



GREEN CONTRUCTION MANAGEMENT

GREEN CONSTRUCTION MANAGEMENT

FAKTOR PENGHAMBAT PADA PROYEK
KONSTRUKSI GEDUNG DI KOTA MALANG

Ir. Maranatha Wijayaningtyas, ST., M.MT., Ph.D, IPU
Leonardo Wijaya Paiso Seputro
Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT.
Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT.



MK Press

Gedung Papaya Lt. 2.
Jl. Margorejo Indah 60 - 68, Surabaya - Indonesia
Email : admin@muarakaryapress.com
Website : www.muarakaryapress.com

ISBN 978-623-7669-32-6



9 786237 669326



GREEN CONSTRUCTION MANAGEMENT

**FAKTOR PENGHAMBAT PADA PROYEK KONSTRUKSI
GEDUNG DI KOTA MALANG**

Ir. Maranatha Wijayaningtyas, ST., M.MT., Ph.D, IPU

Leonardo Wijaya Paise Seputro

Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT.

Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT.



Penerbit:

PT. Muara Karya (Anggota IKAPI)

Surabaya, 2022

Judul:

GREEN CONSTRUCTION MANAGEMENT
FAKTOR PENGHAMBAT PADA PROYEK KONSTRUKSI
GEDUNG DI KOTA MALANG

Oleh : *Ir. Maranatha Wijyaningtyas, ST., M.MT., Ph.D, IPU*
Leonardo Wijaya Paise Seputro
Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT.
Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT.

Hak Cipta © pada Penulis

Penerbit : *PT. Muara Karya*
ISBN : *978-623-7669-32-6*

Diterbitkan oleh :



PT. Muara Karya (IKAPI)
Gedung Papaya Lt. 2. Jl. Margorejo Indah 60 - 68,
Surabaya 12620 – Indonesia
Website : www.muarakaryapress.com
Email : admin@muarakaryapress.com

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penulis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan YME, atas karunia dan perkenanNya sehingga proses penulisan dan penerbitan buku ini dapat terselesaikan. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi dukungan dan motivasi selama proses penulisan buku ini.

Konsep *green construction* menjadi salah satu solusi untuk mengatasi berkurangnya sumber daya alam dan meningkatnya pemanasan global akibat pembangunan konstruksi, sehingga dapat mendorong pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). *Green construction management* menjadi penting untuk diperkenalkan secara terus menerus khususnya kepada generasi milenial sebagai generasi yang akan menjalani kehidupan di masa mendatang.

Buku ini memberikan pemahaman terkait *green construction management* dan faktor penghambat *green construction management* secara umum pada proyek konstruksi di Indonesia, dan khususnya pada proyek konstruksi gedung di Kota Malang. Bahasan secara rinci

yang dijelaskan terkait dengan teori dan konsep *green construction management* berdasarkan para ahli, identifikasi faktor-faktor penghambat penerapan *green construction management*, faktor dominannya, dan analisisnya menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

Penulis berharap buku ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca secara umum untuk lebih memahami faktor penghambat dalam penerapan *green construction management*. Secara khusus dapat digunakan sebagai acuan bagi para pengembangan proyek konstruksi gedung, real estate dan properti di Indonesia untuk mendesaian pembangunan berkelanjutan dengan menerapkan konsep *green construction management*.

Tidak ada kesempurnaan dalam setiap ide atau gagasan tanpa bantuan dari banyak pihak. Oleh sebab itu tanggapan, masukan maupun koreksi sangat diharapkan demi kesempurnaan buku ini di masa depan.

Malang, November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
Bab 1.....	1
Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Proyek Konstruksi.....	4
1.3 Manajemen Konstruksi Hijau (<i>Green Construction Management</i>).....	5
Bab 2.....	10
Faktor Penghambat Penerapan <i>Green Construction Management</i>	10
2.1 Faktor Peraturan.....	11
2.2 Faktor Pemerintah	12
2.3 Faktor Finansial	18
2.4 Faktor Teknis.....	19
2.5 Faktor Teknologi	21
2.6 Faktor Pendidikan.....	23
2.7 Faktor Budaya dan Kebiasaan.....	24
Bab 3.....	26
Metode <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	26
3.1 Pengenalan Metode <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	26
3.2 Tahapan Metode <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	30
3.3 Penyusunan Hirarki.....	31
3.4 Matriks Perbandingan Berpasangan	33

3.5 Rerata Geometrik.....	36
3.6 Penentuan Bobot Prioritas Relatif.....	37
3.7 Konsistensi Matriks Perbandingan Berpasangan	37
3.8 Prosedur Pembobotan AHP.....	40
Bab 4. Penerapan AHP dalam <i>Green Construction</i>	
<i>Management</i>	43
4.1 <i>Green Construction Management</i> pada	
Proyek Gedung	43
4.2 Identifikasi Hambatan dalam Penerapan <i>Green</i>	
<i>Construction Management</i>	47
4.3 Analisis Penerapan AHP.....	52
4.4 Faktor-Faktor Penghambat Penerapan <i>Green</i>	
<i>Construction Management</i>	62
4.4.1 Analisis Deskriptif Faktor Peraturan	62
4.4.2 Hasil Perhitungan Skor Faktor Pemerintah (A2).....	63
4.4.3 Hasil Perhitungan Skor Faktor Finansial (A3).....	65
4.4.4 Hasil Perhitungan Skor Faktor Teknis (A4)	66
4.4.5 Hasil Perhitungan Skor Faktor Teknologi (A5)	67
4.4.6 Hasil Perhitungan Skor Faktor Pendidikan (A6).....	68
4.4.7 Hasil Perhitungan Skor Faktor Budaya dan Kebiasaan	
(A7).....	69
4.4.8 Faktor-Faktor Penghambat Penerapan <i>Green</i>	
<i>Construction Management</i> pada Proyek Gedung di Kota	
Malang.....	70
Bab 5	77
Strategi Penerapan <i>Green Construction Management</i>	77
DAFTAR PUSTAKA	83
GLOSARIUM	88

INDEKS.....	91
TENTANG PENULIS	92

Bab 1.

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global dan degradasi lingkungan merupakan isu serius saat ini, yang menjadi tantangan bagi masyarakat lokal dan dunia. Keduanya disebabkan oleh faktor yang berbeda. Sektor konstruksi merupakan salah satu faktor yang dinilai berdampak negatif terhadap lingkungan.

Perusakan lingkungan terjadi selama proses konstruksi sampai dengan bangunan tersebut dapat digunakan. Pengurangan ruang hijau, konsumsi energi yang berlebihan, dan bahan bangunan yang tidak ramah berkontribusi terhadap pemanasan global. Oleh karena itu, konsep manajemen konstruksi hijau diperkenalkan ke dalam konstruksi.

Konstruksi hijau didefinisikan sebagai perencanaan dan pelaksanaan proses pembangunan berdasarkan dokumen kontrak untuk meminimalkan dampak lingkungan negatif dari proses pembangunan. Ini menyeimbangkan kapasitas ekologis saat ini dengan

kebutuhan hidup manusia. dan generasi mendatang (Ervianto, 2011). Namun konsep ini harus diikuti oleh masyarakat serta untuk membangkitkan kepekaan mereka terhadap upaya menjaga dan melestarikan lingkungan. Konstruksi hijau ini merupakan terobosan yang sangat baik dalam mengurangi dampak pemanasan global, namun gerakan tersebut juga membutuhkan penerapan praktis oleh para pemangku kepentingan dan dukungan pemerintah dalam mengimplementasikan konsep tersebut

Tahap konstruksi pada saat tahap pelaksanaan dipandang sebagai faktor kunci dalam mewujudkan perspektif konstruksi hijau. Selain itu, koalisi kontraktor dalam kesadaran dan tindakan di lokasi konstruksi hijau melalui penerapan prinsip-prinsip hijau di lokasi konstruksi akan memainkan peran penting. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menyelidiki kesadaran konstruksi hijau dan untuk mengklarifikasi kesenjangan antara kesadaran dan kegiatan dalam mengadopsi spesifikasi hijau dari perspektif personel di lokasi.

Proses konstruksi dapat dianggap berbahaya bagi lingkungan jika tidak dikontrol dengan baik selama implementasi. Menurut (Ervianto, 2018), jumlah

perkembangan yang dilakukan dalam industri konstruksi di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pembangunan sektor konstruksi merupakan pembangunan yang dianggap dapat menyebabkan kerusakan lingkungan.

Salah satu contoh gedung di Kota Malang adalah Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Gedung tersebut mendapatkan nilai *bronze* yang berarti perlu adanya evaluasi terhadap manajemen didalamnya. Nilai *bronze* ialah terendah dalam penilaian menurut *Green Building Council Indonesia* (GBCI). Maka dari itu perlu dilakukan adanya analisa faktor penghambat penerapan *green construction management* pada pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Kota Malang.

Pada buku ini akan menganalisis kendala-kendala *green construction management* pada proyek konstruksi gedung di Kota Malang. Kendala atau hambatan dalam menerapkan *green construction management* harus diidentifikasi sehingga diketahui kendala mana yang menjadi dasar dalam penerapan *green construction management* di industri konstruksi di Kota Malang. Kebaruan dari riset adalah meneliti *green construction* pada

tiga proyek di Kota Malang dengan metode campuran (kualitatif dan kuantitatif). Terobosan dari buku ini adalah faktor-faktor penghambat yang mempengaruhi penerapan *green construction management* di Kota Malang.

1.2 Proyek Konstruksi

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya baik. Riskan dengan jelas (Soeharto, 1999). Menurut Gray dan Larson (2007) sebuah proyek adalah kompleks, tidak rutin, usahanya dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya dan spesifikasi kinerja yang di desain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Definisi dari kegiatan proyek adalah suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasanya telah ditetapkan dengan jelas. Proyek konstruksi adalah sutau rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan

umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut terdapat suatu proses yang mengelola sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan.

Proyek konstruksi adalah usaha yang kompleks dan tidak memiliki kesamaan persis dengan proyek manapun sebelumnya sehingga sangat penting suatu proyek konstruksi membutuhkan manajemen proyek konstruksi (Ervianto, 2005). Suatu proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Selain itu, proyek konstruksi juga memiliki karakteristik yaitu bersifat unik, membutuhkan sumber daya (*manpower, material, machines, money, method*), serta membutuhkan organisasi (Ervianto, 2005).

1.3 Manajemen Konstruksi Hijau (*Green Construction Management*)

Istilah konstruksi hijau umumnya mengacu pada lingkungan. Sebenarnya, tidak ada definisi khusus dalam definisi istilah hijau ini. Demikian pula, ada banyak istilah duplikat yang menggunakan istilah yang terkait dengan

lingkungan ini. Kondisi tersebut pada akhirnya dirancang sesuai dengan kriteria program yang dijalankan.

Green construction merupakan istilah yang berkaitan dengan lingkungan yang berkembang dalam proyek pembangunan dalam merespon efek pemanasan global. *Green construction* merupakan suatu perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi berdasarkan dokumen kontrak dalam meminimalisir dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan (Ervianto, 2015). Definisi *green construction* yang digunakan adalah suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi untuk meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang.

Green construction atau konstruksi hijau merupakan sebuah gerakan berkelanjutan yang mencita-citakan terciptanya konstruksi dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi yang ramah lingkungan (Ervianto, 2015). Dalam hal ini tahap pelaksanaan berperan penting terhadap suatu proses kegiatan proyek konstruksi. Sedangkan, Hoffman (2008)

menyatakan bahwa *green construction* adalah istilah yang meliputi strategis, teknis dan produk konstruksi yang dalam pelaksanaannya sedikit menggunakan bahan yang menyebabkan pencemaran lingkungan.

Konsep *green construction* merupakan konsep yang populer dibidang pembangunan konstruksi dalam rangka merespon pemanasan global. Manfaat paling penting dari penerapan konsep ini tidak hanya sekedar melindungi sumber daya alam, tetapi juga mewujudkan efisiensi penggunaan energi dan meminimalisir kerusakan lingkungan. *Green construction management* didefinisikan sebagai suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi yang didasarkan pada dokumen kontrak untuk meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang (Ervianto, 2011).

Green construction management merupakan bagian dari *sustainable construction* yang merupakan proses holistik yang bertujuan untuk mengembalikan dan menjaga keseimbangan antara lingkungan alami dan buatan (Plessis, 2005). Menurut Ervianto (2012), *green*

construction didefinisikan suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi untuk meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang.

Penerapan *green construction management* pada konstruksi sebuah proyek memberikan banyak manfaat yaitu rendahnya biaya operasional, lebih nyaman karena suhu dan kelembaban yang terjaga, sistem sirkulasi udara yang baik, mudah dan murah dalam penggantian material, dan biaya perawatan yang relative rendah (Ervianto, 2012). Dasar prinsip *green construction* adalah untuk menghasilkan suatu bangunan yang memperhatikan prinsip ramah lingkungan, penggunaan sumber daya alam dan energy secara efisien dengan memperhatikan segala aspek seperti tata ruang agar mutu dari kualitas udara di dalam ruangan tetap terjaga, penggunaan material yang mudah terbarukan, tetap menjaga mutu bangunan dan memperhatikan kesehatan penghuninya yang semuanya berdasarkan kaidah pembangunan darberkelanjutan. Aspek-aspek tersebut diperhatikan selama siklus hidup

bangunan yaitu dari tahap perencanaan, pembangunan, operasional, pemeliharaan, renovasi bahkan hingga pembongkaran.

Bab 2.

Faktor Penghambat Penerapan *Green Construction* *Management*

Green construction management memegang peranan penting dalam terwujudnya konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*). Tujuan konstruksi berkelanjutan yaitu menggunakan bahan yang dapat didaur ulang dan terbarukan dalam pembangunan konstruksi guna meminimalisir konsumsi energi dan produksi limbah. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka memerlukan perhatian khusus dari beberapa pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi. Melalui kesadaran yang tinggi akan pentingnya pembangunan konstruksi hijau pada masa kini, memungkinkan untuk melestarikan energi dan sumber daya alam yang ada di masa mendatang. Terdapat tujuh faktor yang mempengaruhi penerapan manajemen konstruksi hijau. Ketujuh faktor tersebut dapat memberikan hambatan maupun mendorong kesuksesan terwujudnya konstruksi hijau di lapangan. Adapun ketujuh faktor tersebut meliputi faktor peraturan,

pemerintah, finansial, teknis, teknologi, pendidikan, budaya dan kebiasaan.

