbuhan jamur dan adanya bakteri dan virus serta tungau debu dan organisme lain dan kekhawatiran mikrobiologi. Intrusi air melalui amplop bangunan atau kondensasi air pada permukaan dingin pada interior bangunan dapat meningkatkan dan mempertahankan pertumbuhan mikroba. Sebuah amplop

baik berisolasi dan tertutup rapat akan mengurangi masalah kelembaban, tetapi ventilasi yang memadai juga diperlukan untuk menghilangkan uap air dari dalam ruangan sumber termasuk proses metabolisme manusia, memasak, mandi, membersihkan, dan kegiatan lainnya.

Kontrol suhu aliran udara atas sistem AC ditambah dengan selubung bangunan yang dirancang dengan baik juga akan membantu dalam meningkatkan kualitas termal bangunan. Menciptakan lingkungan bercahaya kinerja tinggi melalui integrasi hati-hati dan sumber cahaya siang hari listrik akan memperbaiki kualitas pencahayaan dan kinerja energi dari struktur.

Produk-produk kayu solid, khususnya lantai, seringkali ditentukan dalam lingkungan di mana penghuni diketahui memiliki alergi terhadap debu atau partikel lainnya. Kayu itu sendiri dianggap hypo-allergenic dan permukaan halus mencegah penumpukan partikel lembut seperti karpet. Untuk itu direkomendasikan kayu, vinil, ubin lantai linoleum atau batu tulis bukan karpet. Penggunaan produk kayu juga dapat meningkatkan kualitas udara dengan menyerap atau melepaskan uap air di udara untuk kelembaban moderat.

Interaksi antara semua komponen indoor dan penghuni bersama-sama membentuk proses-proses yang menentukan kualitas udara dalam ruangan.

5) Operasi Dan Optimasi Pemeliharaan

Keberkelanjutan bangunan dapat dioperasikan secara bertanggung jawab dan dipelihara dengan baik. Jika tahap operasi dan pemeliharaan merupakan bagian dari perencanaan proyek dan proses pembangunan akan membantu mempertahankan kriteria hijau yang dirancang pada awal proyek. Setiap aspek dari bangunan hijau adalah diintegrasikan ke dalam fase Operating dan Maintenance. Meskipun tujuan pengurangan limbah dapat diterapkan selama fase desain, konstruksi dan pembongkaran tetapi siklus hidup bangunan itu adalah dalam fase O & M dengan cara seperti daur ulang dan peningkatan kualitas udara berlangsung.

6) Pengurangan Sampah

Arsitektur hijau juga berusaha untuk mengurangi pemborosan energi, air dan bahan yang digunakan selama konstruksi. Selama fase konstruksi, satu tujuan harus untuk mengurangi jumlah bahan pergi ke tempat pembuangan sampah. Bangunan yang dirancang dengan baik juga membantu mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan oleh penghuni juga, dengan menyediakan di tempat sampah solusi seperti kompos untuk mengurangi masalah akan ke tempat pembuangan sampah.

Untuk mengurangi jumlah kayu yang masuk ke TPA, saat bangunan mencapai akhir masa pakainya, mereka biasanya dibongkar dan diangkut ke tempat pembuangan sampah. Dekonstruksi adalah metode apa yang umumnya dianggap "sampah" dan reklamasi menjadi bahan bangunan yang berguna. Memperpanjang masa manfaat struktur juga mengurangi limbah -. Bahan bangunan seperti kayu yang ringan dan mudah untuk bekerja dengan membuat renovasi mudah.

Untuk mengurangi dampak pada sumur atau pabrik pengolahan air, ada beberapa pilihan. "Greywater", air limbah dari sumber seperti pencuci piring atau mesin cuci, dapat digunakan untuk irigasi bawah permukaan, atau jika dirawat, untuk non-minum tujuan, misalnya, untuk menyiram toilet dan mencuci mobil. Kolektor air hujan digunakan untuk tujuan serupa.

