



Efektifitas Penerapan *Sustainable Design* Pada Aspek Material Bangunan

The Effectiveness of Implementing Sustainable Design in the Aspects of Building Materials

Fitri Muliani^{a,*}, Aris Munandar^a^a Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia

Article Info

Keywords:

Sustainable design
material aspect
building material life cycle
qualitative descriptive

ABSTRACT

The development of the construction industry is one of the biggest contributors to global warming which results in the existence of water resources both in terms of quality and quantity. The indicator of a relationship between sustainable design and green building, which are two terms that are familiar and developing in the construction world in Indonesia recently. Generally, development projects are estimated to use 50% of natural resources, 48% of energy and 16% of water. For this reason, clear rules are needed regarding the use of materials in buildings that lead to sustainable design and can be adjusted at the building construction stage. The government has issued a regulation regarding sustainable design called the Green Building Council Indonesia (GBCI) which is based on the building material procurement cycle. This study describe an effectiveness of the application of the concept of sustainable design on building materials. Descriptive qualitative research which analyzes previous research on sustainable design on aspects of building materials. Study of data obtained from reliable and traceable sources on the Google Scholar Index, in order to identify relevant academic literature. In addition, this study analyzes various perceptions regarding sustainable design from previous researchers. The result showed, it was found that material selection is a priority aspect in realizing a sustainable design.

Info artikel

Kata Kunci:

Sustainable design
aspek material
building material life cycle
deskriptif kualitatif

ABSTRAK

Perkembangan industri konstruksi merupakan salah satu sektor penyumbang terbesar terjadinya pemanasan global yang mengakibatkan keberadaan sumber daya air baik secara kualitas dan kuantitasnya. Istilah ini menjadi indikator keterkaitan antara *sustainable design* dan *green building* yang mana merupakan dua istilah yang sedang familiar dan berkembang pada dunia konstruksi di Indonesia belakangan ini. Secara global, proyek pembangunan diperkirakan menggunakan 50% sumber daya alam, 48% energi dan 16% air. Untuk itu, diperlukan aturan yang jelas mengenai penggunaan material pada bangunan yang mengarahkan pada *sustainable design* dan dapat disesuaikan pada tahap pembangunan bangunan. Pemerintah telah mengeluarkan regulasi mengenai *sustainable design* yang disebut dengan *Green Building Council* Indonesia (GBCI) yang didasarkan pada siklus pengadaan material bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana efektifitas penerapan konsep *sustainable design* pada material bangunan. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif yang menganalisis penelitian sebelumnya mengenai *sustainable design* pada aspek material bangunan. Kajian data yang diperoleh dari sumber-sumber yang terpercaya dan dapat dilacak sumbernya pada *google scholar index*, guna mengidentifikasi literatur akademik yang relevan. Selain itu, penelitian ini menganalisis berbagai persepsi mengenai *sustainable design* dari para peneliti sebelumnya. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pemilihan material merupakan aspek prioritas dalam mewujudkan *sustainable design* yang berkesinambungan.

Received: 12 Juni 2022
Accepted: 21 Juli 2022
Published: 29 Juli 2022

Copyright ©2022 The Authors
This is an open access article under the [CC-BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) International License



PENDAHULUAN

Sustainable design (rancangan berkelanjutan) sebenarnya bukanlah merupakan hal yang baru dalam penerapan rancangan arsitektur. Konteks keberadaan suatu bangunan hampir tidak lepas kaitannya dengan lingkungan *eksisting* dan material sebagai salah satu unsur prioritas dalam penerapan *sustainable design*. Pembangunan *sustainable design* kerap menjadi wacana secara global termasuk dalam memberikan penerapan solusi terbaik yang dapat langsung diadopsi dalam lingkungan masyarakat, terutama dalam penggunaan material pada rancangan bangunan. Syahriyah (2017) mengatakan bahwa sektor industri bangunan merupakan sektor konsumsi sumber daya alam dunia kedua terbesar setelah sektor industri makanan. Oleh karena itu, para pelaku industri bangunan mengambil peran sangat penting untuk dapat mengurangi dampak lingkungan yang menyebabkan permasalahan pada *sustainable design*.

