

TESIS

**STUDI INDIKATOR *GREEN CONSTRUCTION* PADA
PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
Pendidikan Program Magister Teknik (MT)



Disusun Oleh:

ZAHROTUL MUNA ICHSAN

NIM: 20202100045

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**STUDI INDIKATOR *GREEN CONSTRUCTION* PADA
PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG**

Disusun oleh :

ZAHROTUL MUNA ICHSAN

NIM: 20202100045

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

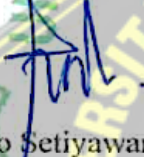
1 Desember 2023

Tim Penguji:


1. Ketua


Ir. Moh. Fauzan Ni'am, MT., Ph.D

2. Anggota


Ir. Prabowo Setiyawan, MT., PhD

3. Anggota


Dr. Abdul Rochim, ST., MT

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, 1 Desember 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Abdul Rochim, ST., MT

NIK. 210200031

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ
وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمُ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

Artinya :

Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ
انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ
خَبِيرٌ

Artinya :

Wahai orang-orang yang beriman! Apabila dikatakan kepadamu, “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis,” maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan, “Berdirilah kamu,” maka berdirilah, niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Dan Allah Mahateliti apa yang kamu kerjakan.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak saya Ichsanudin Huda dan Ibu saya Sri Utami
2. Adik-adik saya Rezza Fatma Azzahra Ichsan dan Avisena Hidayana Ichsan yang selalu memberikan semangat.
3. Dosen-dosen UNISSULA Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Terutama kepada Bapak Prof.Dr.Ir. Antonius, MT dan Dr.Ir. Rinda Karlinasari, MT sebagai dosen pembimbing saya yang telah membagikan ilmuna.
4. Sekertariat Magister Teknik Sipil Bapak Ir. M. Faiqun Ni'am, MT., PhD, dan staff lainnya yang memberikan semangat dan tidak lelah mengingatkan segala sesuatu yang berhubungan dengan penyelesaian studi ini.
5. Teman-teman seperjuangan Magister Teknik Sipil UNISSULA angkatan 48 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya disini, yang telah memberikan masukan selama menyelesaikan Penelitian tesis ini.
6. Pihak-pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang turut membantu penyusunan Laporan Tesis ini

ABSTRAKSI

Sebuah gagasan yang berpotensi mengurangi pemanasan global adalah dengan menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan. Konsep ini mengandung tiga pilar utama yang saling terkait dan saling menunjang yaitu pembangunan ekonomi, pembangunan sosial dan pelestarian lingkungan hidup. Salah satu terjemahan konsep pembangunan berkelanjutan pada tingkat praktis dikenal dengan *green Construction* dimana implementasinya mulai mendapat perhatian dari berbagai pihak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui indikator dan nilai dari faktor, aspek dan nilai akhir dari *green construction* prpeoyek bangunan gedung. Penelitian ini menggunakan metode survey dengan mengajukan berupa pertanyaan (kuesioner) dan diolah menggunakan Metode *Analytical Hierarki Process (AHP)*. Hasil analisis data menunjukkan bahwa Nilai Faktor *Green Construction (NFGC)* untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja yaitu 3.327, Kualitas Udara dan Kenyamanan yaitu 0.568, Manajemen Lingkungan Bangunan yaitu 6,536, Sumber Daya dan Siklus Material yaitu 0.2660, Tepat Guna Lahan yaitu 3.794 dan Konservasi Air dan Energy yaitu 5.033. Untuk Nilai Aspek *Green Construction (NAGC)* pada Kesehatan dan Keselamatan Kerja yaitu 0.299, Kualitas Udara dan Kenyamanan yaitu 0.237, Manajemen Lingkungan Bangunan yaitu 0.603, Sumber Daya dan Siklus Material yaitu 0.246, Tepat Guna Lahan yaitu 0.350 dan Konservasi Air dan Energy yaitu 0.465, dan nilai rata-rata (*mean*) untuk tingkat penerapan *Green Construction* Gedung Serba Guna UNDIP di Kota Semarang adalah sebesar 24.3. Hal ini berarti berdasarkan katagori skala yang telah ditentukan berarti penerapan *green construction* masih sangat buruk. Pada penelitian ini Nilai nialai *green construction (NGC)* adalah 2.199 yang artinya masih dibawah nilai ideal.

Kata Kunci : Indikator, Green Construction, Bangunan Gedung,

ABSTRACT

An idea that has the potential to reduce global warming is to apply the concept of sustainable development. This concept contains three main pillars that are interrelated and mutually supportive, namely economic development, social development and environmental preservation. One translation of the concept of sustainable development at a practical level is known as green construction, where its implementation is starting to receive attention from various parties. The aim of this research is to determine the indicators and values of factors, aspects and final values of green construction building project projects. This research uses a survey method by asking questions (questionnaires) and processed using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The results of data analysis show that the Green Construction Factor Value (NFGC) for Occupational Health and Safety is 3.327, Air Quality and Comfort is 0.568, Building Environmental Management is 6.536, Resources and Material Cycles is 0.2660, Appropriate Land Use is 3.794 and Water Conservation and Energy is 5,033. For the Green Construction Aspect Value (NAGC) on Occupational Health and Safety, namely 0.299, Air Quality and Comfort, namely 0.237, Building Environmental Management, namely 0.603, Resources and Material Cycles, namely 0.246, Appropriate Land Use, namely 0.350 and Water and Energy Conservation, namely 0.465, and the average value (mean) for the level of implementation of Green Construction for UNDIP Multi-Purpose Buildings in Semarang City is 24.3. This means that based on the scale categories that have been determined, the implementation of green construction is still very poor. In this research, the green construction (NGC) value was 2,199, which means it is still below the ideal value.