Sentralisasi sistem pengolahan air limbah dapat mahal dan menggunakan banyak energi. Sebuah alternatif untuk proses ini adalah mengkonversi limbah dan air limbah menjadi pupuk, yang menghindari biaya ini dan menunjukkan manfaat lainnya. Dengan mengumpulkan limbah manusia di sumbernya dan berjalan ke pabrik biogas semi-terpusat dengan limbah biologis lainnya, pupuk cair dapat diproduksi. Praktik seperti ini menyediakan tanah dengan nutrisi organik dan menciptakan penyerap karbon yang menghilangkan karbon dioksida dari atmosfer, offsetting emisi gas rumah kaca. Memproduksi pupuk buatan juga lebih mahal dalam energi daripada proses ini. [34]

7) Optimasi Biaya dan Manfaat

Masalah yang paling dikritik tentang membangun bangunan ramah lingkungan adalah harga, peralatan baru, dan teknologi modern cenderung biaya lebih banyak uang. Penghematan uang berasal dari penggunaan yang lebih efisien utilitas yang menghasilkan tagihan energi menurun.

Studi telah menunjukkan selama masa hidup rentabilitas investasi green building, mencapai sewa secara signifikan lebih tinggi, harga jual dan tingkat hunian serta tingkat kapitalisasi yang lebih rendah berpotensi mencerminkan risiko investasi yang lebih rendah

8) Peraturan Dan Operasi

Sebagai akibat dari meningkatnya minat dalam konsep green building dan praktek, sejumlah organisasi telah mengembangkan standar, kode dan sistem rating yang memungkinkan regulator pemerintah, membangun profesional dan konsumen menerima green building dengan keyakinan. Dalam beberapa kasus, kode ini ditulis sehingga pemerintah daerah dapat mengadopsi mereka sebagai peraturan untuk mengurangi dampak lingkungan lokal bangunan.

Perlu Kode dan Peraturan tentang Standar Bangunan Hijau / *Green Building* yang membantu menentukan tingkat konsumen struktur dari kinerja lingkungan, membangun fitur opsional yang mendukung desain hijau dalam kategori seperti lokasi dan pemeliharaan bangunan, konservasi air, energi, dan bahan bangunan, dan kenyamanan penghuni dan kesehatan, serta menetapkan persyaratan minimum untuk elemen bangunan hijau seperti bahan atau pemanasan dan pendinginan.

4.3. PENERAPAN *SUSTAINABLE ARCHITECTURE*

Dampak negatif dari pembangunan konstruksi sangat beragam, antara lain adalah dieksploitasinya sumber daya alam secara berlebihan. Simak saja, pertambangan sumber daya alam yang dikeruk habis-habisan, penggundulan hutan tanpa penanaman kembali, dimana hal-hal semacam ini dapat

menurunkan kualitas sumber daya alam lain di bumi. Tidak hanya itu, teknologi dan hasil teknologi yang digunakan manusia seperti kendaraan, alat-alat produksi dalam sistem produksi barang dan jasa (misalnya pabrik), peralatan rumah tangga dan sebagainya dapat menimbulkan dampak negatif akibat emisi gas buangan, limbah yang mencemari lingkungan.

Perlunya lebih banyak promosi bagi arsitektur berkelanjutan adalah sebuah keharusan, mengingat kondisi bumi yang semakin menurun dengan adanya degradasi kualitas atmosfer bumi yang memberi dampak pada pemanasan global. Semakin banyak arsitek dan konsultan arsitektur yang menggunakan prinsip desain yang berkelanjutan, semakin banyak pula bangunan yang tanggap lingkungan dan meminimalkan dampak lingkungan akibat pembangunan. Dorongan untuk lebih banyak menggunakan prinsip arsitektur berkelanjutan antara lain dengan mendorong pula pihak-pihak lain untuk berkaitan dengan pembangunan seperti developer, pemerintah dan lain-lain. Mereka juga perlu untuk didorong lebih perhatian kepada keberlanjutan dalam pembangunan ini dengan tidak hanya mengeksploitasi lahan untuk mendapatkan keuntungan sebanyak-banyaknya tanpa kontribusi bagi lingkungan atau memperhatikan dampak lingkungan yang dapat terjadi.

