

KAJIAN PEMILIHAN MATERIAL *MECHANICAL, ELECTRICAL,* DAN *PLUMBING* RAMAH LINGKUNGAN PADA PROYEK SPORT CENTER MARANATHA DARI PRESPEKTIF PERENCANA

Deni Setiawan¹, Michael Kristianto Marbun²

¹Dosen Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

²Alumni Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri No. 65, Bandung 40164

e-mail: deni.setiawan@eng.maranatha.edu

ABSTRAK

Pada tahap perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi pemilihan material bangunan haruslah tepat namun juga harus efisien. Dampak setiap material berbeda berdasarkan pada kontaminasi dan fungsi bahan di setiap tahap siklus hidupnya dimulai dari tahap produksi sampai akhir masa layanya, oleh karena itu material dengan dampak rendah atau tidak berdampak sama sekali kepada manusia dan lingkungan dapat meminimalkan energi yang terkandung seperti meminimalkan emisi karbon dioksida, polusi udara dalam ruangan, dan daur ulang. Untuk itu strategi material ramah lingkungan saat ini sangat diperlukan untuk mencapai keberlanjutan dalam material bangunan. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pemilihan material material mechanical, electrical, dan plumbing yang digunakan pada proyek Sport Center Maranatha berdasarkan prespektif konsultan perencanaan. Hasil wawancara yang telah dilakukan kepada narasumber di dapat evaluasi bahwa dalam sistem MEP proyek Sport Center Maranatha memang tidak di rancang mengikuti kaidah ramah lingkungan sehingga dalam pemilihan setiap material yang digunakan pun lebih ditekankan kepada bagaimana memperoleh setiap material berdasarkan ketersediaan pasar atau kemudahan dalam mendapatkan setiap produk material

Kata Kunci: Keberlanjutan, material ramah lingkungan, mechanical, electrical, plumbing

ABSTRACT

In the planning and implementation stages of a construction project the selection of building materials must be precise but also efficient. The impact of each material is different based on contamination and the function of the material at each stage of its life cycle starting from the production stage until the end of its service life, therefore materials with low impact or have no impact on humans and the environment can minimize the energy contained such as minimizing carbon dioxide emissions , indoor air pollution, and recycling. For this reason, a sustainability material strategy is now needed to achieve sustainability in building materials. The purpose of this study is to examine the selection of mechanical, electrical and plumbing materials used in the Maranatha Sport Center project based on the perspective of the planning consultant. The results of interviews conducted with informants can be evaluated that in the MEP system the Maranatha Sport Center project was not designed to follow green material rules so that in the selection of each material used it was more emphasized on how to obtain each material based on market availability or ease in getting each product material

Keywords: Sustainability, green materials, mechanical, electrical, plumbing

1. Pendahuluan

Pada tahap perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi pemilihan bahan atau material bangunan haruslah tepat namun juga harus efisien. Konsep *eco-efficiency* diperkenalkan pada 1991 oleh World Business Council for Sustainable Development –

WBCSD dan termasuk juga “pengembangan produk dan layanan yang memiliki harga kompetitif yang memenuhi kebutuhan kualitas hidup manusia, sementara secara progresif mengurangi dampak kepada lingkungan dan konsumsi bahan baku sepanjang siklus hidupnya sesuai dengan kapasitas yang ada di planet bumi.” Konsep ini berarti memproduksi lebih banyak produk dengan sumber daya yang lebih sedikit dan limbah yang lebih sedikit, maka dari itu konsep ini memberikan dampak yang lebih sedikit kepada lingkungan.