Keywords : Indicator, Green Construction, Building,

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ZAHROTUL MUNA ICHSAN

NIM : 20202100045

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

STUDI INDIKATOR *GREEN CONSTRUCTION* PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 1 Desember 2023



ZAHROTUL MUNA ICHSAN

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas berkat, rahmat serta karunia-Nya. Penyelesaian laporan ini dimaksudkan untuk menyelesaikan Program Studi Magister (S2) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Laporan Tesis ini semata-mata tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang sangat membantu. Untuk itu tiada kata-kata yang lebih tepat selain ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir Antonius, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasihat, saran dan dorongan semangat kepada kami sehingga Laporan Tesis ini dapat selesai.
2. Ibu Dr.Ir. Rinda Karlinasari, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasihat, saran dan dorongan semangat kepada kami sehingga Laporan Tesis ini dapat selesai.
3. Orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun spiritual serta doa yang selalu dipanjatkan demi kelancaran semuanya.
4. Semua Jajaran PT.PP (Persero) dan PT. Yodya Karya Proyek Pembangunan GSG UNDIP Semarang
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dan Penulis berharap semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia Pendidikan maupun dunia Konstruksi.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAKSI	vi
ABSTRACT	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Proyek Konstruksi	5
2.2 Konstruksi Hijau (<i>Green Construction</i>)	7
2.2.1 Konsep <i>Green Construction</i>	9
2.2.2 Standar Penerapan <i>Green Construction</i>	11
2.2.3 Aspek-aspek <i>Green Construction</i>	15
2.3 Identifikasi Kendala dalam Menerapkan <i>Green Construction</i>	19
2.4 Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.1.1 Tempat Penelitian.....	29

3.1.2	Watu Penelitian	29
3.2	Jenis Data	29
3.2.1	Data Primer.....	29
3.2.2	Data Sekunder	30
3.3	Metode Penelitian.....	30
3.3.1	Nilai Indikator <i>Green Construction</i> (NIGC).....	31
3.3.2	Nilai Faktor <i>Green Construction</i> (NFGC).....	32
3.3.3	Nilai Aspek <i>Green Construction</i> (NAGC).....	32
3.3.4	Nilai <i>Green Construction</i> (NGC).....	33
3.4	Bagan Alir Penelitian	33
	BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Deskripsi Obyek dan Responden Penelitian	34
4.2	Uji Validitas Data	35
4.3	Uji Reibilitas Data	41
4.4	Analisi Kuesioner.....	41
4.5	Model <i>Assessment Green Construction</i>	50
4.6	Pembahasan	57
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran	58
	DAFTAR PUSTAKA	60
	LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kendala dalam menerapkan <i>Green Construction</i>	21
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 4.1 Sampel Penelitian	34
Tabel 4.2 Hasil Uji Validitas Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja ...	35
Tabel 4.3 Hasil Uji Validitas Kesehatan Lingkungan Kerja Konstruksi	35
Tabel 4.4 Hasil Uji Validitas Kualitas Udara Tahap Konstruksi.....	36
Tabel 4.5 Hasil Uji Validitas Pemilihan Oprasional Peralatan Konstruksi....	36
Tabel 4.6 Hasil Uji Validitas Perencanaan Penjadwalan Proyek	36
Tabel 4.7 Hasil Uji Validitas Dokumentasi.....	37
Tabel 4.8 Hasil Uji Validitas Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi ..	37
Tabel 4.9 Hasil Uji Validitas Pelatihan bagi Sub Kontraktor	37
Tabel 4.10 Hasil Uji Validitas Manajemen Limbah Konstruksi	38
Tabel 4.11 Hasil Uji Validitas Sumber dan Siklus Material	38
Tabel 4.12 Hasil Uji Validitas Penyimpanan dan Perlindungan Material	38
Tabel 4.13 Hasil Uji Validitas Tepat Guna Lahan	39
Tabel 4.14 Hasil Uji Validitas Pengurangan Jejak Ekologis Konstruksi	39
Tabel 4.15 Hasil Uji Validitas Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	39
Tabel 4.16 Hasil Uji Validitas Konservasi dan Efisiensi Air	40
Tabel 4.17 Tabel Penentuan Skala	42
Tabel 4.18 Hasil Uji <i>Mean Data</i>	43
Tabel 4.19 Hasil Penyebaran Kuisisioner Responden 1	52
Tabel 4.20 Hasil Penyebaran Kuisisioner Responden 2.....	52
Tabel 4.21 Hasil Penyebaran Kuisisioner Responden 3.....	53
Tabel 4.22 Hasil Penyebaran Kuisisioner Responden 4.....	53
Tabel 4.23 Penjumlahan Matriks Banding Berpasangan Antar Level.....	54
Tabel 4.24 Matriks Normalisasi dan Rata-rata Baris untuk Elemen Level ...	54
Tabel 4.25 Perhitungan Rasio Konsistensi (CR)	55
Tabel 4.26 Nilai <i>Green Construction</i>	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Konstruksi dan Daya Dukung Lingkungan.....	9
Gambar 2.2 Struktur Model <i>Assessment Green Construction</i>	10
Gambar 2.3 Sintesa Indikator <i>Green Construction</i>	11
Gambar 3.1 Hirarki Model <i>Assessment Green Construction</i>	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1 Hasil Uji Reibilitas Data.....	41
Gambar 4.2 Hierarki <i>Green Construction</i>	51



