

# TEKNOLOGI TEPAT GUNA, ALTERNATIF MATERIAL KONSTRUKSI HIJAU

*Disusun Oleh :*

**M. Imran Daud Kalamang**

Wakil Ketua STITEK Bina Taruna Gorontalo  
Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo  
INDONESIA  
[ime\\_cowok02ars@yahoo.com](mailto:ime_cowok02ars@yahoo.com)

## ABSTRAK

**Bahan bangunan yang ramah lingkungan** saat ini sangat dibutuhkan untuk menjaga generasi masa depan yang menjadi tujuan mengurangi konsumsi energi, emisi maupun sampah atau limbah agar terciptanya bumi yang sehat dan nyaman.

Kemajuan teknologi akibat dari kemajuan cara berpikir manusia terus berkembang sehingga menghasilkan pemikiran yang mampu menjadikan suatu konsep yang menguntungkan bagi manusia maupun lingkungan. Aplikasi dari bangunan ramah lingkungan biasanya disebut juga dengan **konstruksi hijau** (*green construction*), yakni pada tahap perencanaan terlihat pada beberapa desain konstruksi yang memperoleh *award* sebagai desain bangunan yang hemat energi, emisi dan minimalisasi limbah.

**Teknologi tepat guna** adalah teknologi yang cocok dengan kebutuhan masyarakat sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal. Biasanya teknologi tepat guna dipakai sebagai istilah untuk teknologi yang tidak terlalu mahal, tidak perlu perawatan yang rumit, dan penggunaannya ditujukan bagi masyarakat yang kurang mampu secara ekonomi.

**Keywords** : Bahan Bangunan, Ramah Lingkungan, Konstruksi Hijau, Teknologi Tepat Guna

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pembangunan abad sekarang sangatlah pesat sehingga menuntut manusia harus lebih ketat memilih dan mengolah bahan bangunan sesuai dengan teknologi yang ada. Secara faktual, masih ada proses pembangunan yang menggunakan sistem secara tradisional.

Secara tradisional, sebagian besar proses konstruksi bangunan berlangsung di lokasi bangunan tersebut (meskipun beberapa bagian konstruksi tersebut berlangsung di tempat lain, misalnya bagian dari kayu tersebut yang berbentuk bingkai yang bercorak dan dibawa ke produksi material untuk proses berikutnya). Namun, pada proses bangunan tradisional ini melibatkan penggunaan komponen pabrik yang dihasilkan misalnya atap gulungan.

Ini mengenai penggunaan pada mekanisme pabrik tersebut, perlu dicatat bahwa sistem bangunan yang dimaksudkan disini adalah yang paling melibatkan dari

semua unsur yakni metode **konstruksi tradisional dan industri**.

Penggunaan teknologi (baik itu tradisional maupun pabrik) bukan hanya sekedar mengetahui proses penggunaannya saja, melainkan harus mengetahui prinsip penggunaan teknologi tepat guna. Menjaga lingkungan yang asri, bersih dan tentunya membawa dampak sehat untuk semua elemen masyarakat memang satu hal yang tidak mudah namun perlu dilakukan.

Bukan hanya menjaga lingkungan dan merawatnya, namun perlu adanya keselarasan antara lingkungan dan penggunaan teknologi bangunan bagi sistem bangunan yang ada. Kemajuan teknologi akibat dari kemajuan cara berpikir manusia terus berkembang sehingga menghasilkan pemikiran yang mampu menjadikan suatu konsep yang menguntungkan bagi manusia maupun lingkungan. Bahan bangunan ramah lingkungan saat ini sangat dibutuhkan untuk menjaga generasi masa depan yang menjadi tujuan mengurangi konsumsi energi, emisi

maupun sampah atau limbah agar terciptanya bumi yang nyaman.

Oleh karena itu, artikel ini akan membahas tentang penggunaan bahan bangunan yang ramah lingkungan dengan

penerapan teknologi tepat guna bagi suatu sistem bangunan.

## TUJUAN DAN MANFAAT

Artikel ini secara spesifik bertujuan untuk menjelaskan dan memberikan gambaran bahan bangunan yang ramah lingkungan dengan aplikasi berbasis teknologi tepat guna bagi bangunan khususnya sistem bangunan.

Manfaat dari artikel ini sebagai masukan atau rekomendasi kepada pemangku kebijakan, pihak perencana, pihak pelaksana serta masyarakat agar bangunan dibangun dengan menggunakan bahan / material

bangunan yang ramah lingkungan dengan konsep penerapan teknologi tepat guna.