2.1 Faktor Peraturan

Aziz (2011) menyatakan bahwa faktor penghambat yang paling utama dalam menerapkan *green construction management* di Indonesia berkaitan dengan masalah hukum dan regulasi untuk menyediakan guideline mengenai pelaksanaan *green construction management*. Menurut Samari (2013) hambatan yang diakibatkan oleh kurangnya pelaksanaan peraturan mengenai *green construction management* antara lain:

1. Meningkatnya risiko investasi;
2. Kurangnya kredit untuk menutup uang muka dalam pelaksanaan *green construction management*;
3. Harga final konstruksi yang tinggi;
4. Kurangnya kebutuhan akan *green construction management*;
5. Tidak adanya insentif bagi yang sudah melaksanakan *green construction management*;
6. Kurangnya regulasi mengenai *green construction management*;

7. Biaya investasi yang tinggi;
8. Kurangnya strategi yang mendorong *green construction management*; dan
9. Kurangnya kesadaran dari masyarakat umum tentang *green construction management*.

2.2 Faktor Pemerintah

Menurut Alfaiz, Karim, dan Alashwal (2021) pemerintah memegang peranan terpenting dalam penerapan *green construction management*. Hambatan yang muncul dari sisi pemerintah sehingga mengganggu penerapan *green construction management* yaitu:

1. Kurang atau belum ada perundang-undangan yang mengatur pelaksanaan *green construction* secara efisien dan efektif;
2. Kurangnya ketersediaan anggota tim yang kompeten;
3. Kurangnya pelatihan dan pengembangan keterampilan yang mendukung penerapan *green construction management*;

4. Kurangnya penerapan subsidi atau pengurangan pajak dalam penerapan *green construction management*;
5. Rendahnya pengalaman dan pengetahuan pemerintah pusat maupun daerah terhadap manfaat *green construction management*;
6. Manajer proyek yang direkrut tidak memiliki kompetensi dalam mengimplementasikan *green construction management*;
7. Kurangnya pengawasan pemerintah terhadap pelaksanaan pengendalian;
8. Kurangnya dukungan dari top management;
9. Kurangnya pihak yang memiliki kesadaran dalam mengatur dan mengalokasikan anggaran *green construction management* secara tepat biaya, mutu, dan waktu;
10. Belum adanya pemeliharaan teknologi hijau;
11. Kurangnya pemahaman dalam menerapkan praktek konstruksi untuk meminimalisir gangguan konstruksi terhadap masyarakat setempat;
12. Tradisi budaya; dan
13. Kompleksitas teknologi

Upaya untuk mengantisipasi hambatan yang disebabkan oleh faktor pemerintah dalam menerapkan *green construction management* menurut Shen, dkk (2018), yaitu:

1. Meningkatkan kompetensi manajer proyek, konsultan *green construction management*, kontraktor, desainer, dan tim proyek;
2. Memberikan dukungan dalam pengambilan keputusan;
3. Mendukung hubungan antar pemangku kepentingan atau stakeholders;
4. Pendekatan teknologi yang inovatif;
5. Keterlibatan awal pemangku kepentingan atau stakeholders;
6. Memotivasi tim proyek;
7. Komunikasi antar partisipan;
8. Meningkatkan ketersediaan mesin dan peralatan canggih yang menerapkan *green construction management*;
9. Menjaga kebersihan dan keseimbangan lingkungan social, politik, dan ekonomi;
10. Jenis proyek; dan

11. Ukuran proyek

Faktor yang dapat membantu meminimalisir hambatan penerapan *green construction management* dari segi pemerintah, menurut Dalibi, Alikumo, dan Bello (2017) antara lain:

1. Pengetahuan teknis *green construction*, inovasi dan upaya diantara para profesional dalam desain konstruksi;
2. Biaya yang memadai;
3. Mengadopsi fitur *green construction* dengan preferensi;
4. Mengatasi hambatan politik, ekonomi, sosial, teknologi, lingkungan dan budaya;
5. Pandangan yang berpusat terhadap faktor keberhasilan dan kriteria keberhasilan pengembangan *green construction* di antara pemangku kepentingan;
6. Sistem penilaian *green construction*;
7. Penggunaan material yang ramah lingkungan;
8. Hasil akhir yang dicapai seperti yang dibayangkan dengan memenuhi tujuan proyek, kinerja teknis dan spesifikasi fungsionalitas;

9. Kepuasan klien;
10. Kepuasan pengguna proyek; dan
11. Kemampuan tim proyek

Sedangkan menurut Alqadami (2020), faktor pemerintah yang dapat menurunkan hambatan penerapan *green construction management* diantaranya:

1. Pengadaan public untuk memfasilitasi publisitas tindakan menuju pendekatan yang lebih hijau;
2. Kerjasama dan sinergi antara pemerintah, konsultan, dan pemasok untuk mengembangkan database spesifikasi hijau yang andal dan dapat diakses;
3. Melakukan penelitian tentang bukti penghematan biaya dengan pengadaan hijau;
4. Mengevaluasi metode alternatif untuk mencapai tujuan;
5. Memilih bahan yang beresiko rendah terhadap lingkungan;
6. Kompetensi orang yang bertanggung jawab untuk implementasi dan penilaian;
7. Dukungan keuangan untuk *green construction*;
8. Penerapan sertifikasi mutu untuk bahan;

9. Pemanfaatan alat penilaian dan pengukuran yang ada seperti GBCI; dan

10. Meningkatkan kompetensi badan kontruksi

Menurut Rehman (2020), faktor pemerintah untuk meminimalisir hambatan dalam penerapan *green construction* yaitu:

1. Kesesuaian dan kualitas spesifikasi, pemandu dan pembanding;
2. Perencanaan dan control proyek yang efektif;
3. Kepercayaan diantara stakeholders;
4. Komunikasi dan kerjasama antar peserta proyek;
5. Tim manajemen fasilitas yang terampil;
6. Dukungan dari Top Management;
7. Pengalaman kerja, tingkat kesadaran dan ketrampilan;
8. Tujuan yang jelas dan objektif;
9. Periode pengawasan dan penyetelan yang lebih lama;
10. Kebijakan dan peraturan;
11. Kinerja manajer proyek; dan
12. Keterlibatan dan komitmen owner.

2.3 Faktor Finansial

Penerapan konsep konstruksi ramah lingkungan terbukti positif di berbagai negara. Hal tersebut belum berlaku di Indonesia. Masih banyak hambatan dalam mengimplementasikan konsep konstruksi hijau di Indonesia. Perbedaan pemahaman, persepsi para pelaku pembangunan tentang pembangunan ekologis dan berkelanjutan, dan kurangnya perencanaan finansial yang menopang penerapan *green construction* merupakan beberapa alasan belum tercapainya penerapan *green construction management* di Indonesia. Menurut Sinulingga (2012), hambatan finansial yang dihadapi dalam menerapkan *green construction management* adalah:

1. Pembiayaan dan perawatan *green construction*;
2. Modal dan biaya;
3. Pembuatan peraturan yang sah dalam penerapan *green construction*;
4. Membangun kesadaran masyarakat pentingnya *green construction*;
5. Penataan kota untuk mewujudkan konsep *green construction*;

6. Pemilihan material atau bahan bangunan ramah lingkungan;
7. Kurangnya kepedulian terhadap kesehatan; dan
8. Pembuatan disain yang strategis yang memerlukan perencanaan biaya yang tepat.

2.4 Faktor Teknis

Identifikasi faktor teknis yang menghambat penerapan *green construction management* di Ghana dilihat dari perspektif konsultan (Djokoto, 2014) adalah sebagai berikut:

1. Kurangnya konstruksi yang menerapkan kebutuhan *green construction management* ke dalam anggaran proyek;
2. Kurangnya strategi untuk mendorong *green construction management*;
3. Biaya akhir yang tinggi;
4. Kurangnya kesadaran masyarakat umum akan pentingnya *green construction management*;
5. Kurangnya dukungan pemerintah;
6. Kurangnya regulasi mengenai *green construction management*;

7. Biaya investasi yang tinggi;
8. Kurangnya alat ukur untuk menilai *green construction management*;
9. Kurangnya teknologi mengenai *green construction management*; dan
10. Kurangnya keahlian dalam menilai *green construction management*.

Hakinson (2012) berpendapat bahwa hambatan teknis yang dapat terjadi pada *green construction management* dalam tahap desain yaitu:

1. Biaya untuk *green construction* bisa dikatakan sedikit lebih tinggi daripada konstruksi yang tidak menerapkan *green construction*;
2. Pendidikan dan pengalaman dalam *green construction management*;
3. Kurangnya pendidikan dalam *green construction* dimana hanya diberikan dalam kursus, seminar dan workshop singkat mengenai *green construction*;
4. Pemilik atau *owner* yang mempunyai pengalaman mengenai paktek *green construction management* masih sedikit sekali;

5. Material masih susah untuk mendapatkan sertifikat yang bisa memastikan bahwa material yang dipakai adalah material yang ramah lingkungan; dan
6. Pemilik proyek yang enggan menyiapkan biaya dan tidak memperhatikan pentingnya biaya untuk *green construction*.

2.5 Faktor Teknologi

Ervianto (2014) turut mengamati perkembangan penerapan *green construction management* di Indonesia dan mengidentifikasi hambatan dari sisi teknologi yang dihadapi kontraktor dalam pengimplementasian *green construction* yaitu:

1. Teknologi, seperti penggunaan bahan bakar alternative, teknologi daur ulang, terbatasnya ketersediaan peralatan ramah lingkungan dalam hal tingkat kebisingan, implementasi komponen prafabrikasi, ragam material terbarukan;
2. Peran aktif pemilik proyek, seperti mensyaratkan pemakaian kayu yang dapat dipertanggung jawabkan asal usulnya, pembuatn sisem untuk infiltrasi tanah, ketentuan filterisasi air yang akan

- disalurkan kedalam tanah, tidak menebang pohon kecuali didalam bangunan, penggunaan air bersih yang bertanggung jawab, melakukan monitoring sampah yang dihasilkan, memantau kebisingan, getaran dan kondisi air tanah akibat proyek, memantau kualitas udara selama proyek berlangsung untuk menciptakan udara yang bersih;
3. Terbatasnya regulasi yang mengatur tentang implementasi *green construction*, seperti standarisasi terkait dengan penerangan yang sesuai untuk aktivitas konstruksi baik didalam maupun luar ruangan, ketentuan penggunaan alat konstruksi yang rendah emisi dan berbahan bakar yang efisien;
 4. Sosialisasi penghematan air, energy, penggunaan sensor cahaya, tidak menggunakan zat berbahaya seperti merkuri, *styrofoam* yang tidak ramah lingkungan; dan
 5. Campur tangan pendanaan dalam hal peremajaan berbagai peralatan yang rendah emisi dan efisien bahan bakar.

2.6 Faktor Pendidikan

Menurut *Clean Water America Alliance* (2012), faktor pendidikan yang rendah berpotensi menghambat penerapan *green construction management*. Faktor pendidikan dalam penerapan *green construction management* dikategorikan sebagai berikut:

1. Kurangnya pemahaman dan pengetahuan mengenai *green construction* dan manfaat *green construction*, tidak adanya data mengenai keuntungan, biaya dan *performance*-nya, tidak cukupnya pengetahuan teknis dan pengalaman, kurangnya standar disain, kurang adanya best practice;
2. Rendahnya hukum dan peraturan yang menaungi penerapan *green construction management*, baik itu peraturan di pemerintah lokal maupun pemerintah pusat;
3. Kurangnya data mengenai biaya dan keuntungan secara ekonomis, dirasakan mempunyai biaya yang tinggi, kurang pendanaan di segala level dengan koordinasi program keuangan yang tidak baik dan terlalu banyak resiko keuangan;

4. Kurangnya informasi yang beredar mengenai manfaat *green construction management* kepada masyarakat dan institusi; serta

Kurangnya kerjasama antara badan yang berwenang terhadap lingkungan hidup.

2.7 Faktor Budaya dan Kebiasaan

Menurut Griffin (2012), faktor penghambat utama dalam penerapan *green construction management* adalah faktor budaya dan kebiasaan. Faktor tersebut dipicu oleh interaksi antara *stakeholder*, peningkatan biaya, regulasi mengenai material *green construction* dan ketersediaan material untuk *green construction* itu sendiri. Sedangkan menurut Kurniati (2014) hambatan dari *green construction management* adalah kurangnya kesadaran terhadap pentingnya *green construction management*, adanya anggapan biaya *green construction* mahal, kurangnya kontraktor dan konsultan yang “hijau” di Indonesia dan belum adanya peraturan dan standar mengenai *green construction* dan material yang berlabel hijau.

Sementara itu menurut Nauman (2011) hambatan budaya dan kebiasaan dalam penerapan *green construction management* adalah:

1. Kurangnya pemahaman structural dan prosedur dari institusi dan organisasi tentang *green construction management*;
2. Rendahnya pembuatan regulasi yang menerapkan bangunan hijau pada pembangunan konstruksi;
3. Perbedaan culture dan behavior pekerja konstruksi dan pemilik proyek;
4. Hambatan prioritas yang diciptakan oleh tekanan luar dimana pemerintah harus meresponnya;
5. Kurangnya sumber daya, keuangan dan sumber daya manusia; dan
6. Rendahnya kesadaran pihak-pihak konstruksi dalam mengimplementasikan *green construction management*.

Bab 3.

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

3.1 Pengenalan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang menstruktur masalah yang kompleks dalam sebuah hirarki yang terdiri dari beberapa tingkatan yang memuat tujuan, beberapa aspek dan atau kriteria pertimbangan serta sejumlah alternatif pemecahan. Aspek-aspek, kriteria-kriteria, dan alternatif-alternatif inilah yang selanjutnya disebut sebagai elemen-elemen keputusan. Elemen-elemen ini dibandingkan satu sama lain secara berpasangan dan bobot prioritas relatifnya masing-masing ditentukan untuk mendapatkan prioritas menyeluruh sebagai hasil akhir dari AHP.

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah suatu prosedur pengambilan keputusan mulai kriteria yang terstruktur (Saaty, 1993). Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang matematikawan dari University of Pittsburgh Amerika

Serikat, pada tahun 1970-an. AHP merupakan model yang luwes yang memungkinkan kita mengambil keputusan yang mengkombinasikan pertimbangan dan nilai-nilai pribadi secara logis (Saaty, 1993). AHP digunakan untuk mengkaji permasalahan tersebut secara seksama kemudian menyusunnya ke dalam sebuah hirarki yang terdiri dari beberapa tingkat/level, yaitu level tujuan, kriteria dan alternatif. Setelah Menyusun hirarki, selanjutnya adalah memberi nilai numerik pada pertimbangan subyektif tentang tingkat prefensi antar elemen pada setiap level hirarki. Hasil akhir dari AHP adalah prioritas bagi alternatif - alternatif yang ada untuk memenuhi tujuan dari permasalahan yang dihadapi (Saaty, 1993).

