

# Penerapan Aspek *Green Material* pada Kriteria Bangunan Ramah Lingkungan di Indonesia

Dewi Rachmaniatus Syahriyah

Magister Arsitektur, Sekolah Arsitektur Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan, Institut Teknologi Bandung.

## Abstrak

Perkembangan bangunan merupakan salah satu sektor penyumbang terbesar terjadinya pemanasan global. Hal ini terlihat pada penggunaan material bangunan yang berasal dari sumber daya alam yang tak terbarukan, serta penggunaan Bahan Perusak Ozon (BPO). Untuk itu, diperlukan aturan yang jelas mengenai penggunaan material pada bangunan yang mengarahkan pada keberlanjutan lingkungan dan disesuaikan dengan tahapan pengadaan bangunan. Aturan ini kemudian dapat mengarah pada kriteria bangunan hijau/*green bulding*. Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis hubungan penerapan aspek material ramah lingkungan (*green material*) pada kriteria *green building* dengan siklus pengadaan material bangunan (*building material life cycle*). Metode analisis dilakukan dengan membandingkan kriteria *green material* yang berasal dari peran kebijakan pemerintah serta peran *Green Building Council Indonesia* (GBCI) yang didasarkan pada siklus pengadaan material bangunan. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa sebagai salah satu aspek penting dalam pembangunan ramah lingkungan, pemilihan material pada kriteria *green material* dari kedua peran sebaiknya diterapkan secara berkesinambungan guna mewujudkan keberlanjutan lingkungan dari material tersebut.

**Kata-kunci** : bangunan hijau, *green material*, siklus pengadaan material bangunan

## Pengantar

Isu *global warming* merupakan isu yang sedang marak diperbincangkan oleh masyarakat dunia. Hal ini berkaitan dengan data dari Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, yaitu meningkatnya emisi gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>), *chlorofluorocarbon* (CFC) dan metana di atmosfer yang berdampak pada rusaknya lapisan ozon atau biasa disebut bahan perusak ozon (BPO). Semakin meningkatnya penggunaan BPO, maka akan semakin tinggi pula upaya yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya pemanasan global. Sistem eksploitasi sumber daya alam juga mengambil peran dalam meningkatnya pemanasan global. Salah satu cara untuk mengurangi dampak *global warming* adalah dengan melakukan konservasi energi, termasuk dalam sektor bangunan.

Menurut Berge (2009), sektor industri bangunan merupakan sektor konsumsi sumber daya alam

dunia kedua terbesar setelah sektor industri makanan. Oleh karena itu pelaku industri bangunan mengambil peran sangat penting untuk dapat mengurangi dampak lingkungan yang menyebabkan pemanasan global.

*Green Building* merupakan salah satu konsep yang muncul dalam mendukung pembangunan rendah karbon yakni melalui kebijakan dan program peningkatan efisiensi energi, air dan material bangunan serta peningkatan penggunaan teknologi rendah karbon. Penerapan *Green Building* bukan saja memberikan manfaat secara ekologis, tetapi juga bernilai ekonomis, dengan cara menurunkan biaya operasional dan perawatan gedung. Bangunan ramah lingkungan (*Green Building*) menurut peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan, adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelo-

laannya dan aspek penting penanganan dampak perubahan iklim.

*Green building* merupakan solusi konsep *pro-property* untuk mengambil peran dalam mengurangi dampak *global warming*. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 8 tahun 2010, bangunan ramah lingkungan (*green building*) adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolaannya dalam aspek penting penanganan dampak perubahan iklim. Prinsip lingkungan yang dimaksud adalah mementingkan unsur pelestarian fungsi lingkungan. Salah satu aspek yang dilihat adalah penggunaan material, sehingga material memegang peranan penting terkait dengan tujuan hemat energi dan ramah lingkungan. Pemilihan material bangunan yang tepat yaitu dengan menggunakan *green material* atau material ramah lingkungan dapat menghasilkan bangunan yang berkualitas sekaligus ramah lingkungan, khususnya pemanfaatan material ekologis atau material yang ramah lingkungan.