Lingkup pembahasan yaitu membahas tentang material / bahan bangunan yang ramah lingkungan dengan aplikasi lapangan menggunakan prinsip teknologi tepat guna bagi sistem bangunan secara khusus.

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Material / Bahan Bangunan Ramah Lingkungan

Menjaga lingkungan yang asri, bersih dan tentunya membawa dampak sehat untuk semua elemen masyarakat memang satu hal yang tidak mudah namun perlu dilakukan. Begitu banyak cara dan berbagai inovasi nan kreatif yang manusia lakukan, tapi itu semua memang butuh waktu yang konsisten dan biaya yang tidak sedikit. Bukan hanya menjaga lingkungan dan merawatnya. Kemajuan teknologi akibat dari kemajuan cara berpikir manusia terus berkembang sehingga menghasilkan pemikiran yang mampu menjadikan suatu konsep yang menguntungkan bagi manusia maupun lingkungan.

Dengan semakin banyaknya populasi manusia, kebutuhan akan berbagai macam keperluanpun meningkat. Walaupun belum semua masyarakat, khususnya di Indonesia, membudayakan “Gerakan Ramah Lingkungan” untuk ikut mendukung serta memelihara bumi, namun sudah mulai banyak pihak-pihak yang berusaha untuk membuat bumi ini tetap hijau, lestari dan berkelanjutan, misalnya dengan tidak menebang pohon sembarangan, melakukan gerakan menanam 1000 pohon, membuang sampah pada tempatnya dengan memisahkan

sampah yang terurai dan tidak terurai serta melakukan daur ulang material.

Aplikasi dari bangunan ramah lingkungan biasanya disebut juga dengan konstruksi hijau (*green construction*), yakni pada tahap perencanaan terlihat pada beberapa desain konstruksi yang memperoleh *award* sebagai desain bangunan yang hemat energi, yaitu sistem bangunan yang didesain agar mengurangi pemakaian listrik untuk pencahayaan dan tata udara. Selain itu berbagai terobosan baru dalam dunia konstruksi juga memperkenalkan berbagai material struktur yang saat ini menggunakan limbah sebagai salah satu komponennya, seperti pemakaian *flyash*, *silica fume* pada beton siap pakai dan beton pra cetak. Selain itu terobosan sistem pelaksanaan konstruksi juga memperkenalkan material yang mengurangi ketergantungan dunia konstruksi pada pemakaian material kayu sebagai perancah.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terus terjadi dari tiap-tiap zaman kehidupan manusia, tidak luput juga di Indonesia. Bahan bangunan yang semula dalam bentuk asalnya tanpa diolah (seperti bambu, kayu, daun, tanah, lumpur dan lain-lain) kemudian diolah.

- Tanah dibakar atau dikeringkan dibawah sinar matahari untuk dijadikan bahan bangunan.
- Sebelum konstruksi bangunan menggunakan semen atau sejenisnya, sebagai perekat konstruksi tembok yang

lazim dilakukan adalah konstruksi tumpuk, yang kadang-kadang digunakan juga lumpur sebagai perekat, mungkin karena dapat menimbulkan pecahnya tumpukan batu bata yang dikeringkan.

- Untuk sambungan kayu sebelum dikenal adanya paku, cara yang digunakan adalah dengan pasak dan ikat.

Dari penjabaran ini tergambar belum banyak adanya pemilihan bahan yang *renewable* dan *non renewable* walaupun didukung dengan potensi lokal. Sesuai dengan Surat Keputusan Bersama Menteri Dalam Negeri, Menteri Pekerjaan Umum dan Menteri Negara Perumahan Rakyat Pasal 23 mengenai struktur komponen dan bahan bangunan harus mempunyai persyaratan : **Penggunaan bahan bangunan untuk konstruksi yang murah dapat terdiri dari bahan bangunan lokal atau lainnya yang kekuatannya memenuhi syarat teknis.**

Dalam upaya pemecahan masalah pembangunan sistem bangunan di Indonesia khususnya, baik dalam hal penggunaan bahan bangunan, yang tepat dan ekonomis perlu adanya penajakan bahan *renewable*. Bahan semen makin lama akan habis sehingga perlu dipikirkan bahan bangunan yang *renewable* misalnya bambu dan lain-lainnya.

## **B. Konstruksi Hijau (*Green Construction*) Sistem Bangunan yang Ramah Lingkungan**

Saat ini konstruksi hijau atau *Green Construction* lagi menjadi terobosan penting dan sudah banyak dalam penerapannya. Pada dasarnya, konstruksi bangunan yang baik adalah konstruksi yang menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan, dalam hal ini bangunan ramah lingkungan. Konstruksi berkelanjutan merupakan prinsip pembangunan yang terciptanya konstruksi bangunan mulai dari dari tahap pemanfaatan bahan baku, perencanaan, infrastruktur, pelaksanaan dan pemakaian produk material konstruksi bangunan yang ramah lingkungan serta pengelolaan limbah.

