

PENGELOLAAN BANGUNAN YANG RAMAH LINGKUNGAN (GREEN CONSTRUCTION) DALAM KONTEKS TEKNIK SIPIL

Maksum Tanubrata¹, Ika Gunawan²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jalan: Prof Drg Suria Sumantri no 65,40164 Telp 62222012186

²Jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Kristen Maranatha
Jalan: Prof Drg Suria Sumantri No 65,40164 Telp 62222012186
Email: maksum.tanubrata150@gmail.com

Abstrak

Sarana dan prasarana fisik, atau sering disebut dengan infrastuktur, merupakan bagian yang sangat penting dalam sistem pelayanan masyarakat. Berbagai fasilitas fisik merupakan hal yang vital guna mendukung gerak roda pemerintahan, perekonomian, industri dan berbagai kegiatan sosial masyarakat dan pemerintahan. Mulai dari sistem energi, transportasi jalan raya, bangunan-bangunan perkantoran dan sekolah, hingga telekomunikasi, rumah peribadatan dan jaringan layanan air bersih, kesemuanya itu memerlukan adanya dukungan infrastruktur yang handal. Demikian luasnya cakupan layanan masyarakat tersebut, maka peran infrastruktur dalam mendukung dinamika suatu negara menjadi sangatlah penting artinya. Adalah suatu hal yang umum bila kita mengkaitkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan suatu negara dengan pertumbuhan infrastruktur di negara tersebut. Berbagai laporan badan dunia seperti World Bank, menekankan peran infrastruktur dalam pembangunan negara, dan bagaimana negara-negara di dunia melakukan investasi disektor tersebut

Wacana green construction perlahan tapi pasti mulai berhembus di dunia konstruksi Indonesia. Namun masih banyak orang bertanya kenapa wacana hijau begitu penting untuk melekat pada dunia konstruksi, kemudian apakah yang dimaksud dengan green construction yang bila diterjemahkan secara bebas adalah konstruksi hijau, implementasinya dan payung hukum yang menyertainya.

Kata Kunci: *green construction; infrastuktur; prasarana; pembangunan pendahuluan*

Pendahuluan

Teknologi ramah lingkungan telah ramai dikampanyekan, masyarakat dikenalkan dengan konsep ramah lingkungan, misal prinsip pemisahan sampah organik dan anorganik, serta penggunaan plastik dan sabun yang bisa terdegradasi. Selain itu perusahaan-perusahaan juga mulai diwajibkan untuk menggunakan teknologi yang ramah lingkungan dan penanganan pengolahan limbah sesuai dengan standard yang telah ditetapkan oleh badan yang terkait, misalnya dengan adanya ISO 4001 tentang lingkungan. Kelangkaan BBM & BBG serta fenomena *global warming* menyebabkan setiap bidang keilmuan berlomba untuk melakukan inovasi penggunaan energi-energi alternatif selain minyak dan gas bumi, serta berlomba menciptakan dan menggunakan teknologi yang ramah lingkungan *Green Technology*. Energi alternatif yang banyak dieksplorasi oleh para ahli agar bisa digunakan sebagai pengganti BBM dan BBG adalah energi matahari, angin, biofuel, biogas, dan bioetanol.

Rumah merupakan elemen terdekat dan terkecil yang merupakan tempat singgah dari subjek (pelaku utama) pengguna energi BBM & BBG serta sebagai produsen dari limbah baik secara langsung maupun tidak langsung. Para ahli baik itu arsitek maupun teknokrat sedang dan telah melakukan berbagai inovasi untuk menciptakan rumah yang hemat energi dan ramah lingkungan.

Indonesia merupakan negara tropis yang dilewati oleh garis katulistiwa sehingga dilimpahi sinar matahari yang cukup sepanjang tahun, serta suhu yang cukup stabil. Dengan memperhatikan kondisi geografis tersebut, maka energi alternatif matahari sangat cocok diterapkan di Indonesia. Konstruksi bangunan rumah juga harus memperhatikan unsur penggunaan bahan/material dan bentuk bangunan yang mampu mengurangi penggunaan lampu untuk pencahayaan, AC untuk pendingin, sistem pembuangan yang baik.