Tampaknya, sangat tidak mudah untuk menghilangkan sama sekali dampak dari pembangunan dan konstruksi terhadap lingkungan. Tentunya tidak mungkin untuk melarang orang membangun, karena sudah menjadi kebutuhan manusia, sehingga yang dapat dilakukan adalah memasukkan konsep arsitektur berkelanjutan dalam rangka meminimalkan dampak negatif konstruksi terhadap lingkungan. Konsep arsitektur berkelanjutan ini memiliki banyak persamaan, yaitu menyerukan agar sumber daya alam dan potensi lahan tidak digunakan secara sembarangan, penggunaan potensi lahan untuk arsitektur yang hemat energi, dan sebagainya.

Berbagai konsep dalam arsitektur yang mendukung arsitektur berkelanjutan, antara lain;

1) Dalam Efisiensi Penggunaan Energi

Arsitektur dapat menjadi media yang paling berpengaruh dengan implementasi arsitektur berkelanjutan, karena dampaknya secara langsung terhadap lahan. Konsep desain yang dapat meminimalkan penggunaan energi listrik, misalnya, dapat digolongkan sebagai konsep sustainable dalam energi, yang dapat diintegrasikan dengan konsep penggunaan sumber cahaya matahari secara maksimal untuk penerangan, penghawaan alami, pemanasan air untuk kebutuhan domestik, dan sebagainya.

- a. Memanfaatkan sinar matahari untuk pencahayaan alami secara maksimal pada siang hari, untuk mengurangi penggunaan energi listrik
- b. Memanfaatkan penghawaan alami sebagai ganti pengkondisian udara buatan (air conditioner). Menggunakan ventilasi dan bukaan, penghawaan silang, dan cara-cara inovatif lainnya
- c. Memanfaatkan air hujan dalam cara-cara inovatif untuk menampung dan mengolah air hujan untuk keperluan domestik
- d. Konsep efisiensi penggunaan energi seperti pencahayaan dan penghawaan alami merupakan konsep spesifik untuk wilayah dengan iklim tropis

2) Dalam Efisiensi Penggunaan Lahan

Lahan yang semakin sempit, mahal dan berharga tidak harus digunakan seluruhnya untuk bangunan, karena sebaiknya selalu ada lahan hijau dan penunjang keberlanjutan potensi lahan.

- a. Menggunakan seperlunya lahan yang ada, tidak semua lahan harus dijadikan bangunan, atau ditutupi dengan bangunan, karena dengan demikian lahan yang ada tidak memiliki cukup lahan hijau dan taman. Menggunakan lahan secara efisien, kompak dan terpadu [ref4]
- b. Potensi hijau tumbuhan dalam lahan dapat digantikan atau dimaksimalkan dengan berbagai inovasi, misalnya pembuatan atap diatas bangunan (taman atap), taman gantung (dengan menggantung pot-pot tanaman pada sekitar bangunan), pagar tanaman atau yang dapat

diisi dengan tanaman, dinding dengan taman pada dinding (seperti yang didesain Adi Purnomo dalam beberapa rumah), dan sebagainya [ref 3]

- c. Menghargai kehadiran tanaman yang ada di lahan, dengan tidak mudah menebang pohon-pohon, sehingga tumbuhan yang ada dapat menjadi bagian untuk berbagi dengan bangunan
- d. Desain terbuka dengan ruang-ruang yang terbuka ke taman (sesuai dengan fleksibilitas buka-tutup yang direncanakan sebelumnya) dapat menjadi inovasi untuk mengintegrasikan luar dan dalam bangunan, memberikan fleksibilitas ruang yang lebih besar.
- e. Dalam perencanaan desain, pertimbangkan berbagai hal yang dapat menjadi tolak ukur dalam menggunakan berbagai potensi lahan, misalnya; berapa luas dan banyak ruang yang diperlukan? Dimana letak lahan (dikota atau didesa) dan bagaimana konsekuensinya terhadap desain? Bagaimana bentuk site dan pengaruhnya terhadap desain ruang-ruang? Berapa banyak potensi cahaya dan penghawaan alami yang dapat digunakan?