Sebuah hasil penelitian di Amerika Serikat oleh *Rosemary A. Colliver*, mengungkapkan bahwa dunia konstruksi di Amerika Serikat menghasilkan limbah konstruksi bangunan sebesar 31.5 juta ton setiap tahunnya, sedangkan persentase operasional bangunan menyerap hingga 40-45% tenaga listrik dunia, sungguh

persentase yang cukup besar bukan? Selain itu fakta yang lain menunjukkan konstruksi menggunakan dalam jumlah besar kayu, aspal, beton, baja, kaca, berbagai jenis metal dan banyak material lain yang diambil dari alam yang limbahnya memberikan sumbangan yang tidak sedikit pada pemanasan global dan perubahan iklim dunia dalam bentuk emisi gas kaca.

Operasional produk konstruksi ternyata juga memberikan pengaruh besar pada perubahan keseimbangan ekosistem lingkungan yang ditandai dengan berkurangnya area hijau, hilangnya daerah rambah satwa liar dan berkurangnya populasi berbagai jenis tanaman. Perubahan-perubahan merugikan tersebut masih ditambah dengan berubahnya siklus udara dan hidrologi yang dipengaruhi oleh hilangnya area resapan air dan area hijau. Sejumlah fakta tersebut menunjukkan betapa pentingnya dunia konstruksi perlu meningkatkan kepeduliannya pada wacana lingkungan hidup dengan *green construction*.

Konsep konstruksi berkelanjutan menekankan peningkatan efisiensi dalam penggunaan air, energi, dan material bangunan mulai dari desain, pembangunan, hingga pemeliharaan bangunan itu. Selain itu konstruksi berkelanjutan merupakan bagian dari pembangunan berkelanjutan yang merupakan proses pemeliharaan keseimbangan kehidupan secara ekologis, sosial, dan ekonomis. Penggunaan bahan material sangat berperan besar dalam pelaksanaan konstruksi bangunan yang ramah lingkungan. Akibat pemanasan global berbagai inovasi produk industri terus berkembang dalam dunia bahan bangunan. Penggunaan material bangunan yang tepat dapat menghasilkan bangunan berkualitas yang ramah lingkungan.

Pemakaian material / bahan bangunan yang banyak digunakan seperti kaca, beton, kayu, aspal, baja serta jenis metal lainnya ditengarai dapat menimbulkan efek pemanasan global yang signifikan dan menyebabkan perubahan iklim di dunia. Misalnya penggunaan kaca gelap / kaca yang dapat memantulkan cahaya matahari yang biasanya digunakan pada gedung-gedung tinggi / bertingkat yang biasa disebut dengan kaca ribben. Jelas-jelas itu sangat merugikan karena menghantarkan cahaya matahari kembali ke atmosfer bumi dan

terjadilah penumpukan sehingga suhu bumi semakin panas.

*Green Building* lebih dari sebuah konsep untuk hidup berkelanjutan, tetapi bisa membangun harapan untuk masa depan. Oleh karena itu, kesadaran masyarakat Indonesia harus ditingkatkan untuk mengetahui pentingnya membuat bangunan dengan konsep *Green Construction*.

Apapun yang dilakukan manusia untuk pelestarian lingkungan dan perbaikan lingkungan mau sekecil apapun memang sangat berarti seperti membuang sampah pada tempatnya, itu pun masih belum tercapai sempurna. Dengan usia yang menipis karena perubahan iklim, kekurangan energi yang semakin meningkat dan masalah kesehatan, memang masuk akal untuk membangun gedung yang tahan lama, menghemat energi, mengurangi limbah dan polusi, dan meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan. Upaya-Upaya untuk mewujudkan *Green Construction* adalah :

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

Pemilihan material bahan bangunan berpengaruh pada konsumsi energi bangunan tersebut. Pada saat didirikan,

konsumsi energi bangunan tersebut berkisar antara 5-13% sedangkan 87-95% merupakan angka konsumsi energi bangunan selama masa hidup bangunan tersebut. Sebagai contoh penggunaan material bahan untuk membangun bangunan ramah lingkungan yaitu pembangunan bangunan hijau. Yang dimaksud bangunan hijau disini adalah bangunan yang menggunakan material bahan bangunan yang lebih memperhatikan keadaan alam.