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 tahun 2010 mengenai Kriteria dan Sertifikasi *sustainable design development* adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pengoperasian, dan pengelolaannya serta aspek penting penanganan perubahan iklim. Pada peraturan ini prinsip lingkungan yang dimaksud adalah mementingkan unsur pelestarian fungsi lingkungan. Salah satu aspek yang

* Corresponding authors | Fitri Muliani | Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia.
Alamat e-mail | fitrimuliani21@gmail.com



<https://doi.org/10.51179/rkt.v6i2.1375>



<http://www.journal.umuslim.ac.id/index.php/rkt>

Muliani, F., Munandar, A. (2022). Efektifitas Penerapan Sustainable Design Pada Aspek Material Bangunan. *Jurnal Rekayasa Teknik dan Teknologi (Rekatek)*, 6(2), 96-102.

dilihat adalah penggunaan material. Sehingga material pada umumnya memegang peran penting terkait dengan penerapan *sustainable design*. Pemilihan material bangunan yang tepat yaitu dengan menggunakan material yang ramah lingkungan khususnya pemanfaatan material yang ekologis dan dapat menghasilkan bangunan yang berkualitas.

Material yang termasuk ke dalam aspek *sustainable design* pada umumnya menyangkut dari sisi produk material dimana apabila material tersebut digunakan dan dibuang maka tidak berpotensi merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan. Penggunaan material pada bangunan yang berkelanjutan juga harus ditinjau dari segi aspek sumber material, proses produksi, proses distribusi dan proses pemasangan (Wimala, 2016). Apabila ditinjau dari sisi yang lain maka material juga harus mendukung penghematan energi (energi listrik dan energi air), meningkatkan kesehatan dan kenyamanan, dan efisiensi dalam manajemen perawatan bangunannya (Syahriyah, 2017).

Sedangkan menurut Ervianto (2013) material ekologis atau *sustainable design* merupakan material yang bersumber dari alam dan tidak mengandung zat-zat yang mengganggu kesehatan, seperti batu alam, kayu, bambu, dan tanah liat. Selain itu, menurut Wimala (2016) bahan bangunan dapat diklasifikasikan dalam aspek penggolongan *sustainable design*, seperti bahan bangunan yang dapat dibudidayakan kembali (*regenerative*), bahan bangunan alam yang dapat digunakan kembali (*recycling*), bahan alam yang dapat mengalami transformasi sederhana, bahan bangunan alam yang mengalami beberapa tingkat perubahan transformasi, serta bahan bangunan komposit.

Seiring dengan maraknya pembangunan yang kerap terjadi di beberapa bagian wilayah Aceh termasuk salah satunya di Kabupaten Bireuen, kebutuhan akan bangunan properti yang semakin meningkat mendorong pihak industri material bangunan untuk menghasilkan inovasi produk material bangunan yang berkelanjutan sehingga dapat bersaing di pasar industri. Pembangunan perumahan merupakan salah satu pembangunan yang sedang diprioritaskan di Kabupaten Bireuen. Pemilihan produk material menjadi prioritas dalam pembangunan perumahan yang mengedepankan prinsip *sustainable design*.

Tantangan bagi masyarakat dalam menerapkan *sustainable design* dari segi aspek material bangunan tidak terlepas dari pengetahuan dan pengalaman masyarakat sendiri dalam menggunakan material yang berkelanjutan (Ratnaningsih, 2019). Beberapa program dalam *masterplan* perancangan dan pembangunan kota juga tidak terlepas dari penerapan *sustainable design* yang berlandaskan pada regulasi pemerintah. Namun, belum semua perancangan yang sudah berjalan menerapkan prinsip dari *sustainable design* sesuai dengan regulasi pemerintah terlebih lagi pada penerapan material bangunan (Ervianto, 2015).