*Green Material* memiliki arti yang lebih luas dari sekedar material ramah lingkungan. Pengertian material ramah lingkungan sendiri pada umumnya menyangkut dari sisi produk material itu sendiri. Material ramah lingkungan adalah material yang pada saat digunakan dan dibuang, tidak memiliki potensi merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan. Sedangkan, *Green Material* memiliki pengertian lebih besar selain hanya dari sisi produk materialnya saja yang ramah lingkungan. Tetapi, juga meninjau keberlanjutan dari sumber material, proses produksi, proses distribusi, dan proses pemasangan. Serta dapat mendukung penghematan energi (energi listrik dan air), meningkatkan kesehatan dan kenyamanan, dan efisiensi manajemen perawatan bangunannya.

Peneliti senior United State *Green Building Council* (USGBC), Martin Mulvihill menyatakan bahwa bahan kimia yang digunakan dari sumber bahan baku ke bangunan, dan melalui dekomisioning, haruslah aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Selain itu, material

harus berasal dari bahan yang dapat digunakan kembali atau terbarukan, dibuat secara aman dan efisien tanpa menciptakan polusi atau limbah yang berbahaya. Pendapat Mulvihill yang terakhir ini biasanya kita kenal dengan istilah *green material*. Sedangkan menurut Wulfram I. Ervianto (2013), material ekologis atau ramah lingkungan yaitu material yang bersumber dari alam dan tidak mengandung zat-zat yang mengganggu kesehatan, misalnya batu alam, kayu, bambu, tanah liat. Selain itu, menurut Frick & Suskiyatno (2007) bahan bangunan dapat diklasifikasikan berdasarkan aspek penggolongan ramah lingkungannya, seperti bahan bangunan yang dapat dibudidayakan kembali (*regenerative*), bahan bangunan alam yang dapat digunakan kembali (*recycling*), bahan bangunan alam yang mengalami perubahan transformasi sederhana, bahan bangunan alam yang mengalami beberapa tingkat perubahan transformasi, serta bahan bangunan komposit.

Kebutuhan akan pembangunan properti yang semakin meningkat mendorong pihak industri material bangunan untuk menghasilkan inovasi produk material bangunan yang ramah lingkungan sehingga dapat bersaing di pasar industri. Pemilihan dalam produk material menjadi aspek yang sangat penting dalam mewujudkan konsep *Green Building*. Menurut Siagian (2005) terdapat beberapa faktor dan strategi yang harus dipertimbangkan dalam memilih material bangunan :

- a. Bangunan yang dirancang dapat dipakai kembali dan memperhatikan sampah/buangan bangunan pada saat pemakaian.
- b. Bahan bangunan tersebut dapat dipakai kembali (didaur ulang)
- c. Keaslian material
- d. Energi yang diwujudkan (*embodied energy*)
- e. Produksi material
- f. Dampak dari material
- g. Material yang mengandung racun
- h. Efisiensi ventilasi
- i. Teknik konstruksi yang digunakan
- j. Memprioritaskan material alami
- k. Mempertimbangkan durabilitas dan umur dari produk

Penerapan *green material* dalam pemenuhan *green building* harus tetap didasarkan pada tahapan bangunan, baik dari perencanaan, konstruksi, hingga penghunian. Untuk itu, perlu diketahui apakah aturan mengenai *green material* dapat diterapkan pada keseluruhan siklus hidup bangunan, khususnya di Indonesia. Berdasarkan pembahasan ini, maka tulisan ini bertujuan untuk menganalisis hubungan penerapan aspek material ramah lingkungan (*green material*) pada kriteria *green building* dengan siklus pengadaan material bangunan (*building material life cycle*).

## Metode

Metode analisis dilakukan dengan membandingkan kriteria *green material* yang berasal dari peran kebijakan pemerintah serta peran *Green Building Council Indonesia* (GBCI) yang didasarkan pada siklus pengadaan material bangunan. Kriteria *green material* didapatkan dari kebiakan pemerintah yang tertuang dalam peraturan serta kriteria GBCI yang tertuang dalam *GREENSHIP*. Analisis dilakukan dengan mengkategorikan masing-masing kriteria ke dalam siklus pengadaan material bangunan (*building material life cycle*), sehingga didapatkan peran kriteria *green material* pada masing-masing tahapan pengadaan.