Prinsip kerja AHP (Marimin, 2004) adalah penyederhanaan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur, strategik, dan dinamik menjadi bagianbagiannya serta menata dalam suatu hirarki. Kemudian tingkat kepentingan setiap variable diberi nilai numerik secara subjektif tentang arti penting variabel tersebut secara relatif dibandingkan dengan variabel lain. Dari berbagai pertimbangan tersebut kemudian dilakukan sintesa untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas

tinggi dan berperan untuk mempengaruhi hasil pada system tersebut. Secara grafis, persoalan keputusan AHP dapat dikonstruksikan sebagai diagram bertingkat, yang dimulai dengan goal/sasaran, lalu aspek level pertama, kriteria dan akhirnya alternatif.

AHP memungkinkan pengguna untuk memberi nilai bobot relatif dari suatu kriteria majemuk (atau alternatif majemuk terhadap suatu kriteria) secara intuitif, yaitu dengan melakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*) AHP memiliki banyak keunggulan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan, karena dapat digambarkan secara grafis, sehingga mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan. Dengan AHP proses keputusan kompleks dapat diuraikan menjadi keputusan-keputusan lebih kecil yang dapat ditangani dengan mudah. Selain itu AHP juga menguji konsistensi penilaian, bila terjadi penyimpangan yang terlalu besar dari konsistensi sempurna, maka hal ini menunjukan bahwa penilaian perlu diperbaiki, atau hirarki harus distruktur ulang.

Beberapa kelebihan yang diperoleh bila menggunakan dan mengambil keputusan dengan menggunakan AHP adalah:

1. Kompleksitas

AHP menggunakan langkah-langkah deduktif dan Langkah-langkah yang berdasarkan system dalam memecahkan persoalan kompleks

2. Saling Ketergantungan

AHP dapat mempermudah saling ketergantungan elemen-elemen dalam suatu system dan tidak memaksakan pemikiran linier.

3. Penyusunan Hirarki

AHP mencerminkan kecenderungan alami pikiran untuk memilah-milah elemen-elemen suatu system dalam berbagai tingkat berlainan dan mengelompokan unsur yang serupa dalam setiap tingkat.

4. Konsistensi

AHP dapat memilah konsistensi logis dari pertimbangan yang digunakan untuk menerapkan berbagai prioritas.

5. Penilaian dan Konsensus

AHP tidak memaksakan consensus tetapi mensintesiskan suatu hasil yang representatif dari berbagai penilaian yang berbeda.

6. Pengulangan Proses

AHP memungkinkan untuk memperhalus definisi mereka pada suatu persoalan dan memperbaiki pertimbangan dan pengertian mereka melalui pengulangan.

3.2 Tahapan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Menurut Supriadi, Rustandi, Komarlina, dan Ardiani (2018), prosedur dalam menggunakan metode AHP terdiri beberapa tahap yaitu:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan;
2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria dan alternatif pilihan;
3. Membuat matrik perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya;

4. Melakukan mendefenisikan perbandingan pasangan sehingga diperoleh jumlah penilaian seluruhnya sebanyak $n \times \frac{(n-1)}{2}$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan;
5. Menghitung nilai eigen vector dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data (preferensi) perlu diulangi; dan
6. Memeriksa konsistensi hirarki.

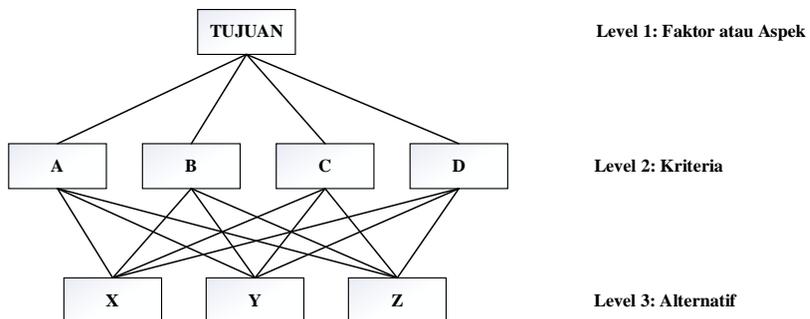
3.3 Penyusunan Hirarki

Hirarki adalah gambaran dari suatu permasalahan yang kompleks dalam sebuah struktur yang tersusun secara bertingkat-tingkat (berlevel-level) dimana tingkat atau level pertamanya adalah aspek, diikuti secara berturut-turut oleh level kriteria dan seterusnya hingga pada level yang paling bawah yakni level alternatif. Hirarki juga merupakan suatu cara yang tepat untuk menguraikan suatu permasalahan yang kompleks dalam mencari penjelasan sebab akibat dalam Langkah-langkah yang berbentuk sebuah rantai atau rangkaian yang linier (Saaty, 1993).

Dalam menyusun suatu hirarki tidak terdapat suatu pedoman tertentu yang harus diikuti, semuanya tergantung kepada kemampuan penyusunan dalam memahami masalah. Meskipun demikian, ada beberapa patokan yang dapat dijadikan pegangan dalam menyusun hirarki, yaitu (Saaty, 1993):

1. Walaupun suatu hirarki tidak dibatasi dalam jumlah levelnya, tetapi sebaiknya dalam setiap sub-sistem hirarki tidak terlalu banyak elemen (sekitar lima sampai sembilan elemen); dan
2. Setiap elemen akan dibandingkan dengan elemen lain dalam suatu sub-sistem hirarki yang sama, sehingga elemen-elemen tersebut haruslah setara secara kualitas.

Contoh hirarki linier sederhana yang terdiri dari tiga level ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Hierarti Linier Sederhana

Gambar 3.1 merupakan hirarki linier sederhana karena memiliki bentuk yang meningkat dari satu level ke level lain yang berdekatan. Bentuk tersebut tidak mutlak, sehingga dapat dilakukan pengembangan dengan menambahkan kriteria. Hirarki memiliki sifat fleksibilitas, sehingga apabila elemen-elemen dari suatu level tidak mudah untuk dibandingkan, maka suatu level baru dapat diciptakan (Saaty, 1993).

3.4 Matriks Perbandingan Berpasangan

Matriks perbandingan berpasangan merupakan suatu matriks yang digunakan untuk menyertakan suatu pertimbangan antara dua elemen yang dibandingkan (Saaty, 1993). Matriks yang digunakan merupakan matriks bujur sangkar dengan banyak baris dan kolom sebagaimana kriteria yang dihubungkan dengan tujuan. Angka dalam matriks ini mengekspresikan intensitas dari dominasi kriteria pada kolom sebelah kiri terhadap kriteria pada baris puncak. Matriks ini berupa matriks *reciprocal*, artinya angka yang simetrik berdasar diagonal utama adalah kebalikan satu sama lain. Dalam matriks ini, perbandingan dirinya sendiri pada diagonal utama, maka

perbandingan itu diberi angka satu (Saaty, 1993). Misalkan kriteria C memiliki beberapa elemen di bawahnya, yaitu A_1, A_2, \dots, A_n . Tabel matriks perbandingan berpasangan (a_{ij}) ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Matriks Perbandingan Berpasangan

C	A_1	A_2	...	A_n
A_1	1	A_{21}	...	a_{12}
A_2	a_{12}	1	...	A_{n2}
:	:	:
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	1

Sumber: (Saaty, 1993)

Pedoman untuk memberi penilaian dalam perbandingan berpasangan yaitu dengan menggunakan skala perbandingan yang diusulkan oleh Thomas L. Saaty. Interval dalam perbandingan berpasangan tersebut antara satu sampai Sembilan dengan masing-masing nilai mempunyai kriteria sendiri untuk dipilih. Skala perbandingan yang digunakan dalam AHP disajikan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Skala Perbandingan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama.
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya.
5	Lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya.
7	Sangat lebih penting	Satu elemen lebih disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata dibandingkan dengan pasangannya.
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya pada tingkat keyakinan tinggi.
2,4,6,8		Diberikan bila terdapat penilaian antara dua penilaian yang terdekat.
Kebalikan	$a_{ij} = 1 / a_{ji}$	Jika untuk aktivitas ke- <i>i</i> mendapatkan satu angka bila

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
		dibandingkan dnegan aktivitas ke- <i>j</i> , maka <i>j</i> memiliki nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan <i>i</i> .

Sumber: (Saaty, 1993)

3.5 Rerata Geometrik

Dalam penelitian yang melibatkan banyak responden dapat melibatkan perbedaan pendapat terhadap kriteria yang sama. Untuk mengatasi hal tersebut, menurut Saaty (1993) digunakan rata-rata geometrik untuk mendapatkan penilaian akhir. Menurut Yitnosumarto (1994) rata-rata geometrik dihitung dengan persamaan berikut:

$$\bar{X}_g = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n X_i} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana:

\bar{X}_g : Rata-rata geometrik

n : Banyaknya responden

X_i : Data hasil perbandingan berpasangan

3.6 Penentuan Bobot Prioritas Relatif

Sintesis terhadap pertimbangan diperlukan untuk memperoleh perangkat prioritas menyeluruh bagi suatu permasalahan keputusan. Sintesis dilakukan melalui matriks perbandingan berpasangan dengan cara melakukan suatu pembobotan dan penjumlahan untuk menghasilkan bilangan tunggal yang menunjukkan prioritas setiap elemen (Saaty, 1993). Bobot prioritas yang dicari dinyatakan dalam vector $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$. Nilai w_n menyatakan bobot relatif kriteria A_n terhadap keseluruhan set kriteria pada subsistem tersebut. Pada situasi penilaian yang konsisten sempurna (teoritis) didapatkan hubungan $A_{ik} = a_{ij}$, dimana a_{jk} untuk $i, j, k = 1, 2, \dots, n$. dan matriks yang didapatkan adalah konsisten.

3.7 Konsistensi Matriks Perbandingan Berpasangan

Konsistensi dan matriks perbandingan berpasangan diperlukan untuk menjamin bahwa pemikiran atau obyek yang serupa dikelompokkan menurut homogenitas dan relevansinya serta bahwa intensitas relasi antar gagasan atau antar obyek yang didasarkan pada suatu kriteria tertentu saling membenarkan secara logis (Saaty, 1993). Jika W_i dan

W_j berturut-turut merupakan bobot prioritas relative elemen ke- i dan elemen ke- j , maka pada matriks perbandingan berpasangan yang konsisten berlaku persamaan berikut.

$$a_{ij} = w_i / w_j \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana:

Apabila A adalah matriks perbandingan berpasangan yang konsisten, maka semua nilai eigen bernilai nol kecuali yang bernilai sama dengan n . tetapi, bila A adalah matriks tak konsisten, variasi kecil atas a_{ij} akan membuat nilai eigen terbesar λ_{max} selalu lebih besar atau sama dengan n : $\lambda_{max} \geq n$. perbedaan antara λ_{max} dengan n dapat digunakan untuk meneliti seberapa besar ketidakkonsistenan yang ada dalam A , dimana rata-ratanya dinyatakan menggunakan persamaan berikut.

$$\mu = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (3.4)$$

Suatu matriks yang dihasilkan dari perbandingan secara acak merupakan suatu matriks yang mutlak tak konsisten. Dari matriks acak tersebut, didapatkan nilai *Consistency Index* yang disebut *Random Consistency Index* (RI) (Saaty,

1993). *Consistency Index* (CI) menurut (Saaty, 1993) didefinisikan melalui persamaan berikut.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (3.5)$$

Nilai *Random Consistency Index* (RI) disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Nilai *Random Consistency Index* (RI)

Tabel Index Random Konsistensi															
RCI values corresponding to the order of the matrix															
No. of criteria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RCI	0	0	0,59	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Sumber: (Saaty, 1993)

Dengan membandingkan CI dengan RI, didapat suatu acuan untuk menentukan tingkat konsistensi suatu matriks. Acuan tersebut adalah *Consistency Ratio* yang dirumuskan sebagai berikut (Saaty, 1993).

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (3.6)$$

Suatu tingkat konsistensi tertentu diperlukan dalam penentuan prioritas untuk mendapatkan hasil yang sah. Nilai CR semestinya tidak lebih dari 5% untuk n = 3, tidak lebih dari 8% untuk n = 4, dan tidak lebih dari 10% untuk n = 5. Jika tidak, penilaian yang telah dibuat mungkin dilakukan secara random perlu direvisi (Saaty, 1993).

3.8 Prosedur Pembobotan AHP

Analisa data menggunakan metode AHP, membutuhkan prosedur pembobotan elemen data di dalamnya. Tahapan prosedur pembobotan elemen dalam metode AHP yaitu:

1. Langkah pertama, jumlah entri-entri dari matriks perbandingan berpasangan menurut kolom seperti terlihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Matriks Perbandingan Berpasangan

C	A ₁	A ₂	...	A _n
A ₁	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1n}
A ₂	a ₂₁	a ₂₂	...	a _{2n}
:	:	:	...	:
A _n	a _{n1}	a _{n2}	...	a _{nn}
Jumlah A ₁	$\sum_{i=1}^n a_{i1} = a_1$	$\sum_{i=1}^n a_{i2} = a_2$...	$\sum_{i=1}^n a_{in} = a_n$

Sumber: (Saaty, 1993)

2. Langkah kedua, normalisasi matriks perbandingan berpasangan dengan membagi setiap entri dari setiap kolom pada matriks perbandingan berpasangan dengan jumlah kolom yang bersesuaian, sehingga didapat matriks seperti terlihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Normalisasi Matriks

C	A ₁	A ₂	...	w
A ₁	a ₁₁ =/ a. ₁ =Z ₁₁	a ₁₂ =/ a. ₂ =Z ₁₂	...	a _{1n} =/ a. _n =Z _{1n}
A ₂	a ₂₁ =/ a. ₁ =Z ₂₁	a ₂₂ =/ a. ₂ =Z ₂₂	...	A ₂₁ =/ a _n =Z _{2n}
:	:	:	...	:
A _n	a _{n1} =/ a. ₁ =Z _{n1}	A _{n2} =/ a. ₂ =Z _{n2}	...	a _{nn} =/ a. _n =Z _{nn}

Sumber: (Saaty, 1993)

- Langkah ketiga, menghitung rata-rata tiap baris untuk mendapatkan vector eigen (w) dengan cara membagi jumlah entri baris ke-i dari matriks yang telah dinormalisasi di atas dengan banyaknya elemen (n) seperti ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Perhitungan Vector Eigen (w)

C	A ₁	A ₁	...	A ₁	w
A ₁	z ₁₁	z ₁₂	...	z _{1n}	$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_{1j}$
A ₂	z ₂₁	z ₂₂	...	z _{2n}	$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_{2j}$
...