Secara global, proyek pembangunan diperkirakan menggunakan 50% sumber daya alam, 48% energi dan 16% air. Regulasi yang dikeluarkan oleh pemerintah yaitu *Green Building Council Indonesia* (GBCI) yang berkomitmen dalam mengawal pembangunan berbasis lingkungan dan juga menerapkan konsep *sustainable design*. Kajian literatur ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana efektifitas penerapan konsep *sustainable design* pada material bangunan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis penelitian sebelumnya mengenai *sustainable design* pada aspek material bangunan. Kajian data yang diperoleh dari sumber-sumber yang terpercaya dan dapat dilacak sumbernya pada *google scholar index*, guna mengidentifikasi literatur akademik yang relevan. Selain itu, penelitian ini menganalisis berbagai persepsi mengenai *sustainable design* dari para peneliti sebelumnya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Building Material Life Cycle

Sustainable design (rancangan yang berkelanjutan) merupakan suatu prinsip rancangan bangunan yang tidak terlepas dari konsep *green building* dimana keduanya merupakan suatu indikator untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan dan saling terintegrasi. Kriteria material pada *sustainable design* dapat dikelompokkan berdasarkan tiga tahap pembangunan yaitu *manufacturing process* (pengadaan bangunan), *building operation*, dan *waste management* (Syahriyah, 2017).

Pengelompokkan ini juga dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam penerapan kualitas material pada perancangan bangunan sebagai wujud *Sustainable Development Goals* (SDGs). Adapun tahapan pertama yang akan dilakukan adalah tahap *pre-building* yaitu *manufacturing* yang berupa (*extraction, processing, packing, and shipping*). Aspek material yang bersifat *sustainable design* juga dapat dilihat pada *waste reduction, pollution prevention, recycled*, dan *natural material* (MacNaughton dkk, 2017).

Sedangkan pada tahap pembangunan yaitu *building operation* (*construction, installation, operation, dan maintenance*), aspek *sustainable design* juga dapat dilihat *energy efficiency, water treatment conservation, nontoxic, renewable energy source, and longer life*. Pada tahapan *post building* yaitu *disposal/waste management* (*recycling and reuse*) namun, dapat juga dilihat pada *biodegradable, recyclelabel* dan lainnya (Roshaunda, dkk 2019). Pada umumnya pengetahuan mengenai *building material life cycle* sangat diperlukan untuk membangun rancangan yang berkelanjutan.

Regulasi Kebijakan Pemerintah

Regulasi pemerintah merupakan salah satu pedoman utama dalam menerapkan *sustainable design* pada pembangunan kota yang dilandaskan atas beberapa hukum yang sudah ditetapkan. Terkait dengan pembangunan yang berkelanjutan atau juga disebut dengan *green building*, terdapat dua kebijakan pemerintah yang memuat kriteria dari sebuah bangunan yang menerapkan aspek *sustainable design* yaitu dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Rancangan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Rancangan Peraturan Menteri (Rapermen) Pekerjaan Umum.

Pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan yang tercantum dalam Bab II Pasal 4, bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan yang bersifat *sustainable design* apabila memenuhi kriteria sebagai berikut

1. Menggunakan material yang ramah lingkungan
2. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk konservasi sumber daya air dalam bangunan gedung
3. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana konservasi dan diverifikasi energi
4. Menggunakan bahan yang bukan perusak ozon dalam bangunan gedung
5. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengelolaan air limbah domestik pada bangunan gedung
6. Terdapat fasilitas pemilah sampah
7. Memperhatikan aspek kesehatan bagi penghuni bangunan
8. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengolahan tapak berkelanjutan
9. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk mengantisipasi bencana

Berdasarkan Peraturan Menteri yang telah dipaparkan maka dapat dilihat bahwa aspek material memiliki peran yang prioritas dalam menentukan suatu bangunan termasuk dalam indikator *sustainable design* atau tidak. Penggunaan material yang paling diutamakan adalah material bangunan yang bersifat *eco-label* dan merupakan material bangunan lokal. Namun, secara pedoman teknis pada bangunan berdasarkan Peraturan Menteri tersebut pada aspek material terdapat beberapa spesifikasi pada bagian pelaksanaan yaitu manajemen efisiensi energi, manajemen efisiensi air, manajemen penggunaan material, dan manajemen pelaksanaan konstruksi.