Bahan dan metode penelitian (Rumusan Masalah)

Berdasarkan pendahuluan di atas, penulis merumuskan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Apakah yang dimaksud dengan *green building*?
2. Bagaimana penggunaan energi matahari sebagai alternatif energi listrik?
3. Bagaimana konstruksi dan material rumah ramah lingkungan?
4. Bagaimana rumah tinggal dan kebutuhan energi di Indonesia?
5. Bagaimana konsep hemat energi atau sadar energi?

Hasil dan Pembahasan

A. Tinjauan Pustaka

1. Definisi *Green Building*

Green building (juga dikenal sebagai konstruksi hijau atau bangunan yang berkelanjutan) mengacu pada struktur dan menggunakan proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya yang efisien di seluruh siklus hidup-bangunan: mulai dari penentuan tapak untuk desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi pembongkaran, dan. Hal ini membutuhkan kerjasama yang erat dari tim desain, arsitek, insinyur, dan klien di semua tahapan proyek. Praktik *Green Building* memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik keprihatinan ekonomi, utilitas, daya tahan, dan kenyamanan.

Green construction ialah sebuah gerakan berkelanjutan yang mencita-citakan terciptanya konstruksi dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi yang ramah lingkungan, efisien dalam pemakaian energi dan sumber daya, serta berbiaya rendah. Gerakan konstruksi hijau ini juga identik dengan sustainability yang mengedepankan keseimbangan antara keuntungan jangka pendek terhadap resiko jangka panjang, dengan bentuk usaha saat ini yang tidak merusak kesehatan, keamanan dan kesejahteraan masa depan.

2. Konsep *Green Building*

Green building menyatakan array yang luas dari praktek, teknik, dan keterampilan untuk mengurangi dan akhirnya menghilangkan dampak bangunan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Hal ini sering menekankan mengambil keuntungan dari sumber daya terbarukan, misalnya, menggunakan sinar matahari melalui solar pasif, surya aktif, dan fotovoltaik teknik dan menggunakan tanaman dan pohon-pohon melalui atap hijau, taman hujan, dan pengurangan air hujan run-off. Banyak teknik lain yang digunakan, seperti menggunakan kayu sebagai bahan bangunan, atau menggunakan beton kerikil atau permeabel dikemas bukan beton atau aspal konvensional untuk meningkatkan pengisian air tanah. Di sisi estetika arsitektur hijau atau desain yang berkelanjutan adalah filosofi merancang bangunan yang harmonis dengan fitur alam dan sumber daya sekitar situs. Ada beberapa langkah kunci dalam merancang bangunan berkelanjutan: menentukan 'hijau' bahan bangunan dari sumber-sumber lokal, mengurangi beban, sistem mengoptimalkan, dan menghasilkan di tempat energi terbarukan.

Pemakaian material/bahan bangunan yang banyak digunakan seperti kaca, beton, kayu, asphalt, baja dan jenis metal lainnya ditengarai dapat menimbulkan efek pemanasan global yang signifikan dan menyebabkan perubahan iklim di dunia. Ingat kan penggunaan kaca gelap/ kaca yang dapat memantulkan cahaya matahari yang biasanya digunakan pada gedung-gedung tinggi/bertingkat yang biasa disebut dengan kaca film ribben. Jelas-jelas itu sangat merugikan karena menghantarkan cahaya matahari kembali ke atmosfer bumi dan terjadilah penumpukan sehingga suhu bumi semakin panas. Empat aspek utama yang perlu dipertimbangkan dalam membangun *green building* yaitu:

1. Material

Material yang digunakan untuk membangun haruslah diperoleh dari alam, merupakan sumber energi terbarukan yang dikelola secara berkelanjutan, atau bahan bangunan yang didapat secara lokal untuk mengurangi biaya transportasi. Daya tahan material bangunan yang layak sebaiknya tetap teruji, namun tetap mengandung unsur bahan daur ulang, mengurangi produksi sampah, dan dapat digunakan kembali atau didaur ulang.