## Analisis dan Interpretasi

Pembahasan dalam penulisan ini adalah analisis penerapan aspek *Green Material* dalam kriteria bangunan ramah lingkungan di Indonesia, yaitu dilihat dari peran kebijakan pemerintah berupa peraturan yang berlaku dan peran lembaga penilaian bangunan ramah lingkungan dari *Green Building Council Indonesia* (GBCI) berupa *GREENSHIP*. Kemudian kriteria ini akan dibandingkan dengan siklus pengadaan material bangunan (*building material life cycle*).

### *Building Material Life Cycle*

Kriteria *Green Material* dapat dikelompokkan berdasarkan tiga tahap pembangunan (Kim, 1998), yaitu *manufacturing process* (pengadaan bangunan), *building operation*, dan *waste management*. Pengelompokan ini juga dapat digu-

nakan sebagai tolak ukur kualitas material dalam penggunaan pada bangunan sebagai *Green Material*. Dari tahap pre-building yaitu *manufacturing (extraction, processing, packing dan shipping)* aspek *Green Material* yang dapat dilihat antara lain adalah *waste reduction, pollution prevention, recycled, embodied energy reduction* dan *natural material*.

Pada tahap penggunaan yaitu *building operation (construction, installation, operation, dan maintenance)* aspek *Green Material* yang dapat dilihat adalah *energy efficiency, water treatment conservation, nontoxic, renewable energy source, dan longer life*. Sedangkan pada tahap *post-building* yaitu *disposal/waste management (recycling dan reuse)* aspek *Green Material* yang dapat dilihat adalah *biodegradable, recycleable, reusable* dan lainnya.

Kriteria *Green Material*: Kebijakan Pemerintah

Terkait dengan pembangunan ramah lingkungan atau juga bisa disebut bangunan hijau / *Green Building*, terdapat dua kebijakan pemerintah yang memuat kriteria dari sebuah bangunan agar dapat disebut bangunan ramah lingkungan/*green building* yaitu dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Rancangan Peraturan Menteri (Rapermen) Pekerjaan Umum.

Dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan. Bab II pasal 4, bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan apabila memenuhi kriteria antara lain :

- a. Menggunakan material bangunan yang ramah lingkungan
- b. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk konservasi sumber daya air dalam bangunan gedung
- c. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana konservasi dan diversifikasi energi
- d. Menggunakan bahan yang bukan perusak ozon dalam bangunan gedung
- e. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengelolaan air limbah domestik pada bangunan gedung
- f. Terdapat fasilitas pemilah sampah

- g. Memperhatikan aspek kesehatan bagi penghuni bangunan
- h. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengelolaan tapak berkelanjutan
- i. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk mengantisipasi bencana

Dari Peraturan Menteri ini dapat dilihat bahwa aspek material memiliki peran yang utama dalam menentukan kriteria sebuah bangunan ramah lingkungan. Sub kriteria dari penggunaan material adalah penggunaan material bangunan yang bersifat *eco-label* dan merupakan material bangunan lokal.

Dalam Rancangan Peraturan Menteri (Rapermen) Pekerjaan Umum Tentang Pedoman Teknis Bangunan Hijau [9], kriteria bangunan hijau dibedakan menjadi dua, yaitu: Pertama, kriteria pembangunan yang mencakup aspek perencanaan dan pelaksanaan. Kedua, kriteria pemanfaatan yang mencakup aspek pemeliharaan, aspek perawatan, dan aspek pemeriksaan berkala. Kriteria spesifik dari tahap pelaksanaan adalah:

- a. Manajemen efisiensi energi
- b. Manajemen efisiensi air
- c. Manajemen penggunaan material
- d. Manajemen pelaksanaan konstruksi.