Sustainable Design Pada Material

Sesuai dengan kebijakan pemerintah yang berlaku suatu material dapat dikatakan masuk kedalam kategori *sustainable design* apabila memenuhi kriteria berikut:

1. Menggunakan material secara efisien dan cermat untuk mengurangi sisa bahan yang tidak terpakai (*zero waste*) dan sistem percetakan
2. Menggunakan material dan bahan baku yang proses produksinya ramah lingkungan
3. Menyiapkan area pemilahan dan menyelenggarakan manajemen sampah untuk tempat material pelaksanaan proyek sebelum digunakan kembali (daur ulang)
4. Mengutamakan penggunaan material lokal yang mudah diperoleh dari bahan alami disekitar proyek pelaksanaan konstruksi
5. Mendorong penggunaan kembali material untuk kantor proyek, bedeng pekerja konstruksi, dan gudang

Berdasarkan kebijakan pemerintah yang berlaku, dapat dilihat bahwa kriteria penting dalam mewujudkan pembangunan. Menurut Syahriyah (2017) terdapat beberapa faktor dan strategi yang harus dipertimbangkan dalam memilih material bangunan dimana bangunan yang dirancang dapat dipakai kembali dan memperhatikan sampah serta buangan bangunan pada saat pemakaian. Selanjutnya bahan bangunan tersebut dapat dipakai kembali (daur ulang). Keaslian material, produksi material, dan dampak dari material juga harus dipertimbangkan. Namun, pertimbangan tersebut juga harus memprioritaskan material alami serta mempertimbangkan durabilitas dan umur dari produk material.

Indikator Konsep Sustainable Design

Perancangan bangunan yang berkelanjutan tidak terlepas dari indikator *green building* demi mencapai sebuah tujuan perancangan yang berkesinambungan. *Green Building Council Indonesia* (GBCI) merupakan suatu Gerakan yang mendukung gerakan bangunan hijau di Indonesia dan mengeluarkan sistem *rating* yang dinamakan *Greenship*. *Greenship* bersifat khas Indonesia seperti halnya perangkat penilaian pada setiap negara yang selalu mengakomodasikan kepentingan lokal setempat. Pada negara Indonesia program sertifikasi diselenggarakan oleh Komisi Rating Lembaga Bangunan Hijau secara kredibel, akuntabel, dan penuh integritas (GBCI, 2017). Setiap negara sudah mengikuti sistem *rating* masing-masing, dimana sistem peringkat (*rating*) adalah suatu alat berisi butir-butir dari aspek penilaian dan setiap *rating* mempunyai nilai kredit poin (Widiati, 2019).

Perangkat penilaian (*asesmen*) merupakan salah satu cara yang paling efektif dalam meningkatkan *performance* bangunan (Sangkertiadi, 2014). Pada *decade* terakhir, sejumlah perangkat *asesmen* yang sudah diterapkan atau akan diterapkan di beberapa bagian negara di dunia sudah mempunyai lembaga sertifikasi tersendiri pada daerah tersebut. Bila digabungkan maka kriteria dari beberapa lembaga sertifikasi tersebut menerapkan penilaian penting pada *sustainable site, water efficiency, energy and atmosphere, material and resource, indoor environmental quality, innovation and design process, waste, ecology, health and wellbeing, transport mode and project management*. Penetapan kriteria pada dasarnya merupakan uraian dari metrik internasional

sustainability yaitu ekonomi, sosial dan *environment* yang juga dikenal sebagai *triple bottom line* (MacNaughton dkk, 2017).

Jadi, penilaian *sustainability* menyangkut pada berbagai jenis kriteria dan tahapan pembangunan yang terjadi pada *project life cycle* yang menyangkut tentang penggunaan material. Oleh sebab itu, penggunaan material merupakan hal yang paling penting diperhatikan dalam menerapkan *sustainable design* pada perancangan bangunan. Hal ini juga diperkuat dengan pernyataan Lembaga Bangunan Hijau atau *Green Building Council Indonesia* (GBCI) apakah bangunan sudah layak bersertifikat bangunan hijau atau belum dapat ditinjau dari enam aspek berikut:

1. Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development/ASD*)
2. Efisiensi Energy dan Refrigeran (*Energy Efficiency and Refrigerant/EER*)
3. Konservasi Air (*Water Conservation/WAC*)
4. Sumber dan Siklus Material (*Material Resource and Cycle/ MRC*)
5. Kualitas Udara dan Kenyamanan Udara (*Indoor Air Health and Conform/IHC*)
6. Manajemen Lingkungan Bangunan (*Building and Environmental Management*)