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Gambar Denah dan Potongan.....	62
Lampiran B Struktur Organisasi Proyek	79
Lampiran C Izin Penelitian	80
Lampiran D Penilaian Implementasi <i>Green Construction</i> Responden	83
Lampiran E Dokumentasi	95
Lampiran F Uji Validitas	97
Lampiran G Sampel Kuisisioner A dan B.....	99



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan tantangan paling serius yang dihadapi dunia. Perubahan iklim terus meningkat, seperti hujan lebat, angin topan, badai, dan perubahan musim tanam. Belum lagi ketakutan akan badai tropis, Tsunami, banjir, tanah longsor, kekeringan, dll. Menurut banyak ahli, penyebabnya adalah pemanasan global (*global warming*), akibat meningkatnya kadar gas rumah kaca. Hasil pengamatan ilmuwan dari berbagai negara yang tergabung dalam *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) yang menunjukkan bahwa ternyata selama tahun 1990 - 2005 telah terjadi peningkatan suhu merata di seluruh bagian bumi, yaitu antara 0,15 - 0,3°C. Salah satu indikator bahwa bumi tengah mengalami perubahan adalah tingginya konsentrasi karbondioksida (CO_2) di udara yang bersifat menghalangi pelepasan panas dari bumi. PBB sangat mengkhawatirkan kondisi ini, jika peningkatan suhu itu terus berlanjut, diperkirakan pada tahun 2040 (17 tahun dari sekarang) lapisan es di kutub-kutub bumi akan habis meleleh. Novandira et., al(2020) mengemukakan, konsumsi energi yang besar dengan pertumbuhan 2% per tahun sampai tahun 2020 akan menghasilkan emisi global CO_2 dan gas rumah kaca lainnya naik menjadi dua kali lipat dari tahun 1965-1998 yang berdampak pada perubahan iklim dunia.

Para Peneliti meyakini bahwa apa yang terjadi pada suhu global akibat pengaruh atmosfer terhadap bumi disebabkan oleh pembangunan. Salah satu gagasan yang diduga dapat mengurangi pemanasan global adalah dengan menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan. Konsep ini mempunyai tiga pilar utama yang saling bergantung dan mendukung, yaitu pembangunan ekonomi, pembangunan sosial dan perlindungan lingkungan. Salah satu konsep pembangunan berkelanjutan dalam tataran praktis dikenal dengan *green construction* yang implementasinya mulai menarik perhatian berbagai pihak. *Green construction* merupakan perencanaan dan penerapan metode konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan

sehingga terjadi keseimbangan antara kekuatan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan generasi mendatang.

Pada tahun 2018 *Green Building Council Indonesia* (GBCI) menyatakan, hanya 20 bangunan komersial yang telah mendapatkan sertifikasi *Green Building* (*GreenShip*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi faktor-faktor lain yang mengindikasikan penerapan *green construction* dalam pembangunan gedung di kota. Kunci keberhasilan penerapannya adalah meningkatkan kesadaran di kalangan industri konstruksi. Di banyak negara, bangunan telah mengikuti program lingkungan hidup yang terbukti memberikan nilai tambah pada produk bangunan. Namun di negara berkembang seperti Indonesia, hal ini masih memerlukan proses edukasi yang panjang sehingga memerlukan bukti implementasi *green construction* proyek konstruksi gedung dari pihak Pelaksana.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penyusunan Tesis ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai dari faktor-faktor *Green Construction* dalam proses konstruksi pada bangunan Gedung ?
2. Berapa nilai dari aspek *Green Construction* dalam proses konstruksi pada bangunan Gedung ?
3. Berapa nilai akhir dari *Green Construction* dalam proses konstruksi pada bangunan Gedung ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penyusunan Tesis ini meliputi:

1. Gedung yang dievaluasi adalah proyek Konstruksi Gedung Serba Guna (GSG) UNDIP Kota Semarang
2. Beberapa parameter yang dianalisa yaitu : indikator, aspek, factor *Green Construction* dalam proses konstruksi pada bangunan gedung serbaguna UNDIP kota Semarang.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dijalankan diantaranya sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai faktor *Green Construction* dalam proses konstruksi pada bangunan Gedung
2. Untuk mengetahui nilai aspek *Green Construction* dalam proses konstruksi pada bangunan Gedung
3. Untuk mengetahui nilai akhir dari *Green Construction* dalam proses konstruksi pada bangunan Gedung

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa indikator, factor, aspek dan nilai akhir dari *Green Construction* dalam proses konstruksi pada bangunan gedung di kota. Mengetahui persentase pemahaman para kontraktor mengenai konsep *Green Construction* di Gedung Serba Guna (GSG) UNDIP.

1.6. Sistematika Laporan

Adapun sistematika dalam penulisan Tesis dengan judul “**STUDI INDIKATOR GREEN CONSTRUCTION PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG**” ini dapat dibagi ke dalam lima bagian utama sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan segala hal tentang penyusunan laporan. Pendahuluan ini menguraikan latar belakang permasalahan yang mendasari penelitian dilakukan, perumusan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menerangkan literatur, hasil pengamatan dan pendapat para ahli tentang landasan teori yang digunakan dalam lingkup kasus yang sama dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode keseluruhan proses yang dilakukan selama penelitian berlangsung sampai dengan selesai. Diantaranya garis besar langkah kerja yang digunakan dalam analisis dan pemecahan masalah yang ada.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pengumpulan data dan pengolahan data hasil penelitian yang telah dikumpulkan yang disajikan secara logis dan berurutan sejalan dengan metode yang bersifat terpadu. Data penelitian dapat disajikan dalam tabel, gambar atau dalam narasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang penutup dari penelitian, yang terdiri dari kesimpulan dari hasil penelitian yang dilaksanakan, serta saran-saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek adalah suatu aktivitas yang terjadi dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas untuk menyelesaikan aktivitas tertentu. Yang dimaksud dengan proyek di sini hanya sebatas pengertian proyek konstruksi, yaitu proyek yang berkaitan dengan bidang konstruksi (pembangunan) (Danniyati et al., 2010). Proyek konstruksi dapat diartikan sebagai suatu proyek untuk membangun suatu bangunan yang memerlukan sumber daya antara lain uang, tenaga kerja, bahan dan peralatan. Pekerjaan konstruksi dilakukan secara rinci tetapi tidak dilakukan berulang.

Pekerjaan konstruksi mulai berkembang menuju kemajuan teknologi dan perkembangan kehidupan manusia. Lingkungan manusia yang kompleks dan beragam menuntut industri konstruksi untuk membangun proyek konstruksi sesuai dengan permintaan saat ini. Tentu saja proyek pembangunan industri berbeda dengan proyek pembangunan rumah sakit. Pembangunan bendungan, jalan, jembatan, kanal dan pekerjaan teknik lainnya memerlukan rincian, keterampilan dan teknik tertentu, yang berbeda dengan pekerjaan pemukiman atau perumahan (Real Estate).

Ada beberapa karakteristik proyek konstruksi, yaitu :

- a) Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.
- b) Bersifat sementara, dimulai dari awal proyek dan diakhiri dengan akhir proyek, serta mempunyai jangka waktu terbatas.
- c) Total biaya, target jadwal dan kriteria mutu dalam proses pencapaian target telah ditentukan.
- d) Tidak rutin, tidak berulang. Jenis dan intensitas peristiwa berubah sepanjang proyek berlangsung. Sehingga bukan dua proyek atau lebih, melainkan proyek sejenis.

Proyek konstruksi secara umum dapat dibagi menjadi 4 kategori antara lain sebagai berikut :

a) Proyek konstruksi bangunan gedung (*Building Construction*)

Proyek konstruksi bangunan gedung antara lain meliputi gedung perkantoran, rumah sakit, sekolah, pertokoan, tempat tinggal dan lain-lain. Jika dibagi atas harga dan teknologi, ada yang rendah, sedang dan tinggi. Secara umum rencana pembangunannya komprehensif dan rinci. Proyek pekerjaan pemerintah dan konstruksi ini dikelola oleh Departemen Pekerjaan Umum, Bidang Cipta Karya.

b) Proyek bangunan perumahan atau pemukiman (*Residential Construction /Real Estate*)

Proyek pembangunan perumahan atau pemukiman (*Real Estate*) adalah suatu proses pembelian, penjualan, pengelolaan dan pengembangan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan infrastruktur dalam negeri (jaringan transfusi, jaringan air bersih dan infrastruktur lainnya). Proyek pengembangan perumahan berkisar dari rumah yang sangat sederhana hingga rumah dan apartemen mewah. Pengelolaannya berada di bawah Bidang Cipta Karya.

c) Proyek konstruksi rekayasa berat (*Heavy Engineering Construction*)

Konstruksi rekayasa berat (*Heavy Engineering Construction*) ini Konstruksi teknik berat biasanya mencakup pekerjaan infrastruktur berupa pekerjaan bendungan, rel kereta api, pekerjaan jalan, jembatan, pelabuhan, terowongan, dll. Proyek ini merupakan jenis proyek berskala besar yang membutuhkan teknologi maju.

d) Proyek konstruksi industri (*Industrial Construction*)

Proyek konstruksi yang termasuk dalam kategori ini biasanya merupakan proyek industri yang memerlukan spesifikasi dan persyaratan, seperti kilang minyak, industri berat/dasar, pertambangan dan nuklir. Konstruksi Industri dalam implementasinya memerlukan ketelitian, keahlian dan teknologi khusus.

2.2 Konstruksi Hijau (*Green Construction*)

USEPA (2010) dalam Novindra, et.al(2020) mendefinisikan *Green Construction* sebagai metode konstruksi yang melibatkan proses yang menjaga lingkungan dan produksi material selama siklus hidup bangunan, mulai dari

lokasi hingga desain, konstruksi, pengoperasian, pemeliharaan, perbaikan dan renovasi. Menurut U.S *Environmental Protection Agency* (2010), *Green Construction* adalah upaya menciptakan bangunan dengan menggunakan metode ramah lingkungan dan penggunaan sumber daya yang efisien selama umur bangunan, melalui desain, konstruksi, pengoperasian, pemeliharaan, perbaikan dan pembongkaran.

Green Construction menurut Budisuanda (2011) dalam Saidan et.al (2021) dapat dikategorikan menjadi beberapa aspek, diantaranya adalah :

- a. Suatu proses pembangunan yang berupaya mengurangi material yang mencemari lingkungan.
- b. Proses pembangunannya tidak mengganggu ketenangan penduduk disekitarnya.
- c. Metode penerapan tidak menghasilkan limbah diatas ambang batas toleransi.
- d. Metode pelaksanaan tidak mengganggu keseimbangan alam sekitar.
- e. Penyelenggaraan pembangunan tidak mencemari lingkungan dengan bahan kimia yang berbahaya.
- f. Proses konstruksi seharusnya dapat memanfaatkan kembali material sisa.

Green Construction diartikan sebagai konstruksi yang berbasis pada pembangunan berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan sendiri merupakan pembangunan yang bertujuan untuk memberikan kehidupan yang lebih baik bagi seluruh masyarakat saat ini dan generasi mendatang, yang mencakup tiga tema penting yaitu sosial, ekonomi dan lingkungan hidup. *Green Construction* ini merupakan bagian dalam proses pengadaan *Green Building*. Undang-undang dan aturan pelaksanaannya dimaksudkan untuk mencegah kegiatan yang direncanakan, misalnya kegiatan yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan hidup. Dalam Undang-Undang ini, pengelolaan lingkungan hidup harus mengikuti prinsip keserasian, keseimbangan dan perlindungan lingkungan hidup untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Artinya pekerjaan pembangunan proyek dan pekerjaan sektor industri akan didasarkan pada pengetahuan lingkungan. *Green Construction* bertujuan untuk mengurangi dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan. Dalam hasil riset yang dilakukan oleh Li, et.al (2009) dalam Ervianto (2015) dinyatakan bahwa proses konstruksi dikatakan mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan dibandingkan dengan masa konstruksi, namun dampaknya

lebih intensif. Dalam Undang-Undang No 23 Tahun 1997, daya dukung lingkungan didefinisikan sebagai kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain. Daya dukung lingkungan hidup dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: kapasitas penyediaan (*supportive capacity*) dan kapasitas tampung limbah (*assimilative capacity*) dimana kedua hal tersebut sejalan dengan Konsep *Sustainable Construction* yaitu penghematan bahan dan pengurangan limbah. Tindakan untuk penghematan bahan dan pengurangan limbah seperti dalam *Sustainable Construction* diatas sesuai dengan Prinsip *Lean Construction*, yaitu meningkatkan *value* dan mengurangi *waste* aktivitas manusia dalam mencukupi kebutuhan hidup berupa infrastruktur dan kemampuan lingkungan dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia (**Gambar 2. 1**).



Gambar 2. 1 Proses Konstruksi dan Daya Dukung Lingkungan (Ervianto, 2015)

2.2.1. Konsep *Green Construction*

Glavinic(2008) menyatakan bahwa Konsep *Green Construction* mencakup hal-hal sebagai berikut: perencanaan dan penjadwalan proyek konstruksi, konservasi material, penggunaan lahan yang tepat, pengelolaan limbah konstruksi, penyimpanan dan perlindungan material, kesehatan lingkungan kerja, menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan ramah lingkungan, pemilihan dan operasional peralatan konstruksi, dokumentasi. (Kibert, 2008) mendefinisikan Konsep *Green Construction* ini mencakup hal-hal berikut: rencana perlindungan lokasi pekerjaan, program kesehatan dan keselamatan kerja, manajemen limbah pembangunan atau bongkaran, pelatihan bagi Sub Kontraktor, pengurangan dampak jejak ekologis proses konstruksi, penanganan dan instalasi material dan kualitas udara.

Ada 2 manfaat langsung Konsep *Green Construction* yaitu :

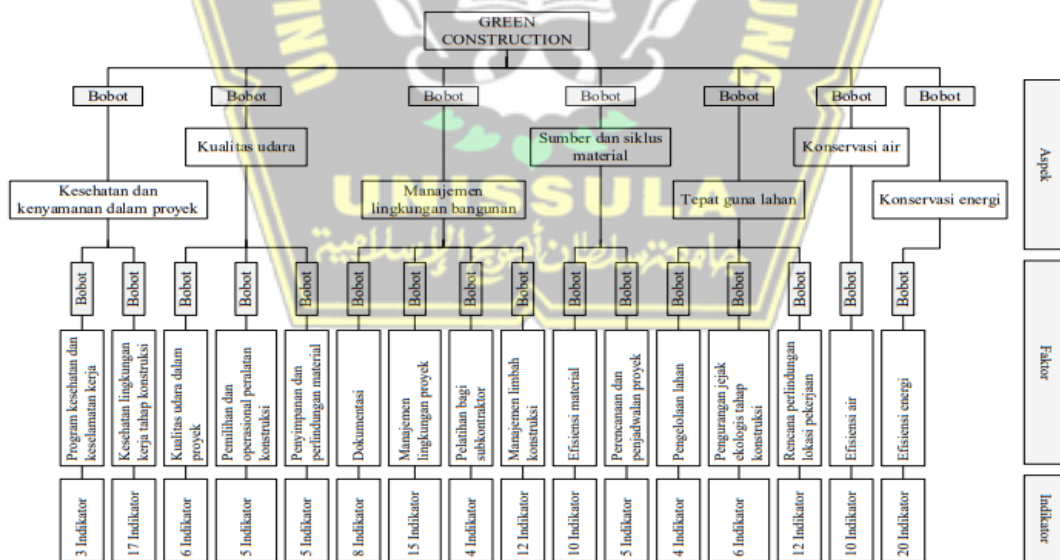
a. Manfaat Lingkungan

- Penghematan Energi
- Penghematan Air
- Pengendalian Buangan

b. Manfaat Ekonomi

- Menghemat biaya energi
- Biaya buangan lebih efisien
- Biaya pemeliharaan gedung dan oprasional lebih efisien
- Intensif fiskal bagi *Green Construction* (pada negara tertentu)

Model *Assessment Green Construction* dihasilkan dari tindakan utama tahap ini yaitu melakukan kajian dan merumuskan Indikator dan Faktor *Green Construction* melalui berbagai sumber yang kompeten dalam Topik *Green Construction*. Kegiatan ini melibatkan pengumpulan data menggunakan kuesioner (Gambar 2. 2).



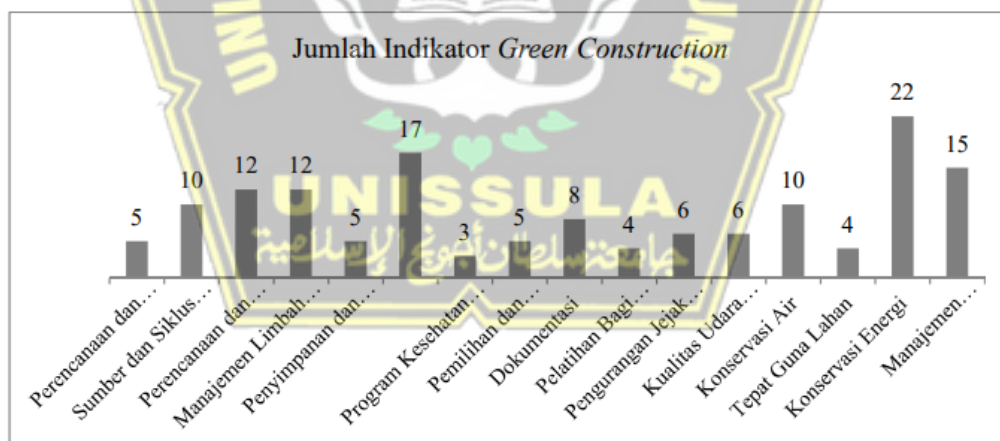
Gambar 2. 2 Struktur Model *Assessment Green Construction* (Ervianto, 2015)

Faktor *Green Construction* dapat disintesis menjadi 16 faktor, yaitu:

1. Perencanaan dan penjadwalan proyek konstruksi;
2. Sumber dan siklus material;

3. Rencana perlindungan lokasi pekerjaan;
4. Manajemen limbah konstruksi;
5. Penyimpanan dan perlindungan material;
6. Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi;
7. Program kesehatan dan keselamatan kerja;
8. Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi;
9. Dokumentasi;
10. Pelatihan bagi Sub Kontraktor;
11. Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi;
12. Kualitas udara tahap konstruksi;
13. Konservasi air;
14. Tepat guna lahan;
15. Efisiensi dan konservasi energi;
16. Manajemen lingkungan proyek konstruksi.

Berdasarkan 16 Faktor *Green Construction* tersebut diatas selanjutnya dikembangkan Indikator *Green Construction* dari setiap faktor. Jumlah Indikator *Green Construction* secara keseluruhan adalah 144 indikator (**Gambar 2.3**)



Gambar 2.3 Sintesa Indikator *Green Construction* (Ervianto et.al 2012)

2.2.2. Standar Penerapan *Green Construction*

Suatu proyek konstruksi yang telah menerapkan *Green Construction* dapat diketahui dengan menggunakan tolok ukur atau faktor-faktor yang terkait dalam penerapan *Green Construction* tersebut. Beberapa standar yang mengatur kriteria penerapan *Green Construction* pada proyek konstruksi antara lain adalah:

a. BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*).

BREEAM merupakan standar pengukuran hijau untuk bangunan di Inggris, yang dirumuskan pertama kali Tahun 1990 oleh *Building Research and Establishment* (BRE). Parameter pengukuran hijau meliputi 10 aspek/sector yaitu:

1. Energi, mencakup emisi CO_2 yang dihasilkan dan energi operasional
2. Manajemen, meliputi kebijakan dan manajemen tapak/bangunan
3. Kesehatan dan Kualitas Hidup, meliputi pencahayaan, kualitas udara, kebisingan dsb
4. Transportasi, terkait dengan emisi CO_2
5. Air, terkait konsumsi dan efisiensi penggunaannya
6. Material, terkait dampak yang terkandung pada material bangunan
7. Limbah, terkait pengelolaan dan konstruksi yang efisien
8. Tata Guna Lahan, meliputi jenis tapak dan intensitasnya
9. Polusi, mengetahui tingkat polusi udara dan air di sekitar bangunan
10. Ekologi, meliputi manfaat lingkungan, perlindungan dan peningkatan kualitas tapak/lingkungan. Penilaian dalam bentuk *rating/pemeringkatan* dengan tingkatan *Pass, Good, Very Good, Excellent* dan tertinggi *Outstanding*.

b. LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)

Standar hijau lain adalah LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) yang dikeluarkan oleh *United States Green Building Council* (USGBC) pada Tahun 1998. LEED digunakan untuk menilai bangunan atau lingkungan pada tahap pra-perancangan maupun dalam kondisi telah terbangun. Parameter utama adalah seperti berikut :

1. Tapak/Lokasi yang Berkelanjutan (*Sustainable Site*), meliputi pemilihan lokasi, kepadatan dan konektivitas dengan lingkungan, transportasi alternatif, pengembangan tapak, pengurangan polusi.
2. Efisiensi Air (*Water Efficiency*), meliputi pengurangan penggunaan air, pengelolaan air yang efisien, teknologi pengelolaan air limbah yang inovatif.

3. Energi dan Atmosfir (*Energy and Atmosphere*), mencakup optimalisasi kinerja energi, sistem energi terbarukan di lokasi, manajemen AC tingkat lanjut dan penggunaan energi ramah lingkungan.
4. Material dan Sumber Daya (*Material and Resources*), termasuk konservasi bangunan, manajemen pengelolaan limbah konstruksi, penggunaan kembali (*reusable*) material, daur ulang, material regional, material yang terbaharukan, penggunaan kayu yang bersertifikat.
5. Kualitas Lingkungan Ruang Dalam (*Indoor Environmental Quality*), meliputi optimalisasi ventilasi, pengelolaan kualitas udara, material dengan emisi rendah (*low emitting*), sistem yang terkontrol untuk pencahayaan dan penghawaan buatan yang terkontrol, optimalisasi pencahayaan alami dan pemandangan luar.
6. Inovasi Perancangan (*Innovation in Design*)
7. Prioritas Regional (*Regional Priority*)

Penilaian LEED dilakukan dengan *scoring/points*, dengan tingkatan sebagai berikut :

1. *Certified*, 40 – 49 point
2. *Silver*, 50 – 59 point
3. *Gold*, 60 – 79 point
4. *Platinum*, 80 point ke atas.

c. *GREEN STAR* (Standar Bangunan Hijau Australia)

Standar penilaian bangunan hijau *GREEN STAR* dikeluarkan oleh *Green Building Council Australia (GBCA)* pada Tahun 2002 Perumusan Standar Hijau ini bertujuan untuk menciptakan sistem penilaian bangunan hijau yang komprehensif khususnya pada industri properti. Kategori penilaian *GREEN STAR* terdiri dari:

1. *Management*, untuk menentukan tingkat penerapan prinsip pembangunan berkelanjutan mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan konstruksi dan pengoperasian.
2. *Energy*, terkait dengan pengurangan emisi gas rumah kaca, melalui efisiensi dan penggunaan energi alternatif.

3. *Water*, mengurangi konsumsi air dengan merancang sistem pelayanan bangunan yang efisien, menerapkan sistem daur ulang air dan sumber air lainnya (misalnya air hujan).
4. *Land Use and Ecology*, mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem dengan merestorasi flora dan fauna.
5. IEQ, penerapan sistem utilitas bangunan yang efisien seperti HVAC, pencahayaan dan penghunian.
6. *Transport*, menyediakan sistem transportasi alternatif guna pengurangan kendaraan pribadi.
7. *Material*, penggunaan material daur ulang, manajemen yang efisien, serta pemilihan material yang sesuai.
8. *Emissions*, pengendalian pencemaran polusi dari bangunan serta kontribusi bangunan terhadap lingkungan sekitarnya

Penilaian *rating* dilakukan dengan menentukan point/score, dengan kategori sebagai berikut :

1. *One Star* 10 – 19 points
2. *Two Star* 20 – 29 points
3. *Three Star* 30 – 44 points
4. *Four Star* 45 – 59 points *Best Practice*
5. *Five Star* 60 – 74 points *Australian Excellence*
6. *Six Star* 75 + points *World Leader*

d. HKBEAM (*Hong Kong Building Environmental Assessment Method*)

HKBEAM pertama kali didirikan di Hongkong pada Tahun 1996. HKBEAM adalah sistem klasifikasi yang membagi bangunan menjadi empat kategori berdasarkan hubungannya ke aspek lingkungan yaitu *Excellent*, *Verry Good*, *Good* dan *Fair*. HKBEAM bertujuan untuk mengembangkan, mengukur, dan menilai kinerja suatu bangunan terhadap siklus bangunan melalui serangkaian kriteria terbaiknya. Semua bangunan yang berada di bawah kepemilikan tunggal dapat dinilai oleh HKBEAM. Metode ini terus berkembang sebagai metode penilaian kelestarian lingkungan hidup.

e. GREENSHIP - GBCI (*Green Building Council Indonesia*)

Mengikuti jejak banyak negara yang telah mengembangkan kriteria dan standar untuk mengevaluasi bangunan ramah lingkungan, *Green Building Council Indonesia* (GBCI) didirikan di Indonesia pada tahun 2009 sebagai sebuah lembaga non Pemerintah. *Green Building Council Indonesia* adalah lembaga independent (*non government*) dan nirlaba (*non-for profit*) yang berkomitmen dan berdedikasi untuk mendidik masyarakat tentang penerapan praktik terbaik lingkungan dan mendorong perubahan berkelanjutan dalam industri konstruksi di seluruh dunia. GBCI tercatat sebagai anggota dari *World Green Building Council* yang berpusat di Kanada. Penyusunan sistem pemeringkatan oleh GBCI dilakukan untuk dua kategori bangunan yaitu Bangunan Baru (*New Building*) dan Bangunan Eksisting (*Existing Building*). Untuk bangunan baru sistem pemeringkatannya telah tersusun, dan sistem pemeringkatan juga didistribusikan untuk bangunan yang sudah ada, mulai bulan April 2011. *GREENSHIP* bersifat khas Indonesia seperti halnya perangkat penilaian di setiap negara yang selalu mempertimbangkan kepentingan negara tersebut. Program sertifikasi *GREENSHIP* diselenggarakan oleh Komisi *Rating* GBCI secara kredibel, akuntabel dan penuh integritas. *GREENSHIP* sebagai sebuah sistem *rating* terbagi atas enam aspek yang terdiri dari :

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

Setiap bagian aspek memiliki tingkatan *Rating* yang mengandung kredit yang berbeda, masing-masing memiliki beberapa nilai tertentu dan akan diproses untuk menentukan penilaian. Saat ini GBCI telah melakukan inspeksi terhadap beberapa bangunan di Indonesia seperti *Bakrie Tower*, *Ciputra World* dan Kampus ITS, sebagai *pilot project* penilaian hijau di Indonesia.

2.2.3. Aspek – Aspek *Green Construction*

Aspek-aspek *green construction* yang harus diterapkan untuk mencapai *green building* yang baik dan tepat antara lain:

- a. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) merupakan suatu sistem perlindungan Pekerja dan jasa konstruksi untuk mengurangi dan menghindari dari resiko kerugian moril dan materi, hilangnya waktu kerja, serta perlindungan terhadap manusia dan lingkungan hidup yang mungkin timbul dan mendukung peningkatan kinerja yang efektif dan efisien. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) diatur secara lengkap dalam PP No.50 Tahun 2012. Peraturan ini juga memuat standar keselamatan dan kesehatan kerja yang dapat digunakan oleh Kontraktor atau Pengelola Proyek untuk menentukan ruang lingkup penerapan SMK3 pada proyek konstruksi. Pemberian penyuluhan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja diharapkan dapat mengurangi angka kecelakaan yang terjadi pada saat pelaksanaan proyek konstruksi. Penyuluhan kesehatan dapat membantu mensukseskan penerapan Metode *Green Construction* sehingga proyek menjadi lebih ramah lingkungan. Selain itu Keselamatan dan Kesehatan Kerja harus didukung oleh adanya peralatan standar K3 di proyek. Peralatan ini seharusnya wajib digunakan oleh para Pekerja, namun kurangnya kesadaran terhadap keselamatan membuat para Tenaga Kerja kurang menyadari pentingnya peralatan-peralatan tersebut. Adapun peralatan standar K3 di proyek ialah: pakaian kerja, sepatu kerja, penutup telinga, sarung tangan, helm, sabuk pengaman, tangga, kacamata kerja, masker dan kotak P3K. Peralatan ini digunakan sesuai dengan kebutuhan para Pekerja.

b. Kualitas Udara dan Kenyamanan

Yang dimaksud adalah suatu kondisi termal yang dirasakan manusia diakibatkan oleh elemen-elemen arsitektur dan lingkungan. Kondisi nyaman menunjukkan keadaan yang bervariasi untuk setiap individu, sehingga kenyamanan bersifat subyektif dan berhubungan dengan keadaan tingkat aktivitas, pakaian, suhu udara, kecepatan angin, rata-rata suhu pancaran radiasi dan kelembaban udara.

Kualitas udara dan kenyamanan merupakan proses yang melibatkan proses fisik fisiologis dan psikologis. Kualitas udara dan kenyamanan termal adalah kondisi seseorang yang mengekspresikan kepuasan dirinya terhadap lingkungan termalnya. Variabel fisik kenyamanan termal dan pemaknaan istilah-istilah

kenyamanan termal ruang meliputi suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembaban udara, dan pergerakan udara atau angin.

c. Manajemen Lingkungan Bangunan

Sistem Manajemen Lingkungan adalah suatu sistem yang digunakan oleh Perusahaan untuk mengelola lingkungan. Dalam penelitian ini lingkungan yang dimaksud adalah lingkungan dalam proyek dan selama proses konstruksi berlangsung. Langkah-langkah yang harus ditempuh oleh Perusahaan Kontraktor untuk melakukan Sistem Manajemen lingkungan adalah identifikasi isu lingkungan dan kecenderungannya dalam dugaan publik, evaluasi dampak isu, penelitian dan analisa, pengembangan posisi, pengembangan strategi, implementasi, dan evaluasi. *Green Building* juga meliputi aspek manajemen lingkungan dan pengolahan limbah secara lokal. Beberapa kriteria desainnya antara lain penggunaan material kayu yang bersertifikat untuk mendukung manajemen pemeliharaan hutan, penggunaan material yang didesain untuk dapat dibongkar dan dirakit ulang dan didaur/digunakan ulang pada fungsi terakhirnya, penggunaan material dari sumber daya terbarukan serta manajemen limbah, baik padat maupun cair yang ramah lingkungan.

d. Sumber Daya dan Siklus Material

Green Material memiliki arti yang lebih luas dari sekedar material ramah lingkungan. Pengertian material ramah lingkungan sendiri pada umumnya menyangkut dari sisi produk material itu sendiri. Material ramah lingkungan adalah material yang pada saat digunakan dan dibuang, tidak memiliki potensi merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan. Sedangkan, *Green Material* memiliki pengertian lebih besar selain hanya dari sisi produk materialnya saja yang ramah lingkungan. Tetapi, juga meninjau keberlanjutan dari sumber material, proses produksi, proses distribusi dan proses pemasangan. Disamping itu dapat mendukung penghematan energi (energi listrik dan air), meningkatkan kesehatan dan kenyamanan serta efisiensi manajemen perawatan bangunannya. Material harus berasal dari bahan yang dapat digunakan kembali atau terbarukan, dibuat secara aman dan efisien tanpa menciptakan polusi atau limbah yang berbahaya. Menurut Ervianto et.al(2012), material ekologis atau ramah lingkungan yaitu material yang bersumber dari alam dan tidak mengandung zat-

zat yang mengganggu kesehatan, misalnya batu alam, kayu, bambu dan tanah liat. Selain itu menurut Frick(2007), bahan bangunan dapat diklasifikasikan berdasarkan aspek penggolongan ramah lingkungannya, seperti bahan bangunan yang dapat dibudidayakan kembali (*regenerative*), bahan bangunan alam yang dapat digunakan kembali (*recycling*), bahan bangunan alam yang mengalami perubahan transformasi sederhana, bahan bangunan alam yang mengalami beberapa tingkat perubahan transformasi, serta bahan bangunan komposit. Kebutuhan akan pembangunan properti yang semakin meningkat mendorong pihak industri material bangunan untuk menghasilkan inovasi produk material bangunan yang ramah lingkungan sehingga dapat bersaing di pasar industri. Pemilihan dalam produk material menjadi aspek yang sangat penting dalam mewujudkan konsep *Green Building*. Menurut Siagian(2005) terdapat beberapa faktor dan strategi yang harus dipertimbangkan dalam memilih material bangunan :

- 1) Bangunan yang dirancang dapat dipakai kembali dan memperhatikan sampah/buangan bangunan pada saat pemakaian.
- 2) Bahan bangunan tersebut dapat dipakai kembali (didaur ulang)
- 3) Keaslian material
- 4) Energi yang diwujudkan (*embodied energy*)
- 5) Produksi material
- 6) Dampak dari material
- 7) Material yang mengandung racun
- 8) Efisiensi ventilasi