Penggunaan material ramah lingkungan dalam konsensus untuk seluruh dunia pada masalah ini dalam aksi nyata belum tercapai dikarenakan setiap negara memiliki tingkat perkembangan yang berbeda – beda. (Pacheco Torgal dan Jalali, 2011) Pada negara berkembang sudah seharusnya berkontribusi dengan menerapkan standar atau regulasi yang tinggi terhadap dampak lingkungan termasuk di Indonesia dalam dunia konstruksi. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pemilihan material material mechanical, electrical, dan plumbing yang digunakan pada proyek Sport Center Maranatha berdasarkan prespektif konsultan perencanaan. Adapun lokasi proyek Sport Center Maranatha terletak di dalam kawasan Kampus Universitas Kristen Maranatha Bandung yang beralamat di Jl. Surya Sumantri No.65, Sukawarna, Kec. Sukajadi, Kota Bandung, Jawa Barat.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Keberlanjutan Dan Konstruksi

Dalam beberapa dekade terakhir muncul suatu bentuk pemahaman baru dikalangan praktisi industri teknik sipil, pemahaman tersebut merupakan pengembangan dari konsep berkelanjutan yaitu konstruksi berkelanjutan (*Sustainability Constuction*). Konstruksi berkelanjutan adalah proses holistik yang bertujuan untuk memulihkan dan menjaga keharmonisan antara lingkungan alam dan bangunan, dan menciptakan solusi yang menegaskan martabat manusia dan mendorong kesetaraan ekonomi. Harus diakui bahwa umat manusia terkunci dalam hubungan yang sangat dinamis dengan dunia alami dan bahwa keduanya sangat saling bergantung. Dalam mengatasi masalah kompleks konstruksi dan lingkungan, upaya menuju konstruksi berkelanjutan pada dasarnya merupakan upaya untuk menerapkan praktik yang mengembalikan keseimbangan antara lingkungan alam dan bangunan.

Disetiap negara, pemahaman tentang konstruksi berkelanjutan berbeda bergantung kepada tingkat kekuatan ekonomi negara yang bersangkutan. Di negara berkembang seperti Indonesia, keberlanjutan yang dimaksud lingkungan hidup dalam

Undang Undang No. 23 Tahun 1997 adalah: “kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain”. Definisi lain yang cukup baik dalam menerangkan mengenai konstruksi berkelanjutan adalah sebagai suatu kegiatan menciptakan dan mengoperasikan lingkungan terbangun (*built environment*) yang sehat didasarkan atas prinsip efisiensi sumber daya dan desain ekologi, serta mengikuti tujuh (7) prinsip konstruksi berkelanjutan yang harus dipenuhi dalam setiap fase kegiatan desain dan konstruksi yang berlanjut selama keseluruhan siklus hidup bangunan tersebut (Kibert, 2016). Ketujuh prinsip konstruksi berkelanjutan tersebut antara lain adalah:

1. Mengurangi konsumsi sumber daya (*reduce*)
2. Penggunaan kembali sumber daya (*reuse*)
3. Menggunakan sumber daya yang terdaur ulang (*recycle*)
4. Melindungi lingkungan (*protect nature*)
5. Menghilangkan racun (*eliminate toxics*)
6. Menerapkan konsep biaya siklus hidup (*life cycle costing*)
7. Fokus kepada kualitas (*focus on quality*)