C	A ₁	A ₁	...	A ₁	w
A _n	z _{n1}	z _{n2}	...	z _{nn}	$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_{3j}$

Sumber: (Saaty, 1993)

- Langkah keempat, mengalikan bobot masing-masing elemen mullai dari elemen yang berada pada level paling atas hingga elemen yang berada pada level paling bawah sesuai dengan struktur hirarkinya.

Bab 4. Penerapan AHP dalam *Green Construction Management*

4.1 *Green Construction Management* pada Proyek Gedung

Kajian penerapan *green construction management* dilakukan pada proyek konstruksi Gedung yang berada di Kota Malang, Jawa Timur. Gedung yang dimaksud ialah gedung dengan minimal tiga lantai. Gedung tersebut meliputi gedung swasta dan juga gedung milik Pemerintah Kota Malang yang ditunjukkan melalui Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Objek Penelitian

No.	Nama Proyek	Alamat Proyek	Kontraktor Pelaksana	Tahun
1.	Pembangunan Auditorium Brawijaya dan KDP Gedung Entrepreneurship Terpadu	Jalan Veteran	PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.	2021-2022
2.	Pembangunan Gereja Bethany Yestoya Malang	Telaga Bodas Tidar	PT. Waringin Megah	2021-2022

No.	Nama Proyek	Alamat Proyek	Kontraktor Pelaksana	Tahun
3.	Pembangunan Gedung Creative Center (MCC) Malang	Jalan Ahmad Yani	PT. Tiara Multi Teknik	2021-2022

Metode yang digunakan dalam buku ini adalah metode campuran (*mixed method*). Menurut Iskandar (2021) menyatakan bahwa metode penelitian kombinasi adalah suatu penelitian yang mengkombinasikan atau menggabungkan antara metode kualitatif dan kuantitatif untuk digunakan secara bersama-sama. Metode kualitatif digunakan pada rumusan masalah pertama dan ketiga dalam menentukan faktor-faktor dan aksi mitigasi pada rumusan masalah ketiga, dan dilanjutkan menggunakan metode kuantitatif untuk analisis rumusan masalah kedua dan ketiga.

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode campuran bertahap (*sequential mixed methods*). Menurut Iskandar (2021), pengumpulan data dalam metode campuran yaitu menanamkan satu metode pada metode lainnya, sehingga satu jenis data yang didapatkan dapat mendukung data lainnya. Dalam cara ini,

pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif dilakukan secara bersamaan. Pengumpulan data ini dapat dilakukan dengan wawancara terlebih dahulu untuk mendapatkan data kualitatif lalu diikuti dengan data kuantitatif. Sumber data terbagi menjadi dua yaitu, data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara:

1. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data utama dalam penelitian kualitatif. Wawancara atau diskusi dilakukan dengan pihak-pihak yang berpengalaman pada proyek konstruksi gedung.

2. Kuesioner

Kuesioner adalah teknik pengumpulan data utama dalam penelitian kuantitatif. Kuesioner dibagikan pada pihak-pihak yang berpengalaman pada proyek konstruksi gedung. Responden pada pengumpulan data kuesioner antara lain *Project Manager*, *Site Manager*, Pelaksana Sipil, dan juga Ahli Bidang Manajemen Konstruksi.

Pengumpulan data sekunder dalam buku ini dilakukan dengan cara mengumpulkan studi literatur dari jurnal dan buku referensi.

Teknik pengumpulan *sample* pada buku ini menggunakan *purposive sampling* dan *sampling jenuh*. Pertimbangan responden yaitu *expert judgment* atau yang menguasai dan kompeten dibidang gedung dan mampu memberikan masukan untuk mengidentifikasi masalah terjadi pada proyek dan penyelesaiannya. Untuk jumlah responden dalam metode AHP tidak memiliki perumusan tertentu, namun hanya ada batas minimum yaitu dua orang responden (Saaty, 1993). Adapun responden yang dimaksud antara lain:

1. Pelaksana Proyek (Kontraktor)

Pelaksana atau kontraktor dalam UUK 2/17 tentang jasa kontruksi adalah penyedia jasa orang perseorangan atau badan usaha yang dinyatakan ahli yang profesional dibidang pelaksanaan jasa kontruksi yang mampu menyelenggarakan kegiatannya untuk mewujudkan suatu hasil perencanaan menjadi bentuk bangunan atau bentuk fisik lainnya.

2. Pengawas Proyek (Konsultan Pengawas)

Dalam dunia konstruksi Konsultan pengawas adalah pihak yang ditunjuk oleh pemilik proyek (owner) untuk melaksanakan pekerjaan pengawasan. Konsultan pengawas dapat berupa badan usaha atau perorangan.

4.2 Identifikasi Hambatan dalam Penerapan *Green Construction Management*

Penelitian menggunakan objek variabel berupa kegiatan yang memiliki variasi tertentu sehingga dapat dipelajari serta dapat diambil kesimpulan darinya. Suratman (2010) menyatakan bahwa konsep *green construction* merupakan satu rangkaian dalam konsep *green construction* namun dapat berdiri sendiri, yaitu konsep *green* pada tahap pelaksanaan konstruksi saja. Oleh karena itu, dalam buku ini menggunakan variabel terikat (*dependent*). Variabel-variabel penghambat penerapan *green construction* didapatkan dari pendapat para ahli. Kriteria penghambat penerapan *green construction* menurut para ahli ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kriteria Hambatan Penerapan *Green Construction*
Menurut Para Ahli

No.	Kriteria	Referensi
1.	Peraturan	(Djoko, 2014) (Samari, 2013) (Azis, 2011)
2.	Pemerintah	(Djoko, 2014) (Sinulingga, 2012) (Ervianto, 2014) (Naumann, 2011)
3.	Finansial	(Ahmed Tawfik Alqadami, dkk, 2020)
4.	Teknis	(Wenxin Shen, dkk, 2018)
5.	Teknologi	(Wenxin Shen, dkk, 2018) (Sinulingga, 2012) (Clean Water America Alliance, 2012)
6.	Pendidikan	(Clean Water America Alliance, 2012) (Hakinson, 2012) (Djoko, 2014) (Clean Water America Alliance, 2012)
7.	Budaya dan Kebiasaan	(Samari, 2013)

Tabel 4.2 menunjukkan tujuh kriteria yang digunakan untuk menilai hambatan dalam penerapan *green construction* menurut para ahli. Setiap kriteria memiliki faktor penghambat masing-masing. Tabel 4.3 menjelaskan faktor penghambat dari tujuh kriteria tersebut.

Tabel 4.3 Faktor Penghambat Penerapan
Green Construction

No.	Faktor-Faktor Penghambat Penerapan <i>Green Construction Management</i>	Sumber
1.	Peraturan <ol style="list-style-type: none"> 1. Peraturan yang detail mengenai penerapan <i>green construction</i> di Indonesia 2. <i>Guideline</i> yang <i>comprehensive</i> dalam menerapkan <i>green construction</i> 	Djoko, 2014 Samari, 2013 Azis, 2011
2.	Pemerintah <ol style="list-style-type: none"> 1. Dukungan dari pemerintah dalam menerapkan <i>green construction</i> 2. Penataan wilayah dalam mendukung <i>green construction</i> 3. Sosialisasi dari pemerintah mengenai penghematan sumber energi yang menunjang konstruksi 	Djoko, 2014 Sinulingga, 2012 Ervianto, 2014 Naumann, 2011 Naumann, 2011

No.	Faktor-Faktor Penghambat Penerapan <i>Green Construction Management</i>	Sumber
	<ol style="list-style-type: none"> 4. Prioritas yang diciptakan oleh tekanan luar dimana pemerintah harus meresponnya 5. Prosedural dari institusi atau organisasi 	
3.	<p>Finansial</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembiayaan dan perawatan <i>green construction</i> yang dirasakan pemilik proyek 2. Resiko keuangan yang dirasakan terlalu besar bagi pemilik proyek 	<p>Sinulingga, 2012 Clean Water Alliance, 2012</p>
4.	<p>Teknis</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Keberadaan untuk mendapatkan sertifikat yang bisa memastikan bahwa material yang ramah lingkungan 2. Kompetensi kontaktor 3. Kompetensi konsultan pengawas 4. Kompetensi konsultan perencana 5. Kondisi kontrak 6. Pemanfaatan alat penilaian dan pengukuran yang ada seperti (GBCI) 	<p>Hakinson, 2012 Wenxin Shen, dkk 2018 Wenxin Shen, dkk 2018 Sundus Khaleel Alfaiz, dkk 2021 Ali Rehman, dkk 2020 Ali Rehman,</p>

No.	Faktor-Faktor Penghambat Penerapan <i>Green Construction Management</i>	Sumber
	7. Komunikasi dan kerja keras sama antar peserta proyek 8. Dukungan dari top manajemen 9. Keterlibatan awal <i>stakeholder</i>	dkk 2020 Wenxin Shen, dkk 2018
5.	Teknologi 1. Alternatif material dan metode pelaksanaan dalam menerapkan <i>green construction</i> 2. Mesin dan peralatan canggih	Ervianto, 2014 Wenxin Shen, dkk 2018 Sundus Khaleel Alfaiz, dkk 2021
6.	Pendidikan 1. Keberadaan tenaga ahli di pemerintah mengenai <i>green construction</i> 2. Pengetahuan, pengalaman dan kontraktor mengenai <i>green construction</i> 3. Pengetahuan dan keahlian konsultan mengenai <i>green construction</i> 4. <i>Best practice</i> dan <i>lesson learnt</i> mengenai <i>green construction</i>	Clean Water America Alliance, 2012 Hakinson, 2012 Djoko, 2014 Clean Water America Alliance, 2012
7.	Budaya dan Kebiasaan	Samari, 2013

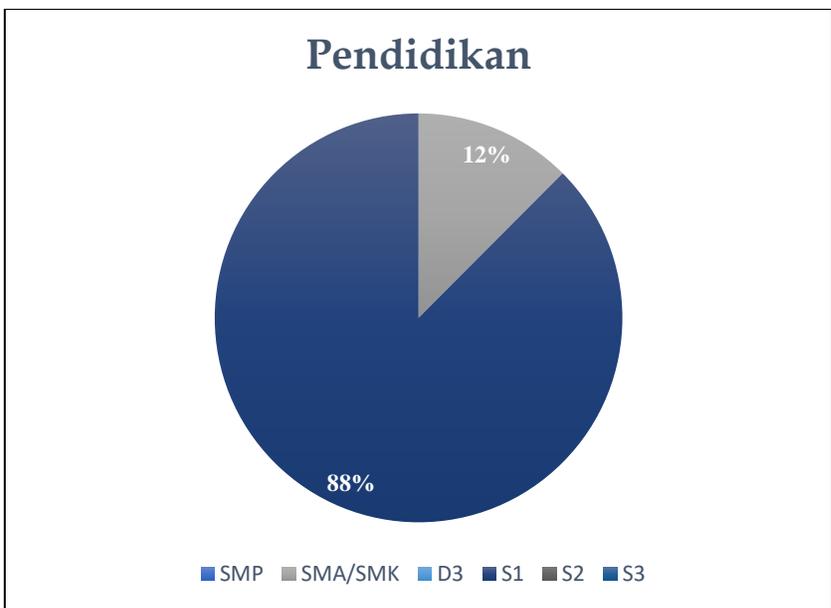
No.	Faktor-Faktor Penghambat Penerapan <i>Green Construction Management</i>	Sumber
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sikap anti pasti atau resisten untuk menerapkan <i>green construction</i> 2. Kesadaran untuk menerapkan <i>green construction</i> 3. Perasaan tidak perlu tentang penerapan <i>green construction</i> 	Sinulingga, 2012

4.3 Analisis Penerapan AHP

Data diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner kepada 12 responden. Kemudian dilanjutkan dengan analisis menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Penentuan kriteria dan faktor prioritas dalam penerapan *Green Construction Management* pada proyek gedung di Kota Malang diperoleh dari sebuah pertanyaan yang terukur dalam kuesioner. Kriteria dan faktor yang sudah ditemukan, selanjutnya digunakan dalam perbandingan berpasangan.

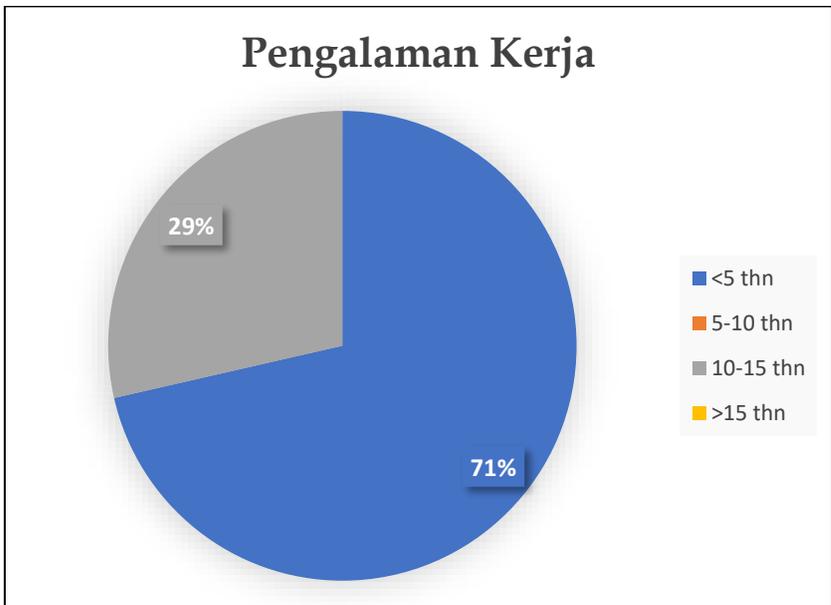
Hasil dari perbandingan berpasangan diuji kolerasinya dan menghasilkan konsisten atau tidak konsisten. Apabila hasil sudah konsisten maka dihitung masing-masing bobot dari setiap perbandingan berpasangan. Melalui tahap ini diperoleh hasil akhir

berupa skala prioritas atau ranking yang diurutkan berdasarkan nilai total skor tertinggi sampai terendah. Pengisian kuesioner ini dilakukan oleh 12 responden yang dipilih dengan masing-masing responden yang sudah memiliki pengalaman dan pengetahuan yang lebih untuk mengisi kuesioner tersebut. Gambar 4.1 menunjukkan hasil kuesioner yang telah diisi oleh responden.