Pada aspek penggunaan material, dapat dibagi lagi menjadi beberapa kriteria material dalam bangunan ramah lingkungan, yaitu:

- Menggunakan material secara efisien dan cermat untuk mengurangi sisa bahan tak terpakai (*zero waste, zero defect*, dan sistem pracetak)
- Menggunakan material yang bahan baku dan proses produksinya ramah lingkungan.
- Menyiapkan area pemilahan dan menyelenggarakan manajemen sampah untuk tempat material sisa pelaksanaan proyek sebelum digunakan kembali dan/atau didaur ulang.
- Mengutamakan penggunaan material lokal hasil olahan yang mudah diperoleh di sekitar kawasan proyek.
- Menggunakan pemasok bahan konstruksi yang bersedia membawa/mengambil kem-

bali kemasan pembungkus, pallets, dan material yang tidak terpakai atau material sisa yang ditimbulkan oleh produk yang disediakan.

- Melakukan penjadwalan pengadaan material secara akurat untuk mengurangi penyimpanan.
- Mendorong penggunaan kembali material untuk kantor proyek, bedeng pekerja konstruksi, dan gudang.
- Mendorong penggunaan kembali alat bantu konstruksi seperti cetakan beton, perancah, dan alat bantu lainnya

Dari kedua kebijakan pemerintah yang berlaku, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa kriteria penting dalam mewujudkan pembangunan yang ramah lingkungan, salah satunya adalah dengan memperhatikan aspek material bangunan yang menjadi dasar awal dalam suatu pembangunan.

Kriteria *Green Material*: GBCI

GBCI merupakan lembaga yang menyelenggarakan kegiatan sertifikasi bangunan hijau di Indonesia. Sistem sertifikasi ini merupakan penilaian rating suatu bangunan dalam upayanya menerapkan bangunan ramah lingkungan. Sistem rating ini disebut dengan *GREENSHIP*. Penilaian *GREENSHIP* terbagi menjadi enam kategori [10], yaitu:

- a. Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development*/ASD)
- b. Efisiensi Energi & Refrigeran (*Energy Efficiency & Refrigerant*/EER)
- c. Konservasi Air (*Water Conservation*/WAC)
- d. Sumber & Siklus Material (*Material Resources & Cycle*/MRC)
- e. Kualitas Udara & Kenyamanan Udara (*Indoor Air Health & Comfort*/IHC)
- f. Manajemen Lingkungan Bangunan (*Building & Environment Management*)

Masing-masing aspek terdiri atas beberapa rating yang mengandung kredit yang masing-masing memiliki muatan nilai tertentu dan akan diolah untuk menentukan penilaian. Poin Nilai memuat standar-standar baku dan rekomendasi untuk pencapaian standar tersebut. Salah satu aspek penilaian dari *GREENSHIP* adalah *Material*

*Resource and Cycle* (MRC), yaitu menempati sebanyak 14 poin atau 14% dari nilai maksimum. Kategori ini dibagi lagi menjadi 1 (satu) kriteria prasarat dan 6 (enam) kriteria penilaian, yaitu:

MRC.P. Refrigeran Fundamental (*Fundamental Refrigerant*)

Mencegah pemakaian bahan dengan potensi merusak ozon yang tinggi, yaitu Tidak menggunakan *chloro fluoro-carbon* (CFC) sebagai refrigeran dan halon sebagai bahan pemadam kebakaran

MRC.1. Penggunaan Gedung dan Material Bekas (*Building and Material Reuse*)

Menggunakan material bekas bangunan lama dan/atau dari tempat lain untuk mengurangi penggunaan bahan mentah yang baru, sehingga dapat mengurangi limbah pada pembuangan akhir serta memper-panjang usia pemakaian suatu bahan material.

MRC.2. Material Ramah Lingkungan (*Environmentally Friendly Material*)

Mengurangi jejak ekologi dari proses ekstraksi bahan mentah dan proses produksi material. Yaitu dengan menggunakan material yang memiliki sertifikat sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya, menggunakan material yang merupakan hasil proses daur ulang, atau menggunakan material yang bahan baku utamanya berasal dari sumber daya terbarukan.