Material ramah lingkungan memiliki kriteria sebagai berikut;

- tidak beracun, sebelum maupun sesudah digunakan
- dalam proses pembuatannya tidak memproduksi zat-zat berbahaya bagi lingkungan
- dapat menghubungkan kita dengan alam, dalam arti kita makin dekat dengan alam karena kesan alami dari material tersebut (misalnya bata mengingatkan kita pada tanah, kayu pada pepohonan)
- bisa didapatkan dengan mudah dan dekat (tidak memerlukan ongkos atau proses memindahkan yang besar, karena menghemat energi BBM untuk memindahkan material tersebut ke lokasi pembangunan)
- bahan material yang dapat terurai dengan mudah secara alami

Pada tahapan penggunaan hasil konstruksi, efisiensi pemakaian energi dan kemudahan pemeliharaan menjadi fokus dari *green construction*. Sistem bangunan yang mengusung konsep efisiensi energi dan kemudahan pemeliharaan akan mempengaruhi penurunan biaya operasional yang kedepannya akan menjadi sangat mahal, akibat kelangkaan sumber daya energi yang tak terbaharui dan upah tenaga kerja yang semakin mahal.

Penggunaan baja ringan dan aluminium untuk kerangka bangunan utama dan atap mulai dilakukan sebagai pengganti material kayu. Beredarnya isu illegal logging akibat penebangan kayu hutan yang tak terkendali menempatkan bangunan berbahan kayu mulai berkurang sebagai wujud kepedulian terhadap kelestarian bumi. Baja ringan dapat dipilih berdasarkan beberapa tingkatan kualitas tergantung dari bahan bakunya. Rangka atap dan bangunan dari baja memiliki keunggulan lebih kuat, anti karat, anti keropos, anti rayap, lentur, mudah dipasang, dan lebih ringan sehingga tidak membebani konstruksi dan fondasi, serta

dapat dipasang dengan perhitungan desain

arsitektur dan kalkulasi teknik sipil.



Gambar 1. Rangka Atap Baja Ringan  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kusen jendela dan pintu juga sudah mulai menggunakan bahan aluminium sebagai generasi bahan bangunan masa datang. Hal ini dikarenakan bahan aluminium memiliki keunggulan dapat didaur ulang, bebas racun dan zat pemicu kanker, bebas perawatan dan praktis (sesuai gaya hidup modern), dengan desain insulasi khusus mengurangi transmisi panas dan bising (hemat energi, hemat biaya), lebih kuat, tahan lama, antikorosi, diganti hanya karet pengganjal saja, tersedia beragam warna, bentuk, dan ukuran dengan tekstur variasi (klasik, kayu).

Bahan dinding dipilih yang mampu menyerap panas matahari dengan baik. Batu bata alami atau fabrikasi batu bata ringan (campuran pasir, kapur, semen, dan bahan lain) memiliki karakteristik tahan api, kuat terhadap tekanan tinggi, daya serap air yang rendah, kedap suara, dan menyerap panas matahari secara signifikan.

Bahan baku yang ramah lingkungan juga sangat berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan dan keberlangsungan hidup di bumi. Beragam inovasi teknologi proses produksi terus dikembangkan agar industri bahan baku tetap mampu bersahabat dengan alam. Industri bahan bangunan sangat berperan penting untuk menghasilkan bahan bangunan yang berkualitas sekaligus ramah lingkungan. Semen, keramik, batu bata, aluminium, kaca, dan baja sebagai bahan baku utama dalam pembuatan sebuah bangunan berperan penting dalam mewujudkan konsep bangunan ramah lingkungan.

Penekanan konstruksi hijau pada tahap perencanaan adalah meliputi desain sistem dan pemakaian material yang ramah lingkungan, maka pada tahap konstruksi *green construction* menuntut sebuah proses konstruksi yang peduli pada lingkungan hidup dan memberikan nilai tambah pada lingkungan di sekitar pelaksanaan proses konstruksi tersebut.

Kepedulian proses konstruksi pada lingkungan hidup diwujudkan dalam bentuk pengendalian terhadap pengaruh negatif proses konstruksi pada kondisi lingkungan sekitarnya, seperti pengendalian terhadap kualitas udara, air dan tanah yang tercemar di sekitar proses konstruksi. Pengendalian efek negatif termasuk juga polusi suara seperti kebisingan yang terjadi selama proses konstruksi dan dampak sosial pada masyarakat sekitar lokasi konstruksi. Pengendalian efek negatif proses konstruksi ini akan secara langsung mengurangi efek rumah kaca akibat emisi gas buang dan debu yang dihasilkan, dan menjaga kualitas air dan tanah di lingkungan konstruksi.