Gambar 4.1 Hasil Kuisisioner Pendidikan Terakhir Responden

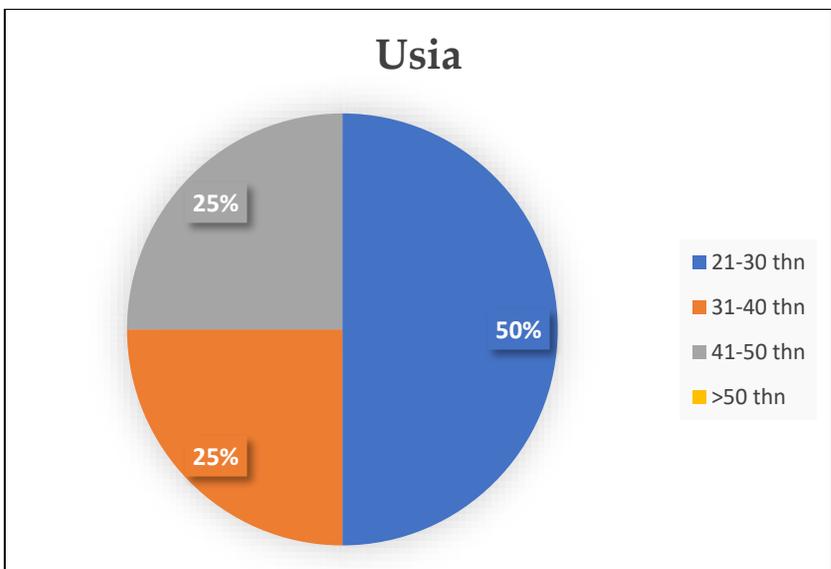
Gambar 4.1 menunjukkan pendidikan terakhir dari 23 responden yang mengisi kuesioner, pengisian kuesioner di dominasi oleh "S1" dengan persentasi 88% dan untuk urutan kedua dengan persentasi 12% oleh "SMA/SMK". Gambar 4.2 menunjukkan periode pengalaman kerja responden.



Gambar 4.2 Hasil Kuisisioner Durasi Pengalaman Bekerja Responden

Gambar 4.2 diketahui lama bekerja atau pengalaman bekerja dari 12 responden. Hasil dari pengisian kuesioner

tersebut yaitu: kategori <5 tahun sebesar 71% dan kategori 10-15 tahun sebesar 29%. Gambar 4.3 menunjukkan pengelompokan usia responden yang berpartisipasi dalam pengisian kuisisioner. Gambar 4.3 menjelaskan usia dari 12 responden yaitu: kategori usia 21-30 tahun sebesar 50%, kategori usia 31-40 tahun sebesar 25%, dan kategori usia 41-50 tahun sebesar 25%.



Gambar 4.3 Hasil Kuisisioner Usia Responden

Tahapan awal pengolahan data adalah memasukan data dari hasil kuesioner perbandingan aspek yang diperoleh dari 12 responden dengan bobot penilaian.

Setelah melakukan perhitungan perbandingan, selanjutnya menghitung *Consistency Ratio* dengan membandingkan *Consistency Index* dengan *Random Consistency Index* dengan syarat tidak boleh melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Setelah semua data dinyatakan konsisten, selanjutnya diperoleh rerata geometrik untuk masing-masing pasangan aspek. Setelah diperoleh rerata geometrik setiap pasangan aspek, maka dilakukan perhitungan pembobotan aspek.

Penulisan ini memaparkan perbandingan kecenderungan responden pelaksana proyek dalam hambatan penerapan *green construction*. Data yang diambil berdasarkan kuisisioner yang di berikan pada responden secara acak pada periode waktu tertentu. Analisa perhitungan mengambil sampel responden 1 ditunjukkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Form Isian Perbandingan Berpasangan
Antar Kriteria

R1	Kriteria	Rating									Kriteria									
		9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8	9	
1	A1 (Peraturan)			✓															A2 (Pemerintah)	
2	A1 (Peraturan)			✓															A3 (Finansial)	
3	A1 (Peraturan)			✓															A4 (Teknis)	
4	A1 (Peraturan)			✓															A5 (Teknologi)	
5	A1 (Peraturan)			✓															A6 (Pendidikan)	
6	A1 (Peraturan)			✓															A7 (Budaya dan Kebiasaan)	
7	A2 (Pemerintah)			✓															A3 (Finansial)	
8	A2 (Pemerintah)													✓					A4 (Teknis)	
9	A2 (Pemerintah)			✓															A5 (Teknologi)	
10	A2 (Pemerintah)																✓		A6 (Pendidikan)	
11	A2 (Pemerintah)																✓		A7 (Budaya dan Kebiasaan)	
12	A3 (Finansial)				✓														A4 (Teknis)	
13	A3 (Finansial)																✓		A5 (Teknologi)	
14	A3 (Finansial)																	✓	A6 (Pendidikan)	
15	A3 (Finansial)																✓		A7 (Budaya dan Kebiasaan)	
16	A4 (Teknis)																	✓	A5 (Teknologi)	
17	A4 (Teknis)																		✓	A6 (Pendidikan)
18	A4 (Teknis)																	✓	A7 (Budaya dan Kebiasaan)	
19	A5 (Teknologi)																	✓	A6 (Pendidikan)	
20	A5 (Teknologi)																	✓	A7 (Budaya dan Kebiasaan)	
21	A6 (Pendidikan)																	✓	A7 (Budaya dan Kebiasaan)	

Jawaban responden pada Tabel 4.4 menjadi dasar penyusunan matriks perbandingan berpasangan. Matriks perbandingan berpasangan bertujuan untuk melihat perbandingan setiap kriteria dan tingkat kepentingan dari kriteria yang satu dengan kriteria yang lainnya. Tabel 4.5 menunjukkan rerata geometris kriteria perbandingan berpasangan. Dari hasil rerata geometris kriteria perbandingan berpasangan, selanjutnya menyusun matriks perbandingan berpasangan antar kriteria. Setelah

penyusunan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria selesai dilakukan, selanjutnya menghitung bobot prioritas kriteria. Tabel 4.6 menunjukkan penyusunan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria, sedangkan Tabel 4.7 menampilkan perhitungan bobot prioritas kriteria.

Tabel 4.5 Rerata Geometris Kriteria Perbandingan Berpasangan

No.	Kriteria	Responden												Geomean	Kriteria/Faktor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	A1 (Peraturan)	7.00	1.00	7.00	7.00	7.00	8.00	8.00	5.00	7.00	3.00	2.00	1.00	4.22	A2 (Pemerintah)
2	A1 (Peraturan)	7.00	5.00	7.00	6.00	7.00	8.00	7.00	5.00	3.00	5.00	2.00	1.00	4.59	A3 (Finansial)
3	A1 (Peraturan)	7.00	5.00	0.20	0.17	7.00	0.20	0.17	9.00	8.00	9.00	7.00	9.00	2.17	A4 (Teknis)
4	A1 (Peraturan)	7.00	0.20	8.00	7.00	7.00	8.00	8.00	9.00	7.00	8.00	9.00	7.00	5.67	A5 (Teknologi)
5	A1 (Peraturan)	7.00	5.00	8.00	7.00	7.00	8.00	8.00	6.00	6.00	7.00	8.00	6.00	6.85	A6 (Pendidikan)
6	A1 (Peraturan)	7.00	5.00	7.00	6.00	7.00	8.00	8.00	0.17	0.14	0.20	3.00	1.00	2.14	A7 (Budaya dan Kebiasaan)
7	A2 (Pemerintah)	7.00	5.00	7.00	6.00	7.00	7.00	7.00	0.20	0.17	0.17	0.20	1.00	1.69	A3 (Finansial)
8	A2 (Pemerintah)	0.20	5.00	0.17	0.14	0.20	0.20	0.14	7.00	8.00	5.00	4.00	9.00	1.03	A4 (Teknis)
9	A2 (Pemerintah)	7.00	0.20	8.00	8.00	8.00	7.00	6.00	3.00	3.00	5.00	5.00	3.00	4.06	A5 (Teknologi)
10	A2 (Pemerintah)	0.11	1.00	8.00	8.00	0.11	7.00	6.00	5.00	5.00	7.00	7.00	3.00	2.65	A6 (Pendidikan)
11	A2 (Pemerintah)	0.14	5.00	0.11	0.13	0.11	0.11	0.13	5.00	1.00	0.20	0.20	0.14	0.30	A7 (Budaya dan Kebiasaan)
12	A3 (Finansial)	6.00	3.00	8.00	0.13	7.00	0.13	5.00	1.00	0.17	0.17	0.20	0.14	0.79	A4 (Teknis)
13	A3 (Finansial)	0.14	3.00	7.00	8.00	6.00	7.00	7.00	3.00	6.00	5.00	6.00	2.00	3.75	A5 (Teknologi)
14	A3 (Finansial)	0.11	0.17	8.00	8.00	0.11	6.00	7.00	9.00	5.00	6.00	7.00	7.00	2.54	A6 (Pendidikan)
15	A3 (Finansial)	0.14	5.00	8.00	8.00	0.11	0.11	0.17	1.00	0.20	0.20	0.11	0.11	0.44	A7 (Budaya dan Kebiasaan)
16	A4 (Teknis)	0.11	0.25	8.00	7.00	8.00	8.00	6.00	0.14	5.00	6.00	7.00	7.00	2.66	A5 (Teknologi)
17	A4 (Teknis)	0.11	0.25	8.00	7.00	8.00	8.00	6.00	1.00	5.00	7.00	5.00	5.00	3.00	A6 (Pendidikan)
18	A4 (Teknis)	0.14	5.00	0.13	0.14	0.14	0.14	0.17	1.00	0.20	0.14	0.20	0.11	0.23	A7 (Budaya dan Kebiasaan)
19	A5 (Teknologi)	0.14	0.17	0.13	0.14	0.13	0.13	0.14	1.00	1.00	5.00	3.00	9.00	0.47	A6 (Pendidikan)
20	A5 (Teknologi)	0.13	0.17	0.13	0.14	0.13	0.13	0.17	0.13	0.11	0.14	0.14	0.17	0.14	A7 (Budaya dan Kebiasaan)
21	A6 (Pendidikan)	0.14	5.00	0.14	0.14	0.17	0.17	0.20	0.17	0.11	0.11	0.11	0.14	0.19	A7 (Budaya dan Kebiasaan)

Tabel 4.6 Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

Kriteria	A1 (Peraturan)	A2 (Pemerintah)	A3 (Finansial)	A4 (Teknis)	A5 (Teknologi)	A6 (Pendidikan)	A7 (Budaya dan Kebiasaan)
A1 (Peraturan)	1.00	4.22	4.59	2.17	5.67	6.85	2.14
A2 (Pemerintah)	0.24	1.00	1.69	1.03	4.06	2.65	0.30
A3 (Finansial)	0.22	0.59	1.00	0.79	3.75	2.54	0.44
A4 (Teknis)	0.46	0.97	1.26	1.00	2.66	3.00	0.23
A5 (Teknologi)	0.18	0.25	0.27	0.38	1.00	0.47	0.14
A6 (Pendidikan)	0.15	0.38	0.39	0.33	2.11	1.00	0.19
A7 (Budaya dan Kebiasaan)	0.47	3.39	2.30	4.27	7.27	5.19	1.00
Jumlah	2.72	10.80	11.50	9.97	26.52	21.70	4.44

Tabel 4.7 Bobot Prioritas Kriteria

Kriteria	A1 (Peraturan)	A2 (Pemerintah)	A3 (Finansial)	A4 (Teknis)	A5 (Teknologi)	A6 (Pendidikan)	A7 (Budaya dan Kebiasaan)	Jumlah	Priority Vector	Matriks x Priority	Konsistensi
A1 (Peraturan)	0.37	0.39	0.40	0.22	0.21	0.32	0.48	2.39	0.34	2.56	7.48
A2 (Pemerintah)	0.09	0.09	0.15	0.10	0.15	0.12	0.07	0.77	0.11	0.80	7.27
A3 (Finansial)	0.08	0.05	0.09	0.08	0.14	0.12	0.10	0.66	0.09	0.68	7.25
A4 (Teknis)	0.17	0.09	0.11	0.10	0.10	0.14	0.05	0.76	0.11	0.78	7.21
A5 (Teknologi)	0.07	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.03	0.24	0.03	0.25	7.19
A6 (Pendidikan)	0.05	0.03	0.03	0.03	0.08	0.05	0.04	0.31	0.05	0.33	7.19
A7 (Budaya dan Kebiasaan)	0.17	0.31	0.20	0.43	0.27	0.24	0.23	1.85	0.26	1.97	7.44
Jumlah	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00	1.00		

Melalui perhitungan dan tabel di atas dapat diketahui bobot prioritas antar kriteria. Dalam menerapkan penggunaan metode AHP perlu dilakukan uji konsistensi penilaian. Hal ini berfungsi apabila terjadi penyimpangan

yang terlalu jauh dari nilai konsistensi sempurna, maka hal ini menunjukkan bahwa penilaian perlu diperbaiki. Pengujian nilai konsistensi berisi perhitungan nilai eigen maksimum (Maks), Indeks Konsistensi (CI), dan Rasio Konsistensi (CR) sebagai berikut.

a. Menghitung nilai eigen Maksimum (Maks)

$$\lambda_{\text{Maks}} = \frac{1}{n} \sum a_{ij}$$

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{Maks}} &= \frac{1}{7} (7,48+7,27+7,25+7,21+7,19+7,19+7,44) \\ &= 7,29 \end{aligned}$$

b. Menghitung nilai Indeks Konsistensi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{\text{Maks}} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{7,29 - 7}{6 - 1} = 0,05$$

c. Menghitung nilai Rasio Konsistensi (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CR = \frac{0,05}{1,32} = 0,04$$

$$CR = 0,04 \leq 0,1 \text{ (Konsisten)}$$

(Nilai $CR \leq 0,1$ maka derajat konsistensi baik)

Nilai konsistensi (CR) yang diperoleh lebih kecil atau sama dengan 0,1 yang artinya baik. Maka dari itu, hasil dapat dipergunakan untuk perhitungan bobot prioritas alternatif. Ada tujuh kriteria yang akan dijadikan

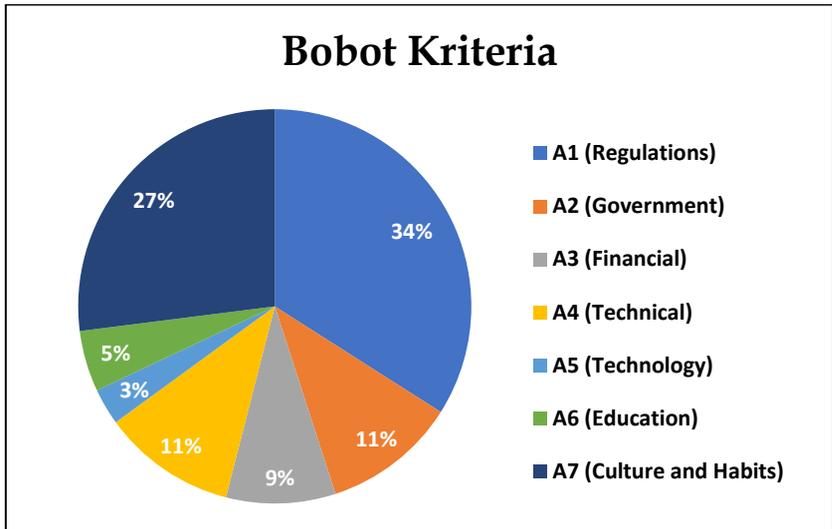
pertimbangan dalam penghambat penerapan *green construction* pada proyek konstruksi gedung, yaitu: Peraturan, Pemerintah, Finansial, Teknis, Teknologi, Pendidikan, dan Budaya & Kebiasaan. Dari data yang diperoleh kemudian dihitung bobot kriteria masing-masing. Tabel 4.8 menunjukkan hasil perhitungan bobot masing-masing kriteria, sedangkan Gambar 4.4 memvisualisasikan bobot ketujuh kriteria.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Bobot Prioritas Kriteria

Kriteria	Bobot
A1 (Peraturan)	0.34
A2 (Pemerintah)	0.11
A3 (Finansial)	0.09
A4 (Teknis)	0.11
A5 (Teknologi)	0.03
A6 (Pendidikan)	0.05
A7 (Budaya dan Kebiasaan)	0.27

Perhitungan bobot prioritas antara faktor menggunakan perbandingan berpasangan level 3 dari formisian responden. Matriks perbandingan berpasangan pada level 3 membandingkan faktor-faktor yang terdapat pada level 3 untuk setiap elemen pada level 3. Pengerjaan

perbandingan berpasangan level 2 dilakukan dengan cara yang sama, sehingga dapat dihitung bobot prioritas tiap faktor terhadap masing-masing kriteria.