MRC.3. Penggunaan Refrigeran tanpa ODP (*Non ODS Usage*)

Menggunakan bahan yang tidak memiliki potensi merusak ozon. Yaitu dengan tidak menggunakan bahan perusak ozon (BPO) pada seluruh sistem pendingin bangunan.

MRC.4. Kayu Bersertifikat (*Certified Wood*)

Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya untuk melindungi kelestarian hutan. Yaitu dengan menggunakan

bahan material kayu yang ber sertifikat legal sesuai dengan Peraturan Pemerintah tentang asal kayu, atau bersertifikasi dari pihak Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI) atau Forest Stewardship Council (FSC)

MRC.5. Material Prafabrikasi (*Prefab Material*)

Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material dan mengurangi sampah konstruksi. Yaitu dengan menggunakan material modular atau prafabrikasi

MRC.6. Material Regional (*Regional Material*)

Mengurangi jejak karbon dari moda transportasi untuk distribusi dan mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri. Yaitu dengan menggunakan material yang lokasi asal bahan baku utama dan pabrikasinya berada dalam radius 1.000 km dari lokasi proyek atau masih berada dalam wilayah Republik Indonesia.

Dari seluruh aspek penilaian GREENSHIP mengenai penggunaan material pada bangunan *Green*, dapat dilihat bahwa kriteria material sebagai *Green Building Material* memiliki perannya dan kontribusinya masing-masing dalam mewujudkan konsep *Green Building*.

## Kesimpulan

Dari paparan di atas, dapat dilihat bahwa dalam mewujudkan bangunan ramah lingkungan perlu memperhatikan beberapa aspek penting baik dalam tahap perencanaan, pembangunan, penggunaan hingga tahap renovasi. Pemilihan material yang akan digunakan dalam sebuah pembangunan menjadi salah satu aspek penting dalam mewujudkan pembangunan ramah lingkungan. Hal ini dapat dilihat dari peran material yang terwujud dalam tiga tahap pembangunan yaitu *pre-building*, *building operation*, hingga *post-building*. Hal terpenting dalam menentukan sebuah bangunan mengambil peran dalam mewujudkan konsep ramah lingkungan/*green building* adalah mencocokkan kriteria dari bangunan ramah lingkungan/*green building* itu sendiri. Dalam paparan ini telah disebutkan bahwa

terdapat dua peran yang mewujudkan kriteria *Green Building*, yaitu dari peran kebijakan pemerintah dan peran lembaga penilaian *Green Building*.

**Tabel 1.** Perbandingan Penerapan Kriteria Penggunaan Material terhadap *Building Material Life Cycle*

Kriteria	<i>Building Material Life Cycle</i>		
	<i>Pre-Building</i>	<i>Building Operation</i>	<i>Post-Building</i>
<p><u>Peran Kebijakan Pemerintah</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ material bangunan yang bersifat eco-label</li> <li>▪ material bangunan lokal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menggunakan bahan yang bukan perusak ozon dalam bangunan gedung</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rancangan Peraturan Menteri (Rapermen) Pekerjaan Umum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menggunakan material secara efisien dan cermat untuk mengurangi sisa bahan tak terpakai</li> <li>▪ Menggunakan material yang bahan baku dan proses produksinya ramah lingkungan</li> <li>▪ Mengutamakan penggunaan material lokal hasil olahan yang mudah diperoleh di sekitar kawasan proyek</li> <li>▪ Melakukan penjadwalan pengadaan material secara akurat untuk mengurangi penyimpanan</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyiapkan area pemilahan dan menyelenggara kan manajemen sampah untuk tempat material sisa pelaksanaan proyek sebelum digunakan kembali dan/atau didaur ulang.</li> <li>▪ Menggunakan pemasok bahan konstruksi yang bersedia membawa/mengambil kembali kemasan pembungkus, pallets, dan material yang tidak terpakai atau material sisa yang ditimbulkan oleh produk yang disediakan nya.</li> <li>▪ Mendorong penggunaan kembali material untuk kantor proyek,beden g pekerja konstruksi, dan gudang</li> <li>▪ Mendorong penggunaan kembali alat bantu konstruksi seperti cetakan</li> </ul>

beton, perancah,  
dan alat bantu  
lainnya.