### C. Teknologi Tepat Guna Bagi Sistem Bangunan

Secara umum teknologi dibagi dua kelompok yaitu teknologi canggih (*hi-tech*) dan teknologi tepat guna. Teknologi tepat guna adalah teknologi yang cocok dengan kebutuhan masyarakat sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal. Biasanya teknologi tepat guna dipakai sebagai istilah untuk teknologi yang tidak terlalu mahal, tidak perlu perawatan yang rumit, dan penggunaannya ditujukan bagi masyarakat



yang kurang mampu secara ekonomi. Teknologi tepat guna terkadang dianalogikan sebagai teknologi sederhana namun teknologi sederhana sebagian besar adalah teknologi tepat guna.

Teknologi tepat guna adalah teknologi yang dirancang bagi suatu masyarakat tertentu agar dapat disesuaikan dengan aspek-aspek lingkungan, keetisan, kebudayaan, sosial, politik, dan ekonomi masyarakat yang bersangkutan. Dari tujuan yang dikehendaki, teknologi tepat guna haruslah menerapkan metode yang hemat sumber daya, mudah dirawat, dan berdampak polutif minimalis dibandingkan dengan teknologi arus utama, yang pada umumnya beremisi banyak limbah dan mencemari lingkungan.

Istilah ini biasanya diterapkan untuk menjelaskan teknologi sederhana yang dianggap cocok bagi negara-negara berkembang atau kawasan perdesaan yang kurang berkembang di negara-negara industri maju. Bentuk dari "teknologi tepat guna" ini biasanya lebih bercirikan solusi "padat karya" daripada "padat modal". Kendati perangkat hemat pekerja juga digunakan, ia bukan berarti berbiaya tinggi atau mahal ongkos perawatan. Pada pelaksanaannya, teknologi tepat guna seringkali dijelaskan sebagai penggunaan teknologi paling sederhana yang dapat mencapai tujuan yang diinginkan secara efektif di suatu tempat tertentu. Di negara maju, istilah *teknologi tepat guna* memiliki arti yang berlainan, seringkali merujuk pada teknik atau rekayasa yang berpandangan istimewa terhadap ranting-ranting sosial dan lingkungan.

Konsep teknologi tepat guna mencakup tiga hal antara lain :

1. Ramah lingkungan yang dimaksud disini berarti teknologi tepat guna harus hemat energi (tidak membutuhkan energi yang berlebihan dan boros), tidak mencemari lingkungan dan tidak merusak siklus ekologis.
2. Aspek ekonomis berarti biaya atau dananya harus sesuai dengan masyarakat secara umum dengan pertimbangan bagi masyarakat yang kurang mampu dan menggunakan bahan lokal yang mudah didapat serta tidak memerlukan pembiayaan yang tinggi dalam pembuatannya.
3. Dalam segi sosial, teknologi tepat guna harus manusiawi dan menyerap tenaga kerja.

#### D. Teknologi Seismic Bearing Bagi Bangunan Tahan Gempa

Salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting terutama di Indonesia adalah penggunaan teknologi tepat guna bagi struktur sistem bangunan yang tahan gempa. Gempa bumi yang kian marak terjadi di Indonesia semakin mengindikasikan begitu pentingnya penerapan teknik bangunan yang dapat meminimalisir efek gempa tersebut. Fakta telah menyebutkan, sebagian besar korban gempa adalah akibat tertimpa bangunan. Solusi teknologi bangunan serta mengevaluasi dan memasyarakatkan aspek struktur bangunan di daerah rawan gempa.

Secara umum, struktur bangunan dapat dikelompokkan menjadi *engineered building* dan *non-engineered building*. *Engineered building* adalah bangunan yang di dalam perencanaan maupun pelaksanaannya memerlukan tenaga ahli. Contohnya adalah gedung bertingkat, lapangan terbang, jembatan, jalan layang, bendungan, dan lain-lain. *Non-engineered building* adalah bangunan yang direncanakan dan dilaksanakan tanpa bantuan tenaga ahli. Bangunan-bangunan ini pada umumnya dibuat secara spontan dan berdasarkan kebiasaan tradisional setempat / lokal dan pelaksanaannya mengikuti cara-cara masa lalu.

*Non-engineered building* dibagi menjadi dua kategori yaitu bangunan tradisional dan bangunan rumah tinggal sederhana atau bangunan komersil yang dibangun tanpa bantuan dari ahli bangunan. Pada dua kelompok tersebut, sampai saat ini masih ada yang belum memasukkan aplikasi teknologi bangunan tahan gempa.