Mengukur kinerja Sustainable Design Pada Material

Masing-masing aspek kinerja material terdiri dari beberapa *rating* yang mengandung kredit dan masing-masing memiliki muatan nilai tertentu sebagai tolak ukur dalam kinerja *sustainable design*. Berdasarkan penelitian Syahriyah (2017) terdapat beberapa standar baku dan rekomendasi untuk pencapaian standar tersebut dan menjadi salah satu aspek penilaian dari *sustainable design* adalah *Material Resource and Cycle* (MRC), yang menepati sebanyak 14 poin atau 14% dari nilai maksimum. Perbandingan penerapan kriteria penggunaan material terhadap *building material life cycle* dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

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

Kriteria	Building Material Life Cycle		
	Pre-Building	Building Operation	Post-Building
Peran Kebijakan Pemerintah Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup	Material bangunan yang bersifat eco-label dan material lokal	Menggunakan bahan yang bukan ozon dalam bangunan gedung	
Rancangan Peraturan Menteri (Raprmen) Pekerjaan Umum	Menggunakan material secara efisien dan cermat untuk mengurangi sisa bahan tidak terpakai		Menyiapkan area pemilahan dan menyelenggarakan manajemen sampah untuk tempat material sisa pelaksanaan proyek sebelum digunakan kembali dan akan digunakan kembali (daur ulang)
	Menggunakan material yang bahan baku dan proses produksinya ramah lingkungan		Menggunakan bahan pemasok konstruksi yang bersedia membawa/mengambil kembali kemasan pembungkus, pallets, dan material yang tidak terpakai atau material sisa

Kriteria	Building Material Life Cycle		
	Pre-Building	Building Operation	Post-Building
	Mengutamakan penggunaan material lokal hasil olahan yang mudah diperoleh di sekitar kawasan proyek		Mendorong penggunaan kembali material untuk kantor proyek, bedeng pekerja konstruksi, dan gudang
Peran Lembaga Penilaian GREENSHIP	Penggunaan Gedung dan material bekas (<i>Building and Material Reuse</i>)	Refrigerant Fundamental (<i>Fundamental Refrigerant</i>)	

Material ramah lingkungan (<i>Environmentally Friendly Material</i>)	Penggunaan refrigerant tanpa ODP (Non ODS Usage)
Kayu bersertifikat (<i>Certified Wood</i>)	
Maaterial Perpabrikasi (<i>Prefab Material</i>) dan material regional	

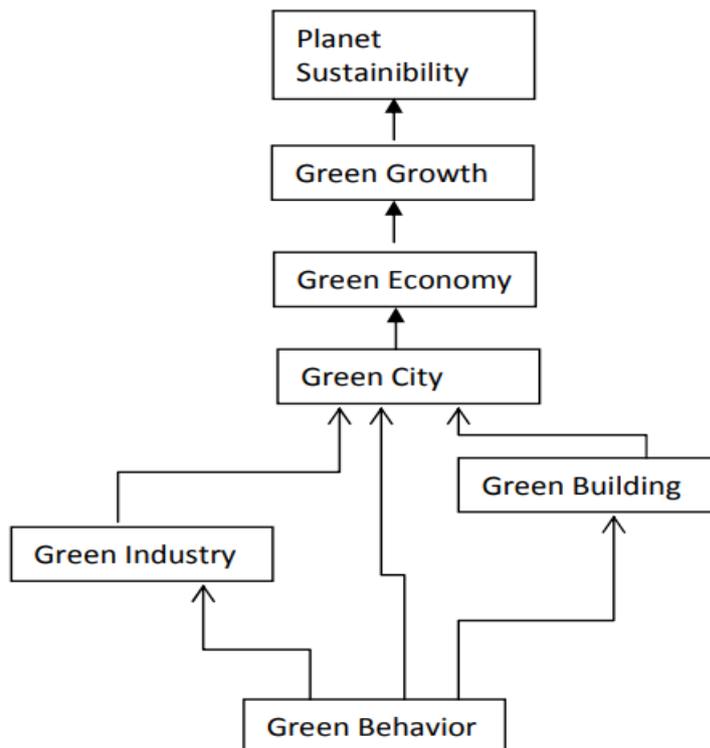
Sumber: Syahriyah (2017)