Gambar 4.4 Bobot Prioritas Kriteria

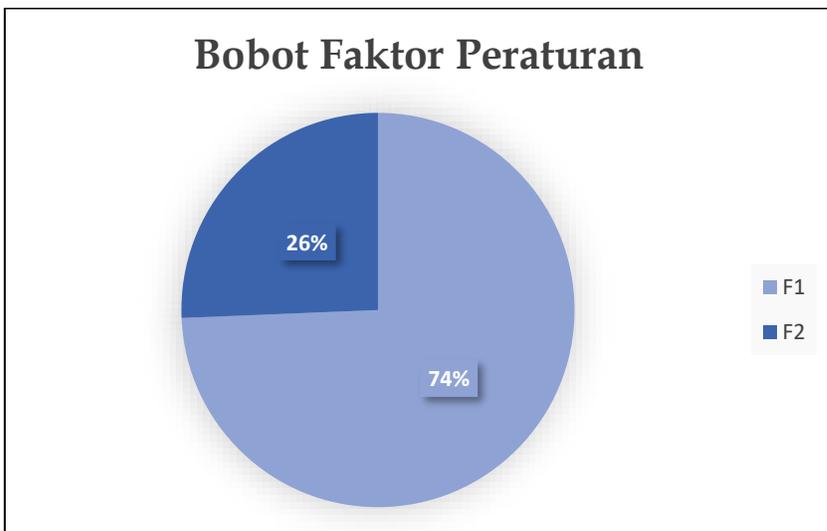
4.4 Faktor-Faktor Penghambat Penerapan *Green Construction Management*

4.4.1 Analisis Deskriptif Faktor Peraturan

Tabel 4.9 menunjukkan hasil perhitungan bobot prioritas terfaktor pada kriteria A1 (Peraturan). Visualisasi prosentase bobot prioritas terfaktor untuk kriteria A1 ditampilkan pada Gambar 4.5.

Tabel 4.9 Bobot Prioritas Faktor Peraturan

A1 Peraturan	F1	F2	Jumlah	Priority Vector	Matriks × Priority	Konsistensi
F1	0.74	0.74	1.48	0.74	1.49	2
F2	0.26	0.26	0.52	0.26	0.51	2
Perhitungan CR Kriteria	1	1	2	1		
λ Maks	2	Konsisten				
CI	0					
RI	0					
CR	0					



Gambar 4.5 Bobot Prioritas Faktor Peraturan

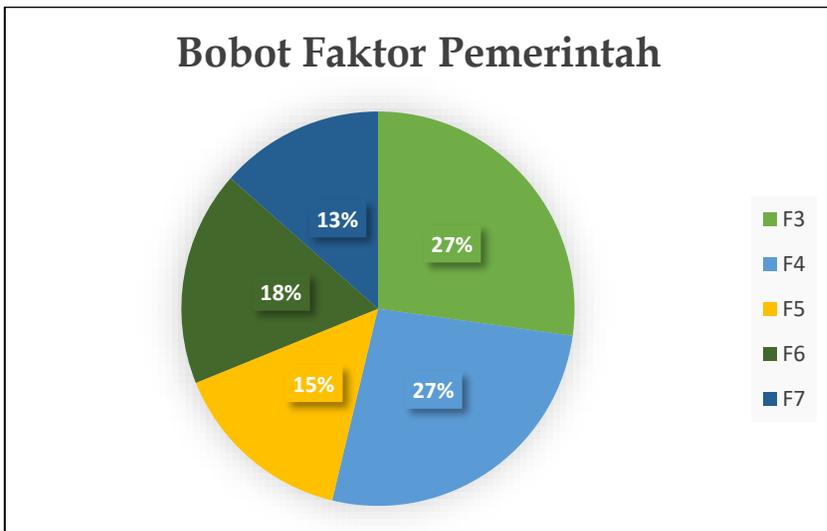
4.4.2 Hasil Perhitungan Skor Faktor Pemerintah (A2)

Tabel 4.10 menunjukkan hasil perhitungan bobot prioritas terfaktor pada kriteria A2 (Pemerintah).

Visualisasi prosentase bobot prioritas terfaktor untuk kriteria A2 ditampilkan pada Gambar 4.6.

Tabel 4.10 Bobot Prioritas Faktor Pemerintah

A2 Pemerintah	F3	F4	F5	F6	F7	Jumlah	Priority Vector	Matriks x Priority	Konsistensi
F3	0.28	0.37	0.28	0.26	0.18	1.36	0.27	1.44	5.3
F4	0.19	0.25	0.38	0.33	0.18	1.33	0.27	1.43	5.37
F5	0.14	0.09	0.14	0.2	0.19	0.76	0.15	0.8	5.31
F6	0.17	0.12	0.11	0.16	0.33	0.88	0.18	0.93	5.26
F7	0.21	0.18	0.09	0.06	0.13	0.67	0.13	0.7	5.2
Perhitungan CR Kriteria	1	1	1	1	1	5	1		
λ Maks	5.29	Konsisten							
CI	0.07								
RI	1.12								
CR	0.06								



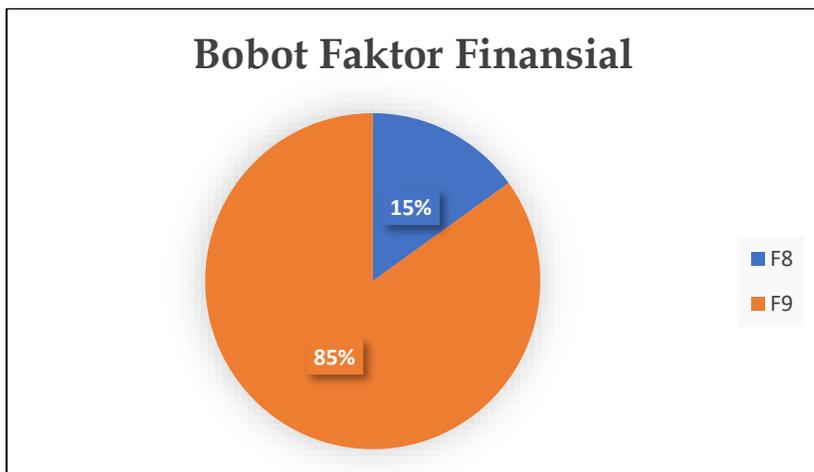
Gambar 4.6 Bobot Prioritas Faktor Pemerintah

4.4.3 Hasil Perhitungan Skor Faktor Finansial (A3)

Tabel 4.11 menunjukkan hasil perhitungan bobot prioritas terfaktor pada kriteria A3 (Finansial). Visualisasi prosentase bobot prioritas terfaktor untuk kriteria A3 ditampilkan pada Gambar 4.7.

Tabel 4.11 Bobot Prioritas Faktor Finansial

A3 Finansial	F8	F9	Jumlah	Priority Vector	Matriks × Priority	Konsistensi
F8	0.15	0.15	0.3	0.15	0.3	2
F9	0.85	0.85	1.7	0.85	1.7	2
Perhitungan CR Kriteria	1	1	2	1		
λ Maks	2	Konsisten				
CI	0					
RI	0					
CR	0					



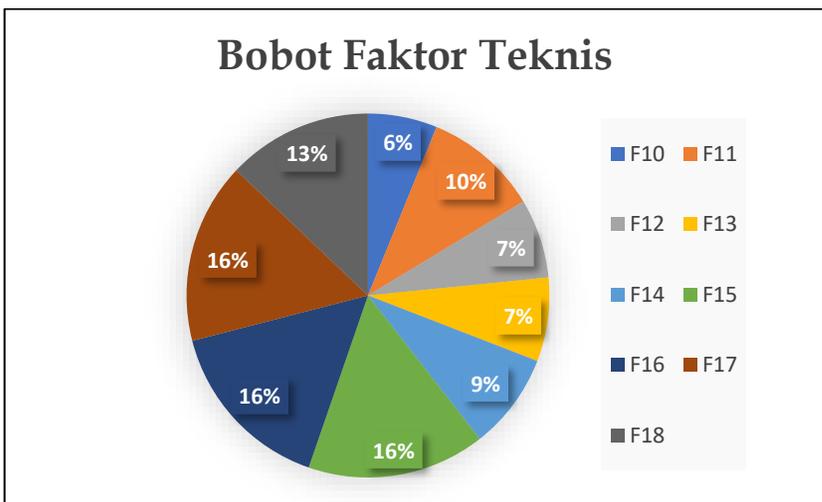
Gambar 4.7 Bobot Prioritas Faktor Finansial

4.4.4 Hasil Perhitungan Skor Faktor Teknis (A4)

Tabel 4.12 menunjukkan hasil perhitungan bobot prioritas terfaktor pada kriteria A4 (Teknis). Visualisasi prosentase bobot prioritas terfaktor untuk kriteria A4 ditampilkan pada Gambar 4.8.

Tabel 4.12 Bobot Prioritas Faktor Teknis

A4 Teknis	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	Jumlah	Priority Vector	Matriks x Priority	Konsistensi
F10	0.06	0.04	0.05	0.06	0.04	0.06	0.07	0.11	0.06	0.55	0.06	0.6	9.68
F11	0.17	0.1	0.05	0.09	0.11	0.08	0.07	0.09	0.15	0.91	0.1	1	9.77
F12	0.09	0.13	0.07	0.05	0.03	0.03	0.05	0.07	0.13	0.65	0.07	0.66	9.41
F13	0.07	0.07	0.09	0.06	0.04	0.02	0.1	0.1	0.13	0.68	0.07	0.69	9.33
F14	0.11	0.06	0.17	0.11	0.07	0.02	0.1	0.08	0.06	0.78	0.09	0.82	9.52
F15	0.11	0.12	0.22	0.33	0.32	0.11	0.08	0.08	0.06	1.43	0.16	1.63	10.27
F16	0.16	0.22	0.12	0.12	0.11	0.22	0.17	0.14	0.15	1.41	0.16	1.56	9.97
F17	0.1	0.18	0.17	0.11	0.15	0.22	0.21	0.17	0.14	1.45	0.16	1.61	9.99
F18	0.14	0.08	0.07	0.07	0.14	0.22	0.15	0.16	0.13	1.16	0.13	1.31	10.11
Perhitungan CR Kriteria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1		
λ Maks	9.78	Konsisten											
CI	0.1												
RI	1.45												
CR	0.07												



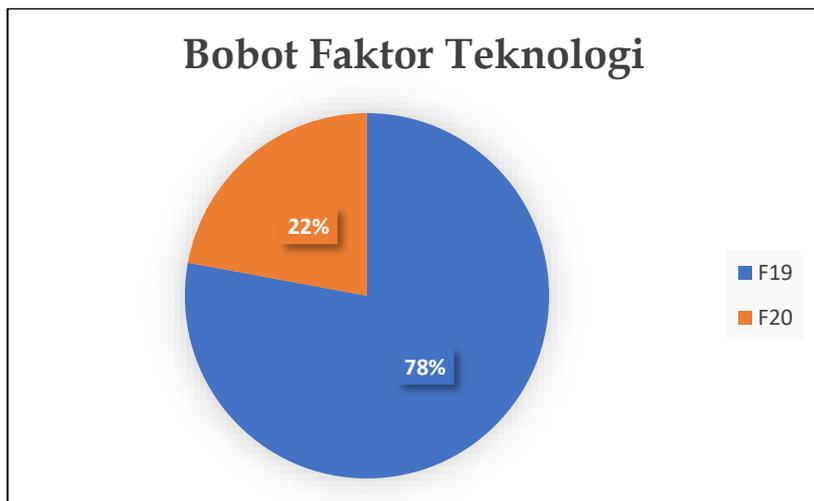
Gambar 4.8 Bobot Prioritas Faktor Teknis

4.4.5 Hasil Perhitungan Skor Faktor Teknologi (A5)

Tabel 4.13 menunjukkan hasil perhitungan bobot prioritas terfaktor pada kriteria A5 (Teknologi). Visualisasi prosentase bobot prioritas terfaktor untuk kriteria A5 ditampilkan pada Gambar 4.9.