Pada *engineered building*, perancangan didasarkan pada pertimbangan bahwa struktur bangunan harus dirancang sedemikian rupa agar pada saat terjadi gempa yang kuat, korban jiwa dan kerugian dapat diminimalkan. Pada *non-engineered building*, orientasinya lebih dititikberatkan pada kriteria penyelamatan korban jiwa. Agar memenuhi kriteria keseimbangan antara biaya dan resiko yang dapat diterima, *engineered building* maupun *non-engineered building* harus memenuhi beberapa kriteria perancangan sebagai berikut :

1. struktur bangunan harus tetap utuh dan tidak boleh mengalami kerusakan yang berarti pada saat terjadi gempa Pada kondisi ini struktur diharapkan akan merespon di dalam kondisi elastis.

2. Komponen non-struktural dari struktur bangunan diperkenankan mengalami kerusakan, tetapi komponen struktural harus tetap utuh pada saat terjadi gempa sedang.
3. Pada saat terjadi gempa kuat, komponen struktural dan non-struktural dari sistem struktur diperbolehkan mengalami kerusakan, tetapi struktur bangunan secara keseluruhan tidak boleh runtuh.

Kerusakan yang terjadi harus dapat diperbaiki dengan cepat sehingga bangunan segera dapat berfungsi kembali. Bangunan-bangunan pusat pelayanan utama yang penting bagi usaha penyelamatan setelah suatu gempa terjadi, seperti rumah sakit, bangunan penyimpanan air, dan bangunan pembangkit tenaga listrik tidak boleh mengalami kerusakan yang berat sehingga tidak dapat berfungsi.

Pada filosofi perencanaan bangunan tahan gempa, resiko kerusakan merupakan hal yang dapat diterima, tetapi keruntuhan total (*collapse*) dari struktur yang dapat mengakibatkan terjadinya korban dan kerugian besar harus dihindari. Agar didapat struktur yang kuat terhadap pengaruh gempa tetapi juga ekonomis, perlu dirancang struktur yang berperilaku inelastik pada saat terjadi gempa kuat. Ini berarti struktur harus dirancang dengan tingkat daktilitas yang tinggi sehingga pada saat terjadi gempa kuat, struktur mempunyai kemampuan untuk menghalangi deformasi yang besar tanpa mengakibatkan keruntuhan.

Untuk daerah ‘langganan setia’ gempa bumi dibutuhkan ekstra kewaspadaan dan solusi teknologi tepat guna yang mampu meminimalkan korban jiwa dan harta benda. Untuk itu betapa pentingnya penerapan teknologi tepat guna yang relatif murah dengan bahan baku lokal yang cukup melimpah. Dalam konteks tersebut, aplikasi teknologi sudah menyajikan aneka ragam solusi. Beberapa desain dan rancang bangun terhadap bangunan tahan gempa hasil inovasi para teknolog lokal sudah berhasil diselesaikan dengan baik. Sayangnya, banyak pihak kurang merespon dan memasyarakatkan hasil aplikasi teknologi tepat guna tersebut.

Salah satu solusi tersebut adalah *seismic bearing*, teknologi bangunan tahan gempa dengan metode ini mampu meredam berbagai energi dan gaya akibat gempa bumi dengan menggunakan bantalan karet alam yang dipadu dengan lempeng baja.

Penggunaan bantalan karet alam itu telah teruji mampu melindungi bangunan terhadap gempa bumi dengan memakai prinsip *base isolation*. Bantalan yang digunakan terbuat dari kombinasi lempengan karet alam dan lempengan baja. Bantalan itu dipasang di setiap kolom bagian bawah, yakni diantara pondasi dan bangunan. Mekanisme kerjanya karet alam berfungsi untuk mengurangi getaran gempa sedangkan lempengan baja digunakan untuk menambah kekakuan bantalan karet sehingga defleksi dan deformasi bangunan saat bertumpu di atas bantalan karet tidak besar.

Pengaruh gempa bumi yang sangat merusak struktur bangunan adalah *load pad* dari komponen gaya atau getaran horizontal. Getaran horizontal tersebut menimbulkan gaya reaksi yang besar, bahkan di lokasi puncak atau ujung bangunan dapat mengalami pembesaran hingga dua kalinya. Bila aliran gaya pada bangunan itu lebih besar dari kekuatan struktur maka bangunan tersebut akan rusak parah. Gaya reaksi yang diterima oleh struktur bangunan dapat dikurangi melalui penggunaan bantalan karet alam.

Prinsip dasar cara perlindungan bangunan oleh bantalan karet alam adalah mengurangi getaran gempa bumi dengan arah horizontal sehingga memungkinkan struktur bangunan bergerak bebas tanpa tertahan oleh pondasi. Melalui uji coba skala penuh bangunan bergerak bebas tanpa tertahan oleh pondasi. Melalui uji coba skala penuh bangunan maka bantalan karet alam terbukti dapat meredam daya reaksi hingga 70%. Ini karena karet alam memiliki sifat fleksibilitas dan penyerap energi.