2. Energi

Penerapan panel surya diyakini dapat mengurangi biaya listrik bangunan. Selain itu, bangunan juga selayaknya dilengkapi jendela untuk menghemat penggunaan energi (terutama untuk lampu serta AC). Untuk siang hari, jendela sebaiknya dibuka untuk mengurangi pemakaian listrik. Jendela tentunya juga dapat meningkatkan kesehatan dan produktivitas penghuninya. *Green building* juga harus menggunakan lampu hemat energi, peralatan listrik hemat energi lain, serta teknologi energi terbarukan seperti turbin angin dan panel surya.

3. Air

Penggunaan air dapat dihemat dengan instal sistem tangkapan air hujan. Cara ini akan mendaur ulang air yang misalnya dapat digunakan untuk menyiram tanaman atau menyiram toilet. Gunakan pula peralatan hemat air, seperti pancuran air beraliran rendah, tidak menggunakan bathtub di kamar mandi, menggunakan toilet flush hemat air atau toilet kompos tanpa air, dan memasang sistem pemanas air tanpa listrik.

Pembahasan

1. Penggunaan Energi Matahari

Sinar dari matahari dapat diubah menjadi energi listrik menggunakan komponen yang disebut sel surya. Sel surya merubah sinar matahari menjadi arus listrik DC. Arus yang dihasilkan sebanding dengan intensitas sinar matahari yang diterima dan juga sebanding dengan luas permukaan dari sel surya yang terpapar sinar matahari.

Para ahli telah berhasil memanfaatkan prinsip dari sel surya dengan menciptakan panel surya yang dapat digunakan sebagai atap rumah. Dengan pesatnya kemajuan teknologi, para ilmuwan juga telah menciptakan panel surya yang mampu berputar untuk menyesuaikan posisinya mencari intensitas matahari yang tertinggi. Profesor Michael Gratzel dari Lausanne Federal Technology Institute juga telah berhasil menemukan sel surya murah yang bisa digunakan membangun jendela yang menghasilkan listrik dengan efisiensi yang tinggi.

2. Konstruksi Dan Material Rumah Ramah Lingkungan

Terdapat banyak aspek yang harus diperhatikan ketika merancang sebuah rumah. Berikut ini adalah berbagai contoh yang telah ditawarkan/dicontohkan oleh para arsitektur yang peduli akan lingkungannya. Pertama, kita bisa meniru konsep rumah panggung. Dengan adanya jarak antara tanah dengan lantai, maka area tanah dibawah lantai masih bisa berfungsi untuk penyerapan air. Hal ini bisa bermanfaat untuk mengurangi banjir. Kedua, harus diperhatikan masalah pencahayaan. Jika rumah mempunyai titik-titik masuknya cahaya yang cukup, maka akan mengurangi penggunaan lampu pada siang hari. Selanjutnya yang ketiga adalah masalah ventilasi, jika pertukaran udara di rumah cukup, maka akan mengurangi penggunaan AC maupun kipas angin, ditambah lagi jika rumah mempunyai ruang terbuka hijau maka udara yang keluar masuk rumah akan lebih bersih begitupun suhu udara akan menjadi lebih rendah. Masalah sanitasi juga harus diperhatikan, misalnya perancangan saluran pembuangan air dan penempatan tempat sampah organik maupun anorganik.

Pemilihan material untuk membangun sebuah rumah juga akan berpengaruh terhadap efek keramah-tamahan lingkungan yang sedang gencar-gencarnya dikampanyekan. Pertama, gunakan sumber daya yang bisa diperbarui. Sumber daya yang bisa diperbarui misalnya material bangunan dari kayu, bebatuan dan sebagainya yang pada umumnya adalah material alami yang banyak terdapat di lingkungan sekitar dan mudah untuk diperbarui kembali. Selanjutnya kita bisa menggunakan kembali material bangunan yang masih layak pakai, dan mengolah limbah atau material sisa bangunan untuk dapat dimanfaatkan kembali.

Berikut ini adalah contoh berbagai bahan yang bisa dipilih untuk menghasilkan sebuah rumah yang ramah lingkungan. Low E-Glass, yang bisa digunakan untuk kaca jendela yang akan menyerap panas sehingga ruangan tidak akan terlalu panas dan berarti penggunaan AC juga bisa dihemat. Rain Harversting yang memanfaatkan air hujan dengan cara menampungnya dan digunakan kembali untuk kebutuhan sehari-hari seperti menyiram tanaman sampai untuk toilet. Storage Heating adalah penyimpanan sumber panas yang nantinya akan digunakan untuk menghangatkan ruangan pada saat suhu dingin tiba, sehingga penggunaan mesin penghangat ruangan (heater) dapat dikurangi. Penggunaan bahan Photocatalytic pada permukaan dinding bagian luar yang akan mengkonversi organik yang berbahaya menjadi tidak berbahaya.

Dalam penerapan green construction tentunya banyak tantangan yang harus dilalui, yaitu Modal atau Biaya

Tak bisa dipungkiri penggunaan design hijau ini memakan biaya yang banyak. Untuk konsep Green Building tentunya tidak akan sama dengan gedung-gedung yang lainnya. Banyak faktor yang membuat Green Construction' memakan modal yang cukup besar, seperti contohnya dalam penggunaan pakar atau tenaga ahli dalam pembuatan gedung yang berkonsep Green Building tentunya mengeluarkan biaya yang tidak sedikit.

Pembuatan design yang startegis

Setiap gedung atau suatu konstruksi dipastikan memiliki design yang berbeda-beda, tentunya dalam prinsip Green Building design haruslah meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi yang berkonsepkan ramah lingkungan. Tentunya hal itu menjadi tantangan utama para ahli Green Building untuk membuat design yang cocok pada kondisi eksternal internal lingkungan sekitarnya.

Pemilihan material/bahan bangunan yang ramah lingkungan

Mayoritas rumah saat ini dibangun dengan menggunakan bingkai kayu, Gedung tradisional Bahan dan bahan pilihan bagi banyak orang. Namun membangun rumah kayu berbingkai membutuhkan rencana yang sangat hati-hati dirancang dan kru konstruksi dengan banyak pengalaman dan keterampilan. Membangun rumah dengan bingkai kayu umumnya akan menghasilkan struktur yang handal dan aman, namun juga rentan terhadap kegagalan prematur ketika rincian kecil dibiarkan atau dibuat dengan produk kayu berkualitas buruk. Saat ini pemilik rumah memiliki kesempatan untuk memilih dari alternatif Bahan Bangunan Hijau. Namun dengan isu ilegal logging yang masih banyak penggunaan kayu sebagai material mulai ditinggalakan untuk kelestarian lingkungan. Penggunaan bau alam,

batu bata, gypsum, dan aluminium serta baja ringanpun menjadi pilihan yang tepat. Karena selain ramah lingkungan tapi juga mampu menunjang ketahanan bangunan dan tentunya healthy conditional.

Pembiayaan serta perawatan green building

Tidak mudah merawat suatu gedung atau bangunan apalagi bangunan dengan konsep Green Building, yang harus mempertahankan manfaatnya untuk lingkungan sekitar.

Faktor kesehatan

Menggunakan material & produk-produk yang non-toxic akan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, dan mengurangi tingkat asma, alergi dan sick building syndrome. Material yang bebas emisi, dan tahan untuk mencegah kelembaban yang menghasilkan sporadan mikroba lainnya. Kualitas udara dalam ruangan juga harus didukung menggunakan sistem ventilasi yang efektif dan bahan-bahan pengontrol kelembaban yang memungkinkan bangunan untuk bernapas. Bahan-bahan alami atau natural sudah diketahui memang cukup rentan terhadap gangguan lingkungan itu sendiri seperti keberadaan mikroorganisme, serta kelembaban udara dan suhu diluar maupun didalam ruangan yang harus diseimbangkan untuk meminimalisasi kerusakan bangunan.

Upaya-Upaya untuk mewujudkan Green Construction:

1. Membangun kesadaran masyarakat akan pentingnya Green Construction bagi dunia pembangunan di Indonesia.
2. Membuat bangunan-bangunan yang berbahan dasar ramah lingkungan
3. Mengatur tata letak kota yang sesuai dengan konsep Green Construction yang berwawasan lingkungan.
4. Membangun sistem bangunan yang efisien dalam menggunakan energi.
5. Membangun *Green Construction* dengan menggunakan material yang dapat di perbaharui, didaur ulang, dan digunakan kembali serta mendukung konsep efisiensi energi.
6. Mengolah limbah-limbah yang bermanfaat untuk dijadikan material bahan dasar.
7. Membangun *Green Construction* yang sesuai dengan kondisi alam, dan iklim wilayah Indonesia.
8. Inovasi untuk mengembangkan green building terus dilakukan sebagai upaya untuk menghemat energi dan mengurangi masalah-masalah lingkungan.
9. Pemilihan material yang pas agar Green Building bisa bertahan lebih lama.
10. Penggunaan teknologi-teknologi yang sesuai dan ramah lingkungan agar tidak merusak ekosistem sekitar.

3. Rumah Tinggal Dan Kebutuhan Energi

Indonesia adalah sebagai negara yang seluruh wilayahnya dikawasan equator, merupakan keuntungan namun juga menjadi suatu kerugian yang sangat besar. Sebagai keuntungan, karena sebenarnya iklim tropis membuat kekayaan alam semakin berlimpah, namun menjadi kerugian karena iklim tropis menjadikan tingginya irradiance matahari, yakni rata-rata 200-250 W/m² selama setahun atau 850-1100 W/m² selama masa penyinaran. Hal ini menyebabkan suhu permukaan akan naik lebih tinggi dari daerah lain di dunia. Irradiance yang sangat besar ini bisa dimanfaatkan menjadi sebuah sumber energi yang luar biasa atau juga bisa menjadi kendala yang sangat besar sebab dengan tingginya suhu permukaan di kawasan Indonesia, akan dibutuhkan energi yang besar pula untuk menyejukan rumah. (Daryono, 2008) Pada kenyataannya kondisi iklim tropis di Indonesia sering dianggap sebagai masalah.

Tidak tercapainya kenyamanan penghawaan dalam rumah tinggal, membuat berputus asa dalam mencari penyebabnya. Dan umumnya langsung dicarikan solusi atau dikatakan sebagai jalan pintas, dengan penggunaan alat pengkondisian udara atau air conditioner (AC). Prinsip kerja AC memang menurunkan suhu udara untuk penyejukan ruang. Prinsip kerja ini yang diakui dapat menjamin kenyamanan ruang. Namun apabila diperhatikan dengan seksama sebenarnya penggunaan AC adalah pemborosan energi yang berasal dari sumber daya yang tidak terbarukan (non-renewable resources). Dan proses kerja AC akan menghasilkan zat emisi karbon CFC (klorofluorokarbon), yang akan membentuk efek rumah kaca dan merusak lapisan ozon. (Frick, 2006) Seluruh permukaan bangunan harus terlindungi dari sinar matahari secara langsung.

Dinding dapat dibayangi oleh pepohonan. Atap perlu diberi isolator panas atau penangkal panas. Langit-langit umum dipergunakan untuk mencegah panas dari atap merambat langsung ke bawahnya (Satwiko, 2005). Desain sadar energi (energy conscious design) merupakan salah satu paradigma arsitektur yang menekankan pada konservasi lingkungan global alami khususnya pelestarian energi yang bersumber dari bahan bakar tidak terbarukan (non renewable energy) dan yang mendorong pemanfaatan energi terbarukan (renewable energy). Dalam desain sadar energi mutlak diperlukan pemahaman kondisi dan potensi iklim setempat untuk mempertimbangkan keputusan-keputusan desain yang akan berdampak pada konsumsi energi baik pada tahap pembangunan maupun pada tahap operasional bangunan.

Pada skala lingkungan mikro, fenomena radiasi matahari ini mempengaruhi laju peningkatan suhu lingkungan. Kondisi demikian mempengaruhi aktivitas manusia di luar ruangan, untuk mengatasi fenomena ini ada tiga hal yang bisa dikendalikan yaitu durasi penyinaran matahari, intensitas matahari, dan sudut jatuh matahari (Satwiko, 2003).

4. Konsep Hemat Energi Atau Sadar Energi

Sebaran penggunaan energi dalam rumah tinggal lebih banyak pada aspek fungsi penghawaan atau penyegaran udara dan aspek fungsi pencahayaan, sehingga kedua hal ini penting untuk menjadi fokus dalam pembahasan konsep penghematan energi ini. Pembahasan tentang penghematan energi ditekankan pada langkah ekologis, yaitu dengan menciptakan kesinambungan antara rumah tinggal dengan lingkungannya atau adanya interaksi dengan alam.

Di samping dua hal tersebut terdapat aspek penting lainnya untuk rumah tinggal, adalah pemanfaatan air sebagai sumber daya penunjang kualitas hidup, dengan sistem reduce, reuse, recycle. Sistem Surya Pasif (passive solar system) merupakan suatu teknik pemanfaatan energi surya secara langsung dalam bangunan tanpa atau seminimal mungkin menggunakan peralatan mekanis, melalui perancangan elemen elemen arsitektur (lantai, dinding, atap, langit langit, aksesoris bangunan) untuk tujuan kenyamanan manusia (mengatur sirkulasi udara alamiah, pengaturan temperatur dan kelembaban, kontrol radiasi matahari, penggunaan insulasi termal).

Pertukaran udara alami naiknya suhu dalam rumah menyebabkan panas dan hal ini sangat terkait dengan kondisi iklim mikro skala rumah dan kawasan sekitarnya. Untuk menurunkan suhu sekaligus memberikan kenyamanan penghawaan diperlukan aliran udara yang cukup. Prinsip aliran udara adalah adanya perbedaan suhu dan tekanan antara dua atau lebih space, baik space antar ruang maupun antara ruang dalam dan ruang luar. Oleh sebab itu perlu diciptakan bidang-bidang bangunan yang dapat membuat perbedaan suhu dan tekanan udara. Beberapa aplikasi konsep penyegaran udara adalah :

Ventilasi Atap

Angin akan mengalir dari suhu rendah menuju suhu yang lebih tinggi. Ruang bawah atap merupakan bagian yang menerima radiasi terbesar, sehingga memiliki suhu yang panas. Sebaiknya ruang bawah atap dilengkapi lubang ventilasi, sehingga akan menarik udara dari dalam ruang untuk dialirkan ke luar bangunan.

Melalui lubang ventilasi yang terletak di bagian atap, maka tekanan udara panas di dalam ruang akan tertarik dan terbuang ke luar melalui atap. Untuk mendapatkan efek cerobong (stack effect), maka menara angin dibuat dengan bentuk penutup menghadap arah datang angin, dan lebih baik lagi adanya void. Efek cerobong akan optimal bila rumah tinggal/bangunan memiliki plafon tinggi atau minimal dua lantai. Semakin tinggi plafon, maka semakin baik ventilasinya (aliran angin).

Pencahayaan alami

Tujuan dari pencahayaan adalah disamping mendapatkan kuantitas cahaya yang cukup sehingga tugas visual mudah dilakukan, juga untuk mendapatkan lingkungan visual yang menyenangkan atau mempunyai kualitas cahaya yang baik. Dalam pencahayaan alami, yang sangat mempengaruhi kualitas pencahayaan adalah terjadinya penyilauan. Pencahayaan alami siang hari dapat dikatakan baik apabila : pada siang hari antara jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 waktu setempat, terdapat cukup banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Distribusi cahaya di dalam ruangan cukup merata dan atau tidak menimbulkan kontras yang mengganggu. Penyilauan adalah kondisi penglihatan dimana terdapat ketidaknyamanan atau pengurangan dalam kemampuan melihat suatu obyek, karena luminansi obyek yang terlalu besar, distribusi luminansi yang tidak merata atau terjadinya kontras yang berlebihan.

Ada dua jenis penyilauan :

1. Penyilauan yang menyebabkan ketidakmampuan melihat suatu obyek (*disability glare*),
2. Penyilauan yang menyebabkan ketidaknyamanan melihat suatu obyek tanpa perlu menimbulkan ketidakmampuan melihat (*discomfort glare*). Prinsip pencahayaan alami adalah memanfaatkan cahaya matahari semaksimal mungkin dan mengurangi panas matahari semaksimal mungkin. Pemanfaatan cahaya alami jelas akan menghemat listrik.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas maka diambil simpulan sebagai berikut:

1. Green building (juga dikenal sebagai konstruksi hijau atau bangunan yang berkelanjutan) mengacu pada struktur dan menggunakan proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya yang efisien di seluruh siklus hidup-bangunan: mulai dari penentuan tapak untuk desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi pembongkaran, dan. Hal ini membutuhkan kerjasama yang erat dari tim desain, arsitek, insinyur, dan klien di semua tahapan proyek.

2. Energi matahari sebagai alternatif energi selain BBM & MIGAS dapat diterapkan dalam membangun rumah yang hemat energi dalam bentuk panel surya untuk atap maupun dalam bentuk sel graze yang bisa digunakan sebagai jendela.
3. Pada skala lingkungan mikro, fenomena radiasi matahari ini mempengaruhi laju peningkatan suhu lingkungan. Kondisi demikian mempengaruhi aktivitas manusia di luar ruangan, untuk mengatasi fenomena ini ada tiga hal yang bisa dikendalikan yaitu durasi penyinaran matahari, intensitas matahari, dan sudut jatuh matahari
4. Pemilihan material untuk membangun sebuah rumah juga akan berpengaruh terhadap efek keramah-tamahan lingkungan yang sedang gencar-gencarnya dikampanyekan. gunakanlah sumber daya yang bisa diperbarui. Sumber daya yang bisa diperbarui misalnya [material bangunan](#) dari kayu, bebatuan dan sebagainya yang pada umumnya adalah material alami yang banyak terdapat di lingkungan sekitar dan mudah untuk diperbarui kembali. Selanjutnya bisa menggunakan kembali material bangunan yang masih layak pakai, dan mengolah limbah atau material sisa bangunan untuk dapat dimanfaatkan kembali.
5. Perancangan rumah yang hemat energi dan ramah lingkungan harus memperhatikan aspek kecukupan cahaya, ventilasi, dan sanitasi.
6. Pemilihan bahan material untuk bangunan hendaknya juga memperhatikan aspek keberlanjutan dan ramah lingkungan.

Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk dapat dilakukan selanjutnya sebagai berikut:

1. Perlunya kesadaran dari semua pihak untuk bersama-sama mengembangkan dan menerapkan penggunaan energi alternatif selain BBM & MIGAS.
2. Perlunya kesadaran dari tiap keluarga maupun pengembang/kontraktor agar memperhatikan aspek hemat energi dan ramah lingkungan ketika merancang sebuah rumah.

Ucapan terima kasih:

Kami ucapkan terima kasih kepada pihak Universitas Kristen Maranatha yang telah membiayai akomodasi pada seminar ini.

Kami ucapkan pula terima kasih atas diterimanya makalah ini kepada pihak UMS atas diberi kesempatan sebagai pembicara pada symposium Nasional pada RAPI XV 2016.

Daftar Pustaka

- Sulistiyowati.(2009).*Pengelolaan Bangunan Ramah Lingkungan*.Jakarta: Kementrian Negara Lingkungan Hidup.
http://en.wikipedia.org/wiki/Green_building
- Yefrichan. (2010) *Jenis-Jenis Panel Sel Surya*. [online].
<http://yefrichan.wordpress.com/tag/teknologi-surya/page/7/> [20 Oktober 2012].
- Hendai. (2011) *jendela yang bekerja sebagai panel surya*. [online]. Tersedia:
<http://hendai9.wordpress.com/category/uncategorized/page/3/> [20 Oktober 2012].
- Ghini, I. (2009, 19, April) Konstruksi Bangunan Rumah Ramah Lingkungan. Kompas Forum [online]. Tersedia:
<http://forum.kompas.com/green-global-warming/18518-konstruksi-bangunan-umah-ramah-lingkungan-cyprus-house.html>
- Kresna. (2011) *Bangunan Hijau (Green Building)*. [online].
 Tersedia: <http://newkidjoy.blogspot.com/2011/05/bangunan-hijau-green-building.html> [20 Oktober 2012].
- Lasera, A. (2012). “Rumah Hemat Energi dan Ramah Lingkungan”. Makalah Kompetisi Artikel Online 2012. Temanggung.
- Munir, A. (2009) “Sains Arsitektur 2”. Makalah Penelitian Pemasangan Green Panel Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Jawa Timur.