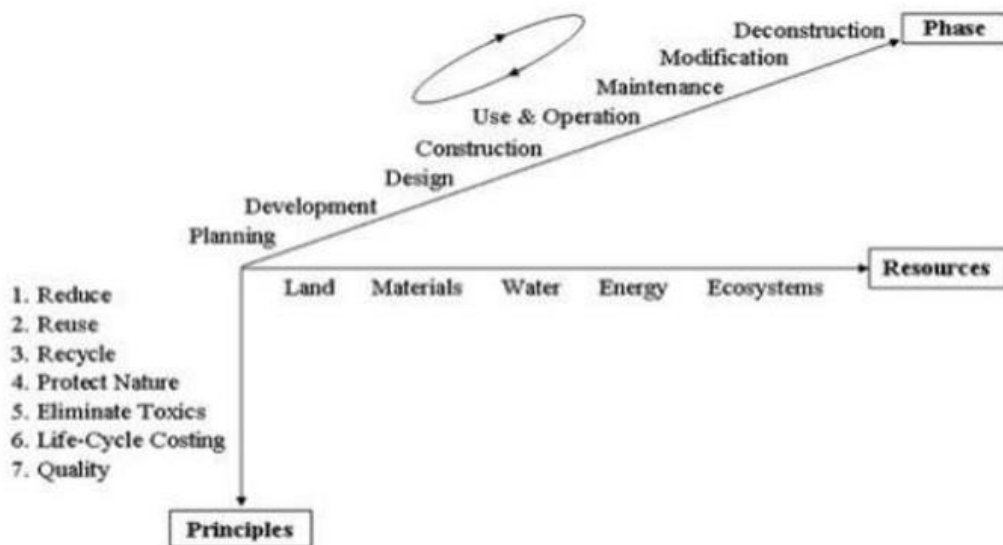
Ketujuh prinsip konstruksi berkelanjutan dari Kibert tersebut harus dilaksanakan secara integratif pada setiap tahapan dari suatu proyek.

2.2 Keberlanjutan Dan Material Konstruksi

Pada dasarnya suatu material konstruksi merupakan komponen yang sangat penting dalam menentukan biaya suatu proyek karena meliputi seluruh bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan atau proses konstruksi. Bahkan menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Glavinich (2008) menunjukkan bahwa material konstruksi menyumbang sekitar 70% dari biaya konstruksi.

Selain itu, pemilihan suatu material baik dapat mempengaruhi kualitas dari proyek konstruksi tersebut. Jenis-jenis material konstruksi dibagi menjadi empat kelompok, yaitu:

1. *Raw Material* (bahan baku)
2. Material Jadi
3. Material campuran
4. Material prefab



Gambar 1. Konsep Konstruksi Berkelanjutan. Sumber: Kibert, 2016

Sedangkan dari segi arus penggunaan, material konstruksi akan dimulai sejak pengiriman ke lokasi proyek, proses konstruksi, sampai pada posisinya yang terakhir akan berakhir pada salah satu dari keempat posisi dibawah ini (Gavilian dan Bernold, 1994), yaitu:

1. Struktur fisik bangunan
2. Kelebihan material
3. Digunakan kembali pada proyek yang sama
4. Sisa material (*waste*)

Adapun identifikasi terkait siklus hidup suatu material yang diasosiasikan dengan lingkungan, khususnya emisi karbon, saat ini terdapat 5 tipe cakupan batasan yang cukup dikenal yaitu (Richardson, 2013):

1. *Cradle-to-Gate*
2. *Cradle-to-Site*
3. *Cradle-to-End Of Construction*
4. *Cradle-to-Grave*
5. *Cradle-to-Cradle*

Green Construction Material pada dasarnya memiliki arti yang lebih luas dari sekedar material ramah lingkungan. Pengertian material ramah lingkungan pada umumnya menyangkut dari sisi produk material itu sendiri, yaitu material yang pada saat

digunakan dan dibuang, tidak memiliki potensi merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan. Sedangkan *Green Construction Material*, tidak hanya menilai dari sekedar keluaran produk yang ramah lingkungan tetapi juga meninjau sumber materialnya apakah berkelanjutan?; Apakah proses produksinya di pabrik juga ramah lingkungan?; Apakah proses distribusinya jauh sehingga membuang banyak karbon?; Apakah proses pemasangannya tidak membuang banyak sisa sampah?; Apakah dapat mendukung penghematan energi?;, sehingga dalam perencanaan suatu bangunan hijau (*Green Building*), *Green Construction Material* tersebut dapat secara dinamis memberikan dampak terhadap penghematan listrik, penghematan air, meningkatkan kesehatan dan kenyamanan, dan efisiensi manajemen perawatan bangunannya.