#### E. Teknologi EPS : Bahan Bangunan Ramah Lingkungan

Expanded Polystyrene System (juga dikenal sebagai EPS), pada kenyataannya adalah produk yang ramah lingkungan :

1. **Safe** : tidak melepaskan zat-zat beracun dan berbahaya serta benar-benar tanpa efek samping. Tanpa bahan chlorofluorocarbons (CFC) atau hydrochlorocarbons (HCFC). Selanjutnya, karena tidak mengandung bahan organik, menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan jamur. Memiliki karakteristik mekanik dan termal untuk bangunan. Tidak mengalami kerusakan permanen jika terkena uap atau kelembaban.

2. **Recycleable:** tidak ada bahan limbah yang dihasilkan selama produksi dan proses produksi untuk MPANEL bertujuan untuk mengoptimalkan potongan, dan meminimalisir limbah. Setiap sisa EPS sisa daur ulang secara langsung di Pabrik Produksi.
3. **Non-Toxic:** Tidak menciptakan efek alergi dan tidak merusak kesehatan untuk mereka yang memproduksi atau mengerjakannya.
4. **Self-Extinguishing:** EPS yang digunakan sebagai bahan MPANEL dapat meredam kebakaran, material tidak menghasilkan api, juga tidak merambatkan kebakaran.

Lapisan EPS pada *b-panel* sama sekali tidak memberi kekuatan yang berarti setelah *b-panel* terpasang. Lapisan EPS ini pada saat

pemasangan semata berfungsi sebagai *formwork* atau bekisting (“cetakan”) untuk membentuk dua lapis beton betulang yang berprofil lekukan, dimana tepat pada setiap tengah profil lekukan, terdapat kawat baja mutu tinggi (U-50) yang secara efektif menjadikan dinding *b-panel* sebagai elemen struktural yang kokoh. Berbeda dengan bekisting pada lazimnya, lapisan EPS ini adalah bekisting permanen, terkubur selamanya dalam lapisan beton dan tidak usah dibongkar lagi setelah pemasangan panel. Setelah panel terpasang, “bekisting” EPS ini berubah fungsinya, menjadi insulasi panas dan suara yang unggul. EPS dengan mutu khusus bahan bangunan (*Construction-Grade*) yang tahan perambatan api (*Fire Retardant*) dan juga dengan densitas yang memadai.



Gambar 2. EPS

Sumber : Dokumentasi Pribadi

EPS, atau yang lebih dikenal sebagai “Styrofoam” (walaupun ini salah kaprah / *misnomer*, karena Styrofoam adalah merk dagang Dow Chemical Co. untuk jenis material *Extruded Polystyrene* (XPS), sedangkan EPS adalah jenis *Expanded Polystyrene*) adalah limbah lingkungan yang sangat buruk, apabila digunakan untuk aplikasi sekali pakai buang (*one-time use*) seperti cangkir kopi, dekorasi kawinan, dan packaging. Ini dikarenakan karakteristik EPS yang sangat lama diuraikan oleh alam (*non-biodegradable*), sehingga sampah “Styrofoam” banyak terlihat mengambang di sungai dan laut, dan benda-benda ini akan terus mengambang sampai ratusan tahun ke depan.

EPS menggunakan *connector wire* untuk menghubungkan kedua lempeng *wiremesh* di sisi luar panel, guna menjaga kekakuan

(*stiffness*) dari panel ketika pemasangan. Dengan proses *plastering shotcrete* secara bersamaan, seluruh permukaan EPS panel tertutup penuh dengan *reinforced concrete*, tanpa *joint* atau *gap* yang berpotensi menimbulkan kebocoran termal dan akustik.

Pada faktanya, EPS mudah didaur ulang (Di Jepang, 90% dari EPS terdaur ulang, didukung oleh sistem *closed loop* mereka yang sudah sangat sistematis. Contoh: mendaur ulang 100% dari panel EPS), tidak beracun, tidak menggunakan gas rumah kaca dalam pembuatannya. EPS untuk insulasi bangunan pada *b-panel* adalah *tepat guna*, dimana karakteristik durabilitas tinggi EPS adalah seirama dengan penggunaannya. Bangunan akan terus digunakan jangka panjang, bahkan mencapai lintas-generasi. Yang terpenting adalah selama penggunaan bangunan *b-panel*, konsumsi listrik A/C



akan selalu lebih rendah secara sangat signifikan (dari hasil estimasi lebih dari 30%), sedangkan A/C adalah sumber konsumsi terbesar listrik sebuah hunian (hampir mencapai 40% dari total pemakaian).