<u>Peran Lembaga Penilaian</u> – GREENSHIP	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Penggunaan Gedung dan Material Bekas (<i>Building and Material Reuse</i>)</li> <li>▪ Material Ramah Lingkungan (<i>Environmentally Friendly Material</i>)</li> <li>▪ Kayu Bersertifikat (<i>Certified Wood</i>)</li> <li>▪ Material Prafabrikasi (<i>Prefab Material</i>)</li> <li>▪ Material Regional (<i>Regional Material</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Refrigeran Fundamental (<i>Fundamental Refrigerant</i>)</li> <li>▪ Penggunaan Refrigeran tanpa ODP (<i>Non ODS Usage</i>)</li> </ul>
---	---	---

Pada tabel 1, dapat dilihat bahwa penerapan aspek material dari masing-masing kriteria dapat mewakili dari ketiga tahapan *Building Material Life Cycle*. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga kriteria tersebut sebaiknya digunakan secara berkesinambungan sehingga dapat mewujudkan pembangunan dengan konsep *Green Building* secara nyata.

Adanya peran pemerintah dalam menerapkan kriteria bangunan ramah lingkungan menunjukkan bahwa di Indonesia kesadaran akan pentingnya penggunaan Green Material sudah terwujud. Hal ini juga diperkuat dengan telah diwujudkannya sistem penilaian bangunan oleh GBCI yang berguna untuk mengevaluasi kinerja dari bangunan ramah lingkungan / Green Building yang telah terwujud.

Hanya saja masih perlu dilakukan penelitian lebih mendalam guna mengembangka dan memfokuskan lebih terperinci mengenai penggunaan Green Material dalam konsep bangunan ramah lingkungan / Green Building.

## Daftar Pustaka

- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2011). *Pengertian Lapisan Ozon, Bahan Perusak Ozon & Dampaknya Bagi Kesehatan*. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- Berge, Bjorn. (2009). *The Ecology of Building Materials* (second edition), London: Architectural Press.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2010 Tentang Kriteria Dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan
- Envisioning a Perfect Building Material, (2013). (<http://insight.gbig.org/envisioning-a-perfect-building-material/>). diakses pada
- Ervianto, Wulfram I. (2013). *Kajian Kerangka Legislatif Penerapan Green Construction Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Indonesia*. Institut Teknologi Bandung
- Frick, H. & Suskiyatno, FX. B. (2007). *Dasar-dasar Arsitektur Ekologis*. Yogyakarta: Kanisius & Bandung: ITB.
- Siagian, Indira Shita. (2005). Bahan Bangunan yang Ramah Lingkungan (Salah Satu Aspek Penting Dalam Konsep Sustainable Development). Universitas Sumatera Utara. ([https://www.academia.edu/8142030/Bahan\\_Bangunan\\_yang\\_Ramah\\_Lingkungan\\_Salah\\_Satu\\_Aspek\\_Penting\\_Dalam\\_Konsep\\_Sustainable\\_Development](https://www.academia.edu/8142030/Bahan_Bangunan_yang_Ramah_Lingkungan_Salah_Satu_Aspek_Penting_Dalam_Konsep_Sustainable_Development)). Diakses pada
- Kim, Jong-Jin. (1998). *Sustainable Architecture Module: Qualities, Use, and Examples of Sustainable*

Penerapan Aspek *Green Material* pada Kriteria Bangunan Ramah Lingkungan di Indonesia

*Building Materials*. National Pollution Prevention  
Center for Higher Education

Rancangan Peraturan Menteri (Rapermen) Pekerjaan  
Umum Tentang Pedoman Teknis Bangunan Hijau.  
Green Building Council Indonesia. (2014). GREENSHIP  
untuk Bangunan Baru Versi 1.2. Ringkasan Kriteria  
dan Tolak Ukur