Berdasarkan Tabel 1 dapat ditarik kesimpulan bahwasannya dari seluruh aspek penggunaan material pada bangunan yang menuju pada *sustainable design*, kriteria material sebagai *green building material* memiliki peran dan kontribusi tersendiri dalam mewujudkan konsep *sustainable design*. Kesimpulan yang dapat diambil dari Tabel 2 adalah penggunaan gedung dan material bekas (*Building and Material Reuse*) dan material ramah lingkungan (*Environmentally Friendly Material*) sangat ditekankan karena berdampak pada lingkungan terutama untuk bahan mentah yang baru, sehingga dapat mengurangi limbah pada pembuangan akhir serta memperpanjang usia pemakaian suatu bahan material. Selanjutnya pada *Enviromental Friendly*, material berguna untuk mengurangi jejak ekologi dari proses ekstraksi bahan mentah dan proses produksi material.

Implementasi Penerapan Sustainable Design Pada Material

Pada masa modern saat ini, perihal efisiensi dan efektifitas dari suatu program kegiatan menjadi perhatian utama berkat kemajuan teknologi, maka penggunaan material harus memiliki kapasitas sebagai kompetitor yang mengandalkan kreasi menarik serta inovatif. Pada sektor konstruksi, kreatifitas dan inovasi dalam penggunaan material merupakan penerapan dari *sustainable design*. Dari sejumlah tools yang dapat menilai *sustainable design* maka terdapat beberapa aspek yang perlu ditinjau dan dapat dilihat pada skema berikut

Skema 1 Mata Rantai Sustainable Design



Sumber: Sangkertadi (2012)

Berdasarkan Skema 1 maka dapat diambil kesimpulan bahwa penerapan *sustainable design* pada aspek material terdapat pemahaman yang menjadi kontraksi linier yang bermulai dari Green Behavior sampai kepada *Green Growth*. Berdasarkan asosiasi bangunan hijau atau yang berkelanjutan, yaitu *Green Building Council Indonesia* yang didirikan pada tahun 2010 implementasi pada penerapan *sustainable design* pada matrial juga berdampak pada meningkatkan efisiensi bangunan dan lahannya terhadap penggunaan energi, air, dan bahan

serta mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan, lingkungan melalui penataan tapak, desain konstruksi, operasional, pemeliharaan serta akibat dari produk limbahnya.

Sedangkan pada bagaiannya negara lainnya seperti India implementasi penerapan *sustainable design* pada material sangat ditekankan pada sejauh mana material tersebut dapat menghasilkan sampah, sehingga memberikan kesan bangunan yang lebih sehat dibandingkan bangunan konvensional yang belum menerapkan *sustainable design* (Roshanda dkk, 2019). Setiap negara dibelahan dunia mempunyai asosiasi atau asesmen tersendiri untuk menerapkan prinsip *sustainable design* yang bertujuan untuk membuat bangunan menjadi ramah lingkungan dan mencapai tujuan guna menjawab permasalahan desain pada negara mereka masing-masing. Adapun berbagai asesmen dari belahan dunia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Sistem Asesmen Green Building di Beberapa Negara