Tabel 4.10 Bobot Prioritas Faktor Teknologi

A5 Teknologi	F19	F20	Jumlah	Priority Vector	Matriks × Priority	Konsistensi
F19	0.78	0.78	1.56	0.78	1.56	2
F20	0.22	0.22	0.44	0.22	0.44	2
Perhitungan CR Kriteria	1	1	2	1		
λ Maks	2	Konsisten				
CI	0					
RI	0					
CR	0					



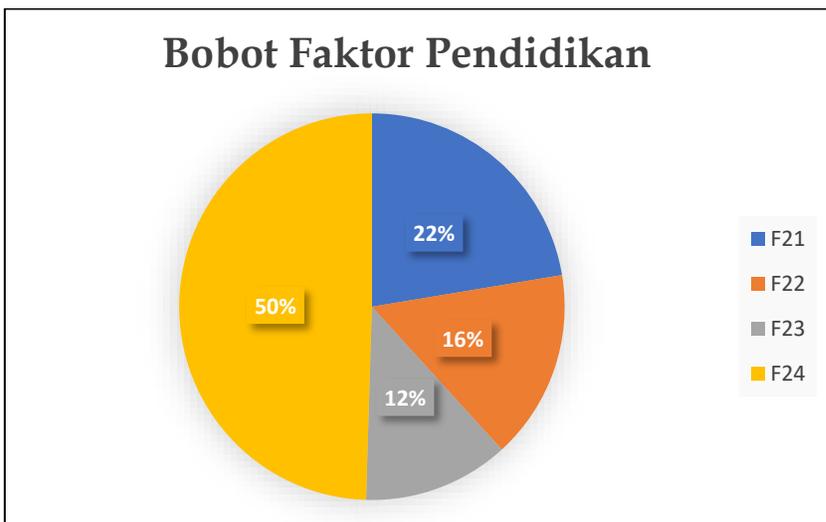
Gambar 4.9 Bobot Prioritas Faktor Teknologi

4.4.6 Hasil Perhitungan Skor Faktor Pendidikan (A6)

Tabel 4.14 menunjukkan hasil perhitungan bobot prioritas terfaktor pada kriteria A6 (Pendidikan). Visualisasi prosentase bobot prioritas terfaktor untuk kriteria A6 ditampilkan pada Gambar 4.10.

Tabel 4.14 Bobot Prioritas Faktor Pendidikan

A6 Pendidikan	F21	F22	F23	F24	Jumlah	Priority Vector	Matriks x Priority	Konsistensi
F21	0.23	0.27	0.14	0.25	0.89	0.22	0.94	4.21
F22	0.11	0.13	0.26	0.12	0.62	0.16	0.67	4.2
F23	0.19	0.06	0.12	0.12	0.49	0.12	0.5	4.07
F24	0.46	0.54	0.48	0.5	1.98	0.5	2.08	4.21
Perhitungan CR Kriteria	1	1	1	1	4	1		
λ Maks	4.17	Konsisten						
CI	0.06							
RI	0.9							
CR	0.06							



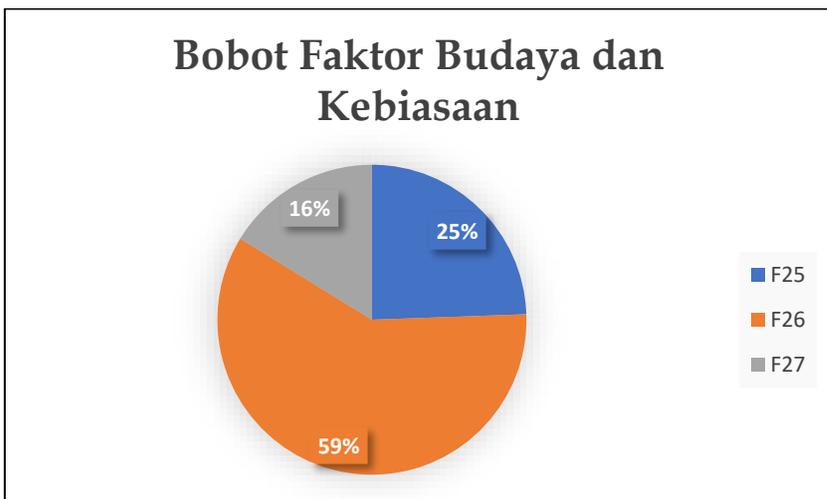
Gambar 4.10 Bobot Prioritas Faktor Pendidikan

4.4.7 Hasil Perhitungan Skor Faktor Budaya dan Kebiasaan (A7)

Tabel 4.15 menunjukkan hasil perhitungan bobot prioritas terfaktor pada kriteria A7 (Budaya dan Kebiasaan). Visualisasi prosentase bobot prioritas terfaktor untuk kriteria A7 ditampilkan pada Gambar 4.11.

Tabel 4.15 Bobot Prioritas Faktor Budaya dan Kebiasaan

A7 Budaya dan Kebiasaan	F25	F26	F27	Jumlah	Priority Vector	Matriks x Priority	Konsistensi
F25	0.24	0.23	0.27	0.74	0.24	0.73	3
F26	0.62	0.6	0.56	1.78	0.59	1.79	3.01
F27	0.14	0.18	0.17	0.49	0.16	0.49	3
Perhitungan CR Kriteria	1	1	1	3	1		
Maks	3.07	Konsisten					
CI	0						
RI	0.58						
CR	0.01						



Gambar 4.11 Bobot Prioritas Faktor Budaya dan Kebiasaan

4.4.8 Faktor-Faktor Penghambat Penerapan *Green Construction Management* pada Proyek Gedung di Kota Malang

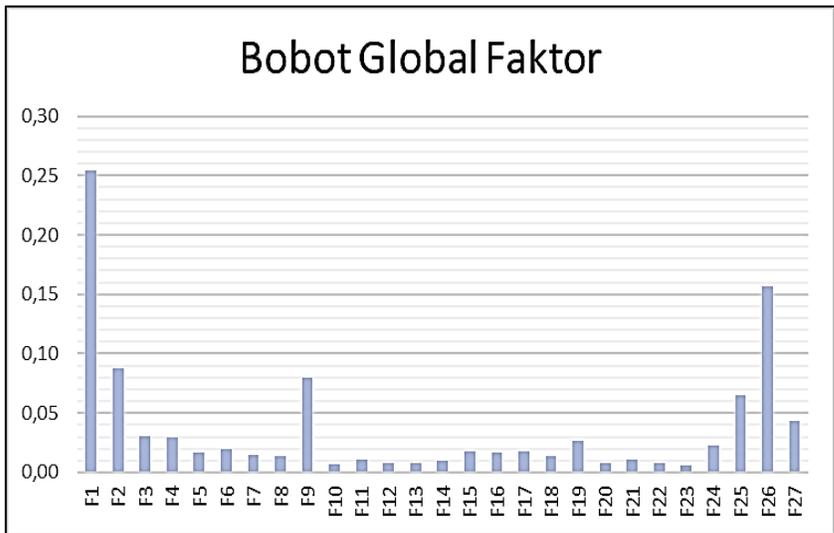
Melalui hasil perhitungan dan analisis bobot faktor dari tujuh kriteria penghambat penerapan *green construction*, diperoleh urutan ranking secara keseluruhan pada ke-27 faktor. Hasil bobot kriteria dan faktor yang di dapatkan dari perhitungan disajikan dalam Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Ranking Hasil Bobot Kriteria dan Bobot Faktor

No.	Faktor	Bobot Kriteria	Bobot Faktor	Bobot	Rating	Skor	Rank
1	F1	0.34	0.74	0.25	3.42	0.87	1
2	F2	0.34	0.26	0.09	3.33	0.29	3
3	F3	0.11	0.27	0.03	4.17	0.13	6
4	F4	0.11	0.27	0.03	3.83	0.11	7
5	F5	0.11	0.15	0.02	4.33	0.07	10
6	F6	0.11	0.18	0.02	3.58	0.07	12
7	F7	0.11	0.13	0.01	3.75	0.06	16
8	F8	0.09	0.15	0.01	3.25	0.05	17
9	F9	0.09	0.85	0.08	3.50	0.28	4
10	F10	0.11	0.06	0.01	4.17	0.03	25
11	F11	0.11	0.10	0.01	3.92	0.04	18
12	F12	0.11	0.07	0.01	3.75	0.03	24
13	F13	0.11	0.07	0.01	4.08	0.03	22

No.	Faktor	Bobot Kriteria	Bobot Faktor	Bobot	Rating	Skor	Rank
14	F14	0.11	0.09	0.01	3.92	0.04	21
15	F15	0.11	0.16	0.02	3.33	0.06	15
16	F16	0.11	0.16	0.02	4.00	0.07	13
17	F17	0.11	0.16	0.02	4.08	0.07	11
18	F18	0.11	0.13	0.01	2.75	0.04	20
19	F19	0.03	0.78	0.03	3.83	0.10	8
20	F20	0.03	0.22	0.01	3.50	0.03	26
21	F21	0.05	0.22	0.01	4.08	0.04	19
22	F22	0.05	0.16	0.01	3.92	0.03	23
23	F23	0.05	0.12	0.01	3.83	0.02	27
24	F24	0.05	0.50	0.02	3.75	0.09	9
25	F25	0.26	0.24	0.06	3.08	0.20	5
26	F26	0.26	0.59	0.16	3.50	0.55	2
27	F27	0.26	0.16	0.04	1.50	0.06	14

Berdasarkan data ranking dari Tabel 4.16 menunjukkan peringkat pertama berada pada faktor pertama (F1) dan peringkat terakhir berada pada faktor kedua puluh tiga (F23). Peringkat bobot faktor secara global ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Bobot Faktor Secara Global

Berdasarkan studi literatur sebelumnya dan pendapat para ahli dalam bidang *Green Construction*, maka diperoleh 27 faktor penghambat yang disajikan pada Tabel 4.17.

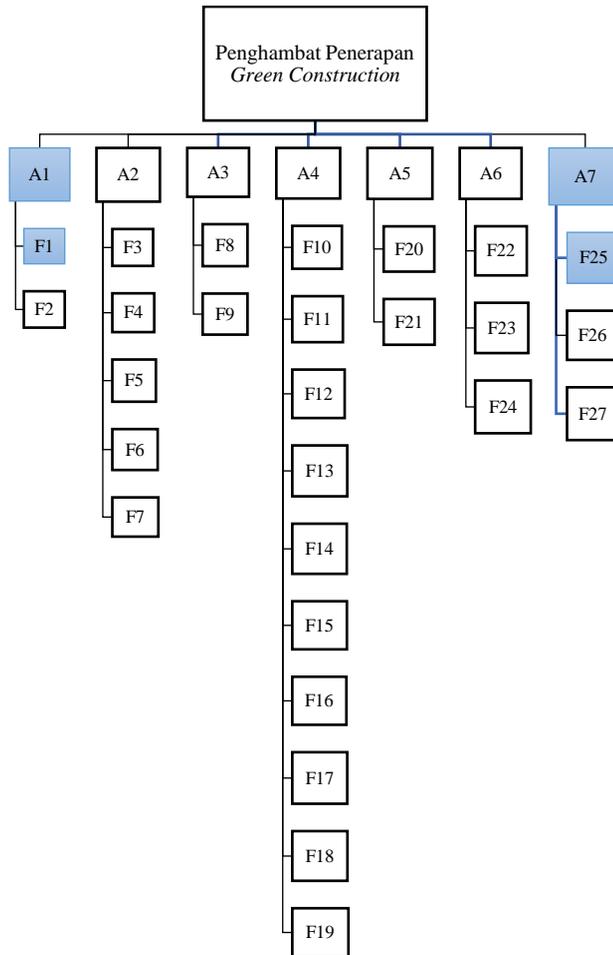
Tabel 4.17 Penjabaran Faktor Penghambat Penerapan *Green Construction Management* pada Proyek Gedung di Kota Malang

No.	Faktor-Faktor Penghambat dalam Penerapan <i>Green Construction</i>
1.	Peraturan (A1) 1. Peraturan yang detail mengenai penerapan <i>green construction</i> di Indonesia (F1)

No.	Faktor-Faktor Penghambat dalam Penerapan <i>Green Construction</i>
	2. <i>Guideline</i> yang <i>comprehensive</i> dalam menerapkan <i>green construction</i> (F2)
2.	Pemerintah (A2) <ol style="list-style-type: none"> 1. Dukungan dari pemerintah dalam menerapkan <i>green construction</i> (F3) 2. Penataan wilayah dalam mendukung <i>green construction</i> (F4) 3. Sosialisasi dari pemerintah mengenai penghematan sumber energi yang menunjang konstruksi (F5) 4. Prioritas yang diciptakan oleh tekanan luar dimana pemerintah harus meresponnya (F6) 5. Prosedural dari institusi atau organisasi (F7)
3.	Finansial (A3) <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembiayaan dan perawatan <i>green construction</i> yang dirasakan pemilik proyek (F8) 2. Resiko keuangan yang dirasakan terlalu besar bagi pemilik proyek (F9)
4.	Teknis (A4) <ol style="list-style-type: none"> 1. Keberadaan untuk mendapatkan sertifikat yang bisa memastikan bahwa material yang ramah lingkungan (F10) 2. Kompetensi kontaktor (F11) 3. Kompetensi konsultan pengawas (F12) 4. Kompetensi konsultan perencana (F13) 5. Kondisi kontrak (F14) 6. Pemanfaatan alat penilaian dan pengukuran yang ada seperti GBCI (F15) 7. Komunikasi dan kerja keras sama antar peserta proyek (F16) 8. Dukungan dari top manajemen (F17) 9. Keterlibatan awal <i>stakeholder</i> (F18)
5.	Teknologi (A5)

No.	Faktor-Faktor Penghambat dalam Penerapan <i>Green Construction</i>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alternatif material dan metode pelaksanaan dalam menerapkan <i>green construction</i> (F19) 2. Mesin dan peralatan canggih (F20)
6.	Pendidikan (A6) <ol style="list-style-type: none"> 1. Keberadaan tenaga ahli di pemerintah mengenai <i>green construction</i> (F21) 2. Pengetahuan, pengalaman dan kontraktor mengenai <i>green construction</i> (F22) 3. Pengetahuan dan keahlian konsultan mengenai <i>green construction</i> (F23) 4. <i>Best practice</i> dan <i>lesson learnt</i> mengenai <i>green construction</i> (F24)
7.	Budaya dan Kebiasaan (A7) <ol style="list-style-type: none"> 1. Sikap antipasti/ resisten untuk menerapkan <i>green construction</i> (F25) 2. Kesadaran untuk menerapkan <i>green construction</i> (F26) 3. Perasaan tidak perlu tentang penerapan <i>green construction</i> (F27)

Gambar 4.13 menunjukkan hirarki faktor penghambat penerapan *green construction management* pada proyek pembangunan gedung minimal tiga lantai di Kota Malang.



Gambar 4.13 Hirarki Faktor Penghambat Penerapan *Green Construction Management*

Keterangan :

= Kriteria dan Faktor Dominan Hambatan Penerapan *Green Construction Management*

Hasil evaluasi yang dilakukan terhadap semua kriteria dan faktor pada pemilihan penghambat penerapan *green construction* menunjukkan faktor dominan yang menghambat penerapan *green construction* yaitu:

- a. Kurangnya aturan yang detail mengenai penerapan *green construction* di Indonesia dan
- b. Kurangnya kesadaran untuk menerapkan *green construction* di Indonesia.

Bab 5.

Strategi Penerapan *Green Construction Management*

Wawancara yang dilakukan kepada beberapa responden menunjukkan bahwa strategi untuk mengatasi faktor penghambat penerapan *green construction* yaitu:

1. Membangun kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan di sekitar dan
2. Menumbuhkan kepedulian terhadap masalah-masalah lingkungan yang akan timbul dikarenakan berlangsungnya proyek konstruksi.