3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian sesuai dengan tujuan dan kegunaan dari penelitian ini. Cara ilmiah berarti kegiatan penelitian didasarkan pada ciri-ciri keilmuan, yaitu: rasional, empiris, dan sistematis. Rasional berarti kegiatan penelitian dilakukan dengan cara-cara yang masuk akal, sehingga terjangkau oleh penalaran manusia. Empiris berarti cara-cara yang dilakukan itu dapat diamati oleh indra manusia, sehingga orang lain dapat mengamati dan mengetahui cara-cara yang digunakan. Sistematis artinya proses yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan langkah-langkah tertentu yang bersifat logis (Sugiyono, 2012).

Metode deskriptif dikelola untuk memperoleh suatu gambaran mengenai peristiwa yang ada saat ini di lokasi yang diteliti atau yang dijadikan objek penelitian untuk memperoleh suatu permasalahan yang akan dilakukan analisis atau identifikasi. Biasanya penelitian dengan metode deskriptif dilakukan apa bila sumber yang akan diteliti menarik dan dapat digambarkan secara faktual dan cermat.

Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder, baik secara langsung atau tidak langsung. Adapun pengambilan data primer berupa observasi langsung ke lokasi proyek, survei melalui wawancara kepada pihak konsultan, serta investigasi dengan mengakses data spesifikasi setiap material yang digunakan.

a. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan;

1. Kajian data sekunder berupa pengklasifikasian material *mechanical*, *electrical*, dan *plumbing* pada proyek *Sport Center Maranatha*.
2. Penyusunan instrumen penelitian berupa identifikasi variabel dan indikator material konstruksi hijau untuk kriteria sumber dan siklus material tahapan *material-life-span*.
3. Observasi, dilakukan hanya untuk mendapatkan kesesuaian data antara data yang diperoleh dari data spesifikasi teknis dengan material yang sesungguhnya dipergunakan di lapangan.
4. Melakukan wawancara kepada konsultan selaku konsumen material konstruksi untuk tahapan *material-life-span*.
5. Investigasi setiap material yang dipergunakan melalui analisa potensi kriteria hijau pada setiap material konstruksi dengan melakukan investigasi dengan cara mengakses data spesifikasi produk untuk setiap material melalui *website* resmi lembaga merek produk material.

4. Hasil Analisis Data

4.1 Analisis Deskriptif melalui Wawancara

Dalam penelitian ini, wawancara mendalam (*in-depth interview*) dipilih sebagai metode pengumpulan data. Untuk itu, narasumber yang dipilih guna mengkaji dan menganalisis material konstruksi ramah lingkungan di proyek *Sport Center Maranatha* adalah Pihak Konsultan perencana sistem *MEP*, sebagai Konsultan yang merancang dan merencanakan seluruh sistem *MEP*, sehingga dapat berfungsi dan memenuhi syarat sebagaimana mestinya.

4.2 Struktur Wawancara

Metode wawancara yang digunakan adalah semi-terstruktur dimana pewawancara memiliki kerangka pertanyaan di awal namun dapat memberikan tanggapan berupa pertanyaan lanjutan sesuai dengan jawaban narasumber. Beberapa tahapan dalam wawancara yang akan diselenggarakan adalah sebagai berikut:

1. Pertanyaan pembuka (*opening questions*). Dalam tahap ini pewawancara berupaya memfokuskan perhatian narasumber terhadap pokok bahasan terkait material/produk konstruksi terkait. Hal ini dilakukan dengan mengklarifikasi peran atau perhatian serta wawasan yang relevan dengan pandangan narasumber terhadap produk material ramah lingkungan. Narasumber juga diminta untuk menceritakan langkah awal penentuan atau pemilihan material/produk yang digunakan.

2. Eksplorasi isu utama (*main issues explorations*). Dalam tahap ini pewawancara memaparkan berbagai kriteria hijau dengan pendekatan by process (siklus hidup material pada tahapan *material-life-span*) yang teridentifikasi pada latar belakang penelitian dan meminta narasumber untuk memberikan pendapat terkait material.

4.3 Hasil Wawancara

Berikut ini adalah hasil wawancara yang dilakukan kepada narasumber disajikan dalam tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Wawancara kepada Narasumber

No	Kelompok Pertanyaan	No	Pertanyaan Utama	Tujuan Pertanyaan	Pertanyaan Follow-Up
1	<i>Opening Questions / Warming Up</i>	1.1	Apa yang anda ketahui terkait konsep material konstruksi ramah lingkungan?	Untuk mengetahui pandangan narasumber terkait material konstruksi hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Mengapa berpendapat demikian? • Apakah yang menjadi dasar dari pendapat Anda?
<p>Jawaban: Menurut pandangan saya material ramah lingkungan adalah material yang secara bahan merupakan bahan ramah lingkungan. Namun untuk material <i>MEP</i> secara bahan tidak akan ada material yang ramah lingkungan. Terkecuali misalkan ada material stop kontak, terbuat misalnya dari bahan kayu, tetapi material seperti itu akan sulit sekali di cari.</p>					
		1.2	Apakah dalam perencanaan sistem <i>MEP</i> dirancang mengikuti kaidah “ramah lingkungan”?	Untuk mengetahui sejauh mana proyek menerapkan kaidah “ramah lingkungan”	<ul style="list-style-type: none"> • Mengapa berpendapat demikian? • Apakah yang menjadi dasar dari pendapat Anda?
<p>Jawaban: Menurut saya dikarenakan untuk memilih material <i>MEP</i> sangat sulit untuk mencari yang mengikuti konsep ramah lingkungan, yang pertama saya tidak punya pilihan. Terkecuali untuk AC, AC yang digunakan dipilih karena menggunakan refrigeran R32 yang memiliki konsep hemat energi. selain itu saya lebih memfokuskan setiap material sebagaimana fungsi utamanya.</p>					

Tabel 1 (Lanjutan)

	<p>1.3 Berapa lama / kapan anda melakukan perencanaan sistem MEP di proyek Sport Center Maranatha</p>	<p>Untuk mengetahui berapa lama perencanaan sistem MEP di proyek Sport Center Maranatha</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengapa Anda berpendapat demikian? • Apakah yang menjadi dasar dari pendapat Anda?
<p>Jawaban: Pada umumnya untuk perencanaan seperti ini membutuhkan waktu sekitar dua setengah bulan, tergantung kepada kecepatan koordinasi yang dilakukan, karena sulitnya menentukan waktu yang sesuai untuk asistensi karena masing masing memiliki kesibukannya masing masing, namun jika dikerjakan tiap hari sebenarnya akan selesai dalam satu bulan. Dalam proyek ini dikarenakan terdapat pekerjaan tambah dan kurang untuk itu memakan waktu yang lebih lama dari perencanaan awal.</p>			
<p>2 <i>Main Issues Explorations</i></p>	<p>2.1 Kenapa akhirnya perusahaan ada memutuskan untuk akhirnya memilih setiap material konstruksi tersebut? Atas dasar apa?</p>	<p>Untuk mengetahui alasan pemilihan setiap material konstruksi sistem MEP di proyek Sport Center Maranatha</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengapa Anda berpendapat demikian? • Apakah yang menjadi dasar dari pendapat Anda?
<p>Jawaban: Untuk merek merek terkenal seperti Philips yang menjadi pertimbangan adalah karena merek Philips kami yakini sebagai merek yang terpercaya dan jika terjadi kerusakan atau sewaktu waktu perlu dilakukan penggantian, akan mudah sekali mencari barangnya karena banyak tersedia di pasaran. Untuk komponen lampu kenapa menggunakan LED karena jika dibandingkan dengan lampu jenis lain energy dan secara fungsi lebih terang. Untuk jenis TL yang menjadi pertimbangan mudah untuk mengganti.</p>			
<p>Untuk AC kenapa dipilih merek DAIKIN karena merupakan merek AC nomor 1 di Indonesia. Untuk 1 PK AC merek Daikin dia sebenarnya kapasitasnya melebihi dari 1 PK. (PTV/hour) Sedangkan untuk merek yang lain terkadang pas bahkan kurang dari 1 PK</p>			

Tabel 1 (Lanjutan)

			<p>Untuk <i>exhaust fan</i> bermerek KDK. Saya berpengalaman menggunakan <i>exhaust fan</i> dengan merek lain. Mungkin untuk pertimbangan harga lebih murah tapi secara ketahanan. Merek KDK yang merupakan keluaran Jepang ini lebih tahan lama. Dan sudah saya rasakan sendiri <i>exhaust fan</i> KDK tidak berisik dibandingkan dengan merek yang lain dan sampai 5 tahun pun masih awet.</p> <p>Untuk komponen panel kenapa memilih Schenider, banyak, murah, mudah dan merek ini termasuk merek yang menguasai banyak pasar.</p>
3	<i>Product Evaluation</i>	3.1	<p>Kendala apa yang di alami pada saat proses perencanaan sistem <i>MEP</i> di proyek Sport Center Maranatha</p> <p>Untuk mengetahui kendala yang di alami pada saat proses perencanaan sistem <i>MEP</i> di proyek Sport Center Maranatha</p> <p>Apa yang dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut?</p> <p>Jawaban: Untuk perencanaan yang menjadi kendala adalah menyeimbangkan biaya dengan kebutuhan. Masing masing hal tersebut harus <i>reasonable</i>. Kita diberikan tugas untuk mengikuti kemauan <i>owner</i> atau pemberi tugas. Sekalipun terjadi perubahan di tengah tengah, dan juga harus juga mampu berkoordinasi dengan pihak yang lain seperti desain dan lain lain.</p>

Berdasarkan hasil investigasi data produk yang sudah diidentifikasi melalui pemetaan indikator/kriteria hijau dan berdasarkan hasil survei expert judgment yang telah dilakukan kepada kontraktor melalui kuesioner pemetaan indikator/kriteria hijau (khosnava) untuk tahapan *material-life-span*, menghasilkan **kriteria hijau utama** yang merupakan kriteria hijau yang memenuhi di kedua cara penilaian di tunjukan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Variabel Kriteria Hijau Utama

No.	Material	Variabel Kriteria Hijau Utama
I. Material Mechanical		
1	Unit AC	• <i>Energy Efficiency During Operation</i>
2	<i>Exhaust Fan</i>	• <i>Durable</i>
3	<i>Ventilating Fan</i>	• <i>Energy Efficiency During Operation</i> • <i>Durable</i>
II. Material Electrical		
4	Kabel (<i>Building Wire</i>)	• <i>Energy Efficiency During Operation</i>
5	<i>Conduit + Acc.</i>	• <i>Durable</i> • <i>Energy Efficiency During Operation</i>

Tabel 2 (Lanjutan)

6	Saklar / Stop Kontak	<ul style="list-style-type: none">• <i>Low VOC Assembly</i>• <i>Energy Efficiency During Operation</i>
7	Armature Lampu Balk LED	<ul style="list-style-type: none">• <i>Durable</i>• <i>Energy Efficiency During Operation</i>
8	Armature Lampu Baten LED	<ul style="list-style-type: none">• <i>Energy Efficiency During Operation</i>
9	Armature Lampu Downlight LED	<ul style="list-style-type: none">• <i>Energy Efficiency During Operation</i>
10	Armature Lampu Downlight LED Ruangan	<ul style="list-style-type: none">• <i>Energy Efficiency During Operation</i>
11	Armature Lampu Floodlight LED	<ul style="list-style-type: none">• <i>Durable</i>• <i>Energy Efficiency During Operation</i>• <i>Affordability During Operation</i>
12	Komponen Panel MCB	<ul style="list-style-type: none">• <i>Low VOC Assembly</i>
13	Komponen Panel Kontaktor	<ul style="list-style-type: none">• <i>Low VOC Assembly</i>• <i>Healthfully Maintained</i>
II. Material Plumbing		
14	Sewage Pipes	<ul style="list-style-type: none">• <i>Durable</i>• <i>Energy Efficiency During Operation</i>• <i>Affordability During Operation</i>
15	Packaged Sewage Treatment Plan	<ul style="list-style-type: none">• <i>Energy Efficiency During Operation</i>• <i>Affordability During Operation</i>

5. Simpulan

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan kepada narasumber di dapat evaluasi bahwa dalam sistem MEP proyek Sport Center Maranatha memang tidak di rancang mengikuti kaidah ramah lingkungan sehingga dalam pemilihan setiap material yang digunakan pun lebih ditekankan kepada bagaimana memperoleh setiap material berdasarkan ketersediaan pasar atau kemudahan dalam mendapatkan setiap produk.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alfiana, M. D., 2017, Analisis Aspek Sumber Dan Siklus Material Green Construction Pada Proyek Apartemen Grand Kamala Lagoon. Institut Pertanian Bogor
2. Bhatia, A., n.d., The MEP Design of Building Services Dedit oleh CED Enginneering. M06-034 ed. New York: Continuing Education and Development; Inc
3. Department of, dan Education and Science Tullamore, C. O., 2004, Mechanical & Electrical Building Services Engineering Guidelines for Primary School Buildings, Mechanical & Electrical Building Services Engineering Guidelines for Primary School Buildings TGD 002 1 (February)

4. Flores, M., Maklin, D., Ingram, B., Golob, M., Tucci, C., dan Hoffmeier, A., n.d., Towards a Sustainable Innovation Process: Integrating Lean and Sustainability Principles, 1–8
5. GBCI (Green Building Council Indonesia), 2013, Greenship Untuk Bangunan Baru Versi 1.2. 1.2, issued 2013
6. GBCI (Green Building Council Indonesia), 2019, Tentang GBC Indonesia, <http://www.gbcindonesia.org/>
7. Grondzik, W. T., Kwok, A. G., Stein, B., dan Reynolds, J. S., 2010, Mechanical and Electrical Equipment For Buildings. Eleventh E. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
8. Khoshnava SM, Rostami R, Valipour A, Ismail M, Rahmat AR, Rank of green building material criteria based on the three pillars of sustainability using the hybrid multi criteria decision making method, Journal of Cleaner Production (2016), doi: 10.1016/j.jclepro.2016.10.066
9. Kubba, S., 2017, Introduction, In Handbook of Green Building Design and Construction, diedit oleh Peter Jardim, Second Edi, xv–xlii. Joe Hayton, doi:10.1016/B978-0-12-810433-0.02001-3
10. Pacheco Torgal, F., dan Jalali, S., 2011, Eco-efficient Construction and Building Materials, British Library Cataloguing. London: Springer London, doi:10.1007/978-0-85729-892-8
11. Palomera-arias, R., Liu, R., dan University Of Texas, 2015, Mechanical, Electrical and Plumbing Systems in Construction Management: A Literature Review of Existing MEP Textbooks. San Antonio
12. Rani, D., 2018, Analisis Sistem Plumbing Ramah Lingkungan Di Proyek Gedung Pusat Kegiatan Badan Amil Zakat Nasional (BAZNAS). Universitas Kristen Maranatha
13. Viqolbi, M. A., 2017, Kajian Penilaian Material Konstruksi Hijau Di Indonesia. Institut Teknologi Bandung
14. Wujek, J. B., Dagostino, F. R., dan Pearson Education, I., 2010, Mechanical and Electrical Systems in Architecture, Engineering, and Construction. Fifth. New Jersey: Library of Congress Cataloging