No	Nama Negara	Rating System (Standar Penilaian)
1	Afrika Selatan	Green Star AS
2	Amerika Serikat	LEED/Green Globes
3	Australia	Green Star
4	Belanda	BREEAM NL, INSIDE
5	Brasil	LEED Brasil/AQUA
6	Canada	LEED Canada and GRIHA
7	China	GB ES (GB Evaluation Standard for Green Building)
8	Filiphina	BERDE
9	Firlandia	PromisE
10	Hong Kong	BEAM Plus
11	India	IGBC Rating System and LEED India
12	Indonesia	GreenShip
13	Inggris Raya	BREEAM
14	Israel	SI-5281
15	Irlandia	HPI (Home Performance Index)
16	Italia	Protocolla Itaca
17	Jepang	CABEE
18	Jerman	DGBN
19	Kanada	LEED/Green Key Globes
20	Kenya	Green Star SA Kenya
21	Korea Selatan	GBS (Green Building System)
22	Kolombia	CASA Colombia
23	Latvian	BREEAM-LV
24	Libanon	ARZ rating system
25	Malaysia	GBI (Green Building Index)
26	Meksiko	CMES
27	Norwegia	BREEAM - NOR
28	Pakistan	Pakistan Green Building Guideline (PGBG) BD+C
29	Prancis	Care and Bio, Chantier Carbone, HQE
30	Portugal	LiderA
31	Selandia Baru	Green Star NZ
32	Singapura	Green Mark and CONQUAS
33	Srilanka	GreenSL
34	Spanyol	BREEAM-SE
35	Swedia	Citylab
36	Swiss	Swiss DNGB System
37	Taiwan	EEWH
38	Turki	CEDBIK-Konut Green Building Certification System
39	Vietnam	Lotus/VGBC
40	Uni Emirat Arab	PEARL

Sumber: Widiati (2019)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur sebagaimana telah diuraikan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penerapan *sustainable design* pada aspek material untuk memenuhi kriteria *Building Material Life Cycle* sebaiknya diterapkan secara berkesinambungan sehingga dapat mewujudkan pembangunan dengan konsep *sustainable design* secara nyata. Adanya peran pemerintah dalam menerapkan kriteria *sustainable design* menunjukkan bahwa di Indonesia kesadaran akan pentingnya penggunaan *building material life cycle* sudah diterapkan pada

proses pembangunan namun, belum semua kalangan masyarakat sudah menerapkan beberapa aspek tersebut terutama pada penggunaan material.

DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2010 Tentang Kriteria Dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan
- Ervianto, Wulfram I. (2013). Kajian Kerangka Legislatif Penerapan Green Construction Pada Proyek Konstruksi Gedung di Indonesia. Institut Teknologi Bandung
- Rancangan Peraturan Menteri (Rapermen) Pekerja Umum Tentang Pedoman Teknis Bangunan Hijau. Green Building Council Indonesia. (2104). *GREENSHIP* Untuk Bangunan Baru Versi 1.2. Ringkasan Kriteria dan Tolak Ukur.
- Sangkertiadi. (2014). Tantangan Kesiapan Sektor Konstruksi Nasional Menghadapi Pembangunan Masa Depan Berbasis Green Development. Musyawarah Nasional GAPEKSINDO. Bandung.
- Syahriah, Dewi R. (2017). Penerapan Aspek *Green Material* Pada Kriteria Bangunan Ramah Lingkungan di Indonesia. Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia. Institut Teknologi Bandung.
- Wimala, dkk. (2016). *Breaking Through The Barriers to Green Building Movement in Indonesia: Insight From Building Occupants*. 3rd International Conference on Power and Energy System Engineering. Japan. Journal ELSIVIER. pp 469-474.
- Ratnaningsih, dkk. (2019). Penilaian Kriteria Green Building Pada Pembangunan Gedung IsBD Project Berdasarkan *Skala Indeks* Menggunakan *GreenShip* Versi 1.2 (Studi Kasus: Gedung *Engineering Biotechnology* Universitas Jember). Journal Berkala Sainstek, VII (2). Pp 59-66.
- Roshaunda, dkk. (2019). Penilaian Kriteria *Green Building* Pada Bangunan Gedung Universitas Pembangunan Jaya Berdasarkan Indikasi *Green Builidng Council* Indonesia. Journal Widiyakala, Vol.6. pp 28-46.
- Widiati. (2019). Tinjauan Studi Analisis Komperatif Bangunan Hijau (*Green Building*) Dengan Metode Asesmen Sebagai Upaya Mitigasi Untuk Perkembangan Konstruksi Yang Berkelanjutan. Prosiding Konferensi Nasional Pasca Sarjana Teknik Sipil (KNPTS). Pp 69-76.
- MacNaughton, dkk. (2017). *The Impact Of Working In A Green Certified Building On Cognitive Function and Health*. *Journal of Building and Environment*. Pp 114-178.
- Ervianto, Wulfram I. (2015). Implementasi *Green Construction* Sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. Makalah Dalam Konverensi Nasional Forum Wahana Teknik ke II.