3) Dalam Efisiensi Penggunaan Material

- a. Memanfaatkan material sisa untuk digunakan juga dalam pembangunan, sehingga tidak membuang material, misalnya kayu sisa bekisting dapat digunakan untuk bagian lain bangunan
- b. Memanfaatkan material bekas untuk bangunan, komponen lama yang masih bisa digunakan, misalnya sisa bongkaran bangunan lama.
- c. Menggunakan material yang masih berlimpah maupun yang jarang ditemui dengan sebaik-baiknya, terutama untuk material yang semakin jarang seperti kayu.
- d. Dalam penggunaan teknologi dan material baru
- e. Memanfaatkan potensi energi terbarukan seperti energi angin, cahaya matahari dan air untuk menghasilkan energi listrik domestik untuk rumah tangga dan bangunan lain secara independen

- f. Memanfaatkan material baru melalui penemuan baru yang secara global dapat membuka kesempatan menggunakan material terbarukan yang cepat diproduksi, murah dan terbuka terhadap inovasi, misalnya bambu.

4) Dalam Manajemen Limbah

- a. Membuat sistem pengolahan limbah domestik seperti air kotor (black water, grey water) yang mandiri dan tidak membebani sistem aliran air kota.
- b. Cara-cara inovatif yang patut dicoba seperti membuat sistem dekomposisi limbah organik agar terurai secara alami dalam lahan [ref buku rumah], membuat benda-benda yang biasa menjadi limbah atau sampah domestik dari bahan-bahan yang dapat didaur ulang atau dapat dengan mudah terdekomposisi secara alami.

5. KESIMPULAN

Green Architecture ialah sebuah konsep arsitektur yang berusaha meminimalkan pengaruh buruk terhadap lingkungan alam maupun manusia dan menghasilkan tempat hidup yang lebih baik dan lebih sehat, yang dilakukan dengan cara memanfaatkan sumber energi dan sumber daya alam secara efisien dan optimal. Konsep 'Green Building' atau bangunan hijau mengacu pada struktur dan menggunakan proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya yang efisien di seluruh siklus hidup bangunan: dari penentuan tapak sampai desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi pembongkaran, dan. Praktik ini memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik keprihatinan ekonomi, daya tahan utilitas,, dan kenyamanan.

Sustainable Architecture atau Arsitektur Berkelanjutan, adalah sebuah konsep terapan dalam bidang arsitektur untuk mendukung konsep berkelanjutan, yaitu konsep mempertahankan sumber daya alam agar bertahan lebih lama, yang dikaitkan dengan umur potensi vital sumber daya alam dan lingkungan ekologis manusia, seperti sistem iklim planet, sistem pertanian, industri, kehutanan, dan tentu saja arsitektur.

DAFTAR PUSTAKA

- Agenda 21 Sektoral. *Perencanaan Pembangunan Berkelanjutan*, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta, 2001.
- Agenda 21 Sektoral, *Indikator Pembangunan Berkelanjutan*, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta, 2001.
- Charles E. Kupchella, Margaret C. Hyland, *Environmental Science*, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.
- Edwin S. Mills, Philip E. Graves, *The Economic Of Environmental Quality*, W-W Norton & Company Inc., New York, 1986.
- Eko Budiardjo, *Lingkungan Binaan Dan Tata Ruang Kota*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 1997.
- Eko Budiardjo, Djoko Sujarto, *Kota Yang Berkelanjutan*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Tinggi dan Kebudayaan, Jakarta, 1998.
- F. Douglas Murcheff, *Principles of Sustainable Development*, Butterworth Architecture, Wellington, 1996.
- Gideon S. Golony, *Ethics dan Urban Design, Culture, From dan Environment*, John Wiley dan Sons.Inc., New York, 1995.
- Heinz Frick, *Seri Eko Arsitektur I*, Penerbit Kanisius, Jakarta, 1998.
- Kamala, DL. Kanth Rao, *Environmental Engineering*, Tata MC. Graw Hill Publishing Co. Ltd, New Delhi, 1989.
- Kantor Menteri Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup, *Kualitas Lingkungan Di Indonesia Tahun 1990*, PT. Intermedia, Jakarta, 1990.
- Otto Soemarwoto, *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*, Penerbit Djambatan, Jakarta, 1989.
- Ruslan D. Prawiro, *Ekologi Lingkungan Pencemaran*, Penerbit Satya Wacana, Semarang, 1983.
- Sudharto P. Hadi, *Manusia dan Lingkungan*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2000.