Dalam segi peraturan di Indonesia, kajian peraturan *Green Construction* di Indonesia dapat dilakukan melalui riset dan penelitian yang baik. Hal ini dikarenakan dapat membuat formula peraturan yang menguntungkan semua pihak dan juga tentunya berdampak baik bagi lingkungan. Menurut Hakinson (2012), strategi untuk menerapkan *Green Construction* yaitu:

1. Meningkatkan pengetahuan tentang *green construction*;
2. Mendukung kebijakan pemerintah dan menerapkan aturan;

3. Memproduksi alternatif bahan yang ramah lingkungan;
4. Menggunakan alat yang dapat menilai obyek untuk *green construction*; dan
5. Memberi edukasi kepada pemilik akan pentingnya *green construction*.

Menurut Griffin (2012) untuk mengatasi kendala penerapan *green construction* dibutuhkan sebuah *tools* selama proses desain guna membandingkan dampak ekonomi dan lingkungan dari material dan sistem alternatif. Pemahaman yang lebih baik dari stakeholder juga diperlukan dengan memberi edukasi kepada para stakeholder yang terlibat dalam *green construction*. *Clean Water America Alliance* (2012) menyatakan hal yang harus diperhatikan untuk mengatasi kendala penerapan *green construction* adalah:

1. Pendidikan untuk mempelajari *green construction* bagi agensi, disainer, perusahaan dan yang terlibat dalam penerapan *green construction*;
2. Adanya regulasi untuk penerapan *green construction* baik dari pemerintah pusat maupun local; dan
3. Adanya *guideline* dalam penerapan *green construction*.

Menurut Powmya (2019) kontraktor konstruksi yang bertanggung jawab atas realisasi praktis desain memainkan peran penting dalam mencapai keberlanjutan lingkungan proyek konstruksi. Meskipun semua pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi harus bekerja sama, sebagai pelaksana proyek konstruksi, perusahaan konstruksi harus memiliki pengetahuan dan perlengkapan yang baik untuk melaksanakan proyek *green construction*. Bagi kontraktor untuk dapat mengadopsi praktik hijau dalam organisasinya, faktor seperti kepedulian manajerial merupakan pendorong penting. Dengan demikian, peningkatan kinerja lingkungan proyek konstruksi adalah karena sumber daya dan strategi perusahaan kontraktor.

Tanggapan kontraktor terhadap persyaratan yang diberlakukan pemerintah dan tekanan pemangku kepentingan proyek berbeda sesuai dengan kemampuan perusahaan dalam menangani berbagai masalah. Perusahaan menggunakan sumber daya sebagai faktor input untuk memahami dan menerapkan strategi mereka. Penggunaan sumber daya yang efisien akan menghasilkan kemampuan bersaing yang lebih baik, diversifikasi barang dan jasa, serta potensi pertumbuhan. Untuk perusahaan

kontraktor untuk memberikan proyek *green construction*, mereka perlu memastikan karyawan memiliki pengetahuan dan mampu mengatasi kecanggihan teknologi dan kompleksitas proyek hijau. Aset keuangan adalah aset yang berkaitan dengan basis modal keuangan perusahaan dan omset dan profitabilitas yang merupakan indikator kekuatan keuangan perusahaan kontraktor.

Realisasi rencana strategis membutuhkan investasi dalam fasilitas, pengetahuan, personel, dan sebagainya. Basis modal keuangan sangat penting bagi kontraktor karena mereka bertanggung jawab untuk membayar pemasok. Oleh karena itu, perkiraan arus kas dan alokasi anggaran sangat penting untuk pelaksanaan proyek hijau. Aset teknologi perusahaan seperti sumber daya teknologi informasi dan pabrik dan peralatan yang diperlukan untuk realisasi fisik proyek.

Dalam implementasi proyek *green construction*, teknologi *green construction* adalah fondasinya karena proyek hijau lebih canggih daripada proyek konvensional. Sistem Teknologi Informasi yang tepat juga diperlukan untuk menyampaikan dan mengkomunikasikan informasi dari konsultan hijau kepada anggota tim proyek. Kebijakan

organisasi, prosedur perencanaan dan pengendaliannya, dan sistem manajemen lingkungannya merupakan aset organisasi. Perlindungan lingkungan dan sistem manajemen lingkungannya merupakan aset organisasi. Perlindungan lingkungan dan sistem manajemen lingkungannya merupakan aset organisasi. Perlindungan lingkungan menjadi salah satu kriteria keberhasilan proyek utama memerlukan rencana perlindungan lingkungan perusahaan kontraktor.

Guna meningkatkan implementasi *green construction* di Indonesia, pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) harus menerapkan peraturan seperti Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05 Tahun 2015 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 21 Tahun 2021 tentang Pedoman Umum Implementasi Konstruksi Berkelanjutan Pada Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Permukiman. Hal ini dikarenakan tujuan diterbitkannya peraturan tersebut adalah sebagai acuan dalam penyelenggaraan infrastruktur dengan mengimplementasikan pendekatan konstruksi berkelanjutan. Lingkup peraturan tersebut

mengatur tahapan pembangunan yang terdiri atas tahap pemrograman, perencanaan teknis, pelaksanaan konstruksi, pemanfaatan hingga tahap pembongkaran. Pada tahap pelaksanaan, penyelenggara dituntut untuk melaksanakan pembangunan dengan pendekatan konstruksi hijau (*green construction*) serta memperhatikan aspek sosial dan ekonomi di lokasi. Pendekatan *green construction* dalam peraturan menteri tersebut mencakup: perilaku dan praktik hijau (*green behaviour and practices*), proses konstruksi hijau (*green construction process*) dan rantai pasok hijau (*green supply chains*).

DAFTAR PUSTAKA

- Adistianti, N., & Sucita, I. K. (2020). *Penerapan Konstruksi Hijau Pada Proyek Apartemen X Di Jakarta Pusat*.
- Alfaiz, S. K., Karim, S. B., & Alashwal, A. M. (2021). *Faktor Kritis Sukses Retrofit Bangunan Hijau Usaha di Irak*.
- Alqadami, A. T. (2020). *Faktor Kunci Keberhasilan Penerapan Green Procurement di Proyek Konstruksi Umum di Malaysia*.
- Aziz, E. M. (2011). *Investigating The Green Construction: The Contractor's Perspective*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Clean Water America Alliance. (2012). *Barriers and Gateways to Green Insfranstructur*.
- Dalibi, S. G., Alikumo, H., & Bello, B. S. (2017). *Mengevaluasi faktor keberhasilan untuk proyek bangunan hijau di lingkungan binaan Nigeria*.
- Djokoto, S. D. (2014). *Barriers to Sustainable Construction in the Ghanaian Construction Industry: Consultants Perspectives*.
- Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

- Ervianto, W. I. (2011). *Pengembangan Model Assessment Green Construction Pada Proses Konstruksi Untuk Proyek Konstruksi Di Indonesia*. Bandung: ITB.
- Ervianto, W. I. (2011). Pengembangan Model Assessment Green Construction Pada Proses Konstruksi Untuk Proyek Konstruksi Di Indonesia. *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS)*. Bandung: Program Studi Magister dan Doktor Teknik sipil Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan (FTSL) Institut Teknologi Bandung.
- Ervianto, W. I. (2012). *Identifikasi Indikator Green Construction Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Di Indonesia*.
- Ervianto, W. I. (2014). *Kendala Kontraktor Dalam Menerapkan Green Construction Untuk Proyek Konstruksi Di Indonesia* . Surabaya: ITS.
- Ervianto, W. I. (2015). *Implementasi Green Construction Sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia*. ogyakarta: Forum Wahana Teknologi.
- Ervianto, W. I. (2018). *Capaian Isu Berkelanjutan Infrastruktur di Indonesia*.
- Gray, C. F., & Larson, E. W. (2007). *Project Management - The Managerial Process* .

- Griffin, C. (2012). *Barriers to the implementation of sustainable structural materials in green buildings.*
- Hakinson, M. (2012). *Barriers that impact on the implementation of sustainable design.*
- Hoffman, A. (2008). *Overcoming the Social and Psychological Barriers to Green.* Michigan: University of Michigan.
- Iskandar. (2021). *Metode Peneletian Campuran.* Pekalongan: NEM.
- Kurniati, D. (2014). *Pendidikan Teknik Bangunan.* Surakarta.
- Marimin, P. (2004). *Teknik dan Aplikasi Pengambil Keputusan Kriteria Majemuk.* Jakarta: PT.Gramedia Widiasarana Indonesia .
- Naumann, S. (2011). *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects.*
- Plessis, C. D. (2005). *Action for sustainability: Preparing an African plan for sustainable construction.*
- Powmya, A. (2019). *Strategi perusahaan kontraktor untuk memberikan proyek konstruksi hijau: kerangka konseptual.*
- Rehman, A. (2020). *Faktor Sukses Kritis Untuk Keberlanjutan Konstruksi Bangunan - Tinjauan.*

- Saaty, T. L. (1993). *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*. Jakarta: pustaka binaman pressindo.
- Samari, M. (2013). *The Investigation of the Barriers in Developing Green Building in Malaysia*.
- Shen, W., Tang, W., Siripanan, A., Lei, Z., Duffield, C. F., Wilson, D., Wei, Y. (2018). *Faktor-Faktor Sukses Kritis di Thailand's Green Industri Bangunan*.
- Sinulingga, J. F. (2012). *Studi Mengenai Hambatan - Hambatan Penerapan Green Construction Pada Proyek Konstruksi Di Yogyakarta* . Yogyakarta: Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek : Jilid 2*. Jakarta.
- Sofiana, R. (2020). *Evaluasi Green Construction Pada Proyek Hotel Bali Tropic Menggunakan Model Assessment Green Construction*. Jember: Universitas Jember.
- Supriadi, A., Rustandi, A., Komarlina, D. H., & Ardiani, G. T. (2018). *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Sleman: Deeppublish.

- Suripto, Abdi, M. A., & Manurung, E. H. (2022). *Evaluasi Penerapan Green Construction Proyek Pembangunan Gedung Rektorat Kampus UIII*.
- Utari, M., & Afrizal, N. (2021). *Penerapan Green Construction Pada Proyek Pembangunan Tod Mahata Margonda*.
- Wijayaningtyas, M., Achmad, F., & Nainggolan, T. H. (2018). *Persepsi Generasi Milenial Terhadap Green Building Di Malang*.
- Yitnosumarto, S. (1994). *Dasar-dasar statistik dengan terapan dalam bidang agrokomples, teknologi dan sosial*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

GLOSARIUM

Analitycal Hierarchy Process adalah suatu metode pengambilan keputusan dengan cara menyusun struktur masalah yang kompleks ke dalam sebuah hirarki yang terdiri dari beberapa tingkatan yang memuat tujuan, beberapa aspek dan atau kriteria pertimbangan serta sejumlah alternatif pemecahan.

Consistency Ratio (CR) adalah hasil perbandingan antara *Consistency Index* (CI) dengan *Random Index* (RI).

Green behaviour adalah perilaku menjaga dan memelihara lingkungan hidup yang dilakukan karena adanya kesadaran dan rasa tanggung jawab atas kelestarian alam semesta.

Green Building adalah bangunan yang memiliki siklus hidup mulai dari tahap perencanaan, pembangunan, pengoperasian, pemeliharaan, renovasi, sampai dengan pembongkarannya memperhatikan dampak negatif dan menciptakan dampak positif terhadap iklim dan lingkungan alam.

Green Building Council Indonesia adalah lembaga swadaya dan nirlaba yang didirikan pada tahun 2009 oleh sinergi para pemangku kepentingan meliputi profesional bidang jasa konstruksi, kalangan industri sektor bangunan dan properti, pemerintah, institusi pendidikan dan penelitian, asosiasi profesi, dan masyarakat peduli lingkungan yang menyelenggarakan kegiatan pembudayaan penerapan prinsip-prinsip hijau atau ekologis atau keberlanjutan atau sustainability dalam perencanaan, pelaksanaan dan pengoperasian bangunan serta lingkungannya di Indonesia.

Green Construction adalah gerakan pembangunan berkelanjutan yang mencita-citakan terciptanya konstruksi dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi yang ramah lingkungan.

Green practice adalah tindakan untuk melindungi lingkungan dan produk yang dihasilkan dapat meminimalisir kerusakan lingkungan.

Green supply chain adalah penerapan rantai pasok dengan memperhatikan isu lingkungan dan sustainability.

Hirarki adalah gambaran dari suatu permasalahan yang kompleks dalam sebuah struktur yang tersusun secara bertingkat.

Konstruksi adalah sebuah susunan atau model dari sebuah sarana dan prasarana yang dibuat sebelum melakukan pembangunan.

Stakeholder adalah seorang pemangku kepentingan atau pihak yang berkepentingan.

Top Management adalah tingkat manajemen paling atas, memiliki otoritas tertinggi pada sebuah organisasi atau perusahaan, dan bertanggung jawab langsung kepada pemilik perusahaan atau pemilik saham.

INDEKS

A		Green supply
Analitycal	Hierarchy	
Process		H
		Hirarki
C		
Consistency Ratio (CR)		K
		Konstruksi
G		
Green behaviour		S
Green Building		Stakeholder
Green Building Council		
Indonesia		T
Green Construction		Top Management
Green practice		

TENTANG PENULIS



Ir. Maranatha Wijyaningtyas, ST., MM.T, Ph.D, IPU lahir di Malang pada 15 Januari 1979, sekarang sebagai dosen dengan Jabatan Lektor di Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana ITN Malang, dan menjadi dosen luar biasa di ITS Surabaya. Selain pengajar, penulis juga sebagai praktisi di bidang properti, konstruksi dan aktif melakukan penelitian bidang Green Building dan Manajemen Proyek. Menyelesaikan Pogram Sarjana Arsitektur tahun 2002 di Universitas Brawijaya Malang. Meraih gelar Magister Manajemen Teknologi bidang Manajemen Proyek di MMT ITS Surabaya Tahun 2011. Meraih gelar Doktor dari Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Johor Bahru Tahun 2017 bidang Real Estate. Meraih sertifikasi dan gelar Insinyur dari Universitas Brawijaya pada Tahun 2020, serta diakui sebagai Insinyur Profesional Utama (IPU) dari PII pada Tahun 2021. Mata kuliah yang diampu adalah Manajemen Konstruksi, Sistem dan Rekayasa Nilai, Manajemen Aset, Manajemen Proyek,

Teknik Pengambilan Keputusan, Pengendalian Proyek, Manajemen Properti, Manajemen Pemasaran, Manajemen Nilai, Manajemen Kontrak, dan Manajemen Desain.