Di Indonesia, khususnya pada jaringan listrik Jawa-Bali, lebih dari 70% pembangkitan listrik dari bahan bakar fosil, dengan mayoritasnya batu-bara, bahan bakar fosil yang paling bermasalah untuk

perubahan iklim. Jadi dengan mengurangi beban A/C secara signifikan, emisi karbon dioksida akan berkurang dengan signifikan pula. Dengan portfolio proyek b-panel selama ini (lebih dari 50 proyek), pengurangan emisi karbon hampir mencapai 10 kiloton per tahunnya. Efek ini permanen dan kumulatif dengan terus bertambahnya proyek-proyek yang menggunakan b-panel.

## KESIMPULAN

Penggunaan teknologi (baik itu tradisional maupun pabrik) bukan hanya sekedar mengetahui proses penggunaannya saja, melainkan harus mengetahui prinsip penggunaan teknologi tepat guna. Menjaga lingkungan yang asri, bersih dan tentunya membawa dampak sehat untuk semua elemen masyarakat memang satu hal yang tidak mudah namun perlu dilakukan. Bahan bangunan ramah lingkungan saat ini sangat dibutuhkan untuk menjaga generasi masa

depan yang menjadi tujuan mengurangi konsumsi energi, emisi maupun sampah atau limbah agar terciptanya bumi yang nyaman.

Aplikasi dari bangunan ramah lingkungan biasanya disebut juga dengan konstruksi hijau (*green construction*), yakni pada tahap perencanaan terlihat pada beberapa desain konstruksi yang memperoleh *award* sebagai desain bangunan yang hemat energi, yaitu sistem bangunan yang didesain agar mengurangi pemakaian listrik untuk pencahayaan dan tata udara.

## SARAN

Sosialisasi pemilihan bahan / material bangunan sangat penting kepada seluruh lapisan masyarakat, perencana, pelaksana maupun pihak pemerintah setempat serta harus berpatokan pada aturan dan standar yang telah ada. Selain itu, teknologi tepat guna dan penggunaannya perlu disosialisasikan lebih giat lagi kepada seluruh lapisan masyarakat agar pemahaman masyarakat terhadap teknologi tepat guna tidak terlalu kaku dan kabur.

Pemilihan bahan bangunan yang ramah lingkungan sebaiknya dibarengi dengan pemanfaatan teknologi bangunan yang efektif dan efisien serta memenuhi kebutuhan masyarakat. Selain itu, pemilihan bahan / material yang tepat harus disesuaikan dengan kearifan lokal yang ada di lokasi pembangunan tersebut. Hal itu dikarenakan agar karakter bahan / material bangunan dapat terintegrasi dengan alam / lingkungan sekitar dan dirancang menggunakan pencahayaan alami serta efisien energi untuk keberlanjutan lingkungan, karena hakikat keberadaan manusia adalah keseimbangan baik antara manusia dengan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah. 2012. Analisis Rancangan Norman Foster Pada Bentuk Bangunan *Chek Lapkok Airport* (Hongkong) Dalam Konteks Arsitektur *High-Tech*. Jurnal Arsitektur Universitas Bandar Lampung JA! UBL, Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung, Volume 02 Nomor 02 Juni 2012. ISSN : 2087-2709. Hal. 28 – 55.
- Frick, Heinz. 2007. *Dasar-dasar Arsitektur Ekologis. Konsep Pembangunan Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan*. Kanisius. Bandung.
- Green Building Council Indonesia. 2012. *Panduan Rating Green Ship*. Jakarta.
- Inforum. 2011. *Media Komunikasi Komunitas Perumahan*. Kementerian Negara perumahan Rakyat.

Misbakhul, Ahmad. 2011. Tugas Makalah Sains Arsitektur 2. Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Sangkertadi. 2006. *Fisika Bangunan Untuk Mahasiswa Teknik, Arsitektur dan praktisi*. Pustaka Wirausaha Muda. Bogor.

Satwiko, Prasasto. 2005. *Arsitektur Sadar Energi*. ANDI. Yogyakarta.

Wildensyah, Iden. 2012. *Sisi Lain Arsitektur, Sipil dan Lingkungan*. Alfabeta, Bandung.

Literatur yang diakses pada internet :

<http://www.anneahira.com/teknologi-tepat-guna.html>, diakses pada tanggal 21 Februari 2013

<http://mpanelindonesia.com/bahan-bangunan-ramah-lingkungan.html>, diakses pada tanggal 21 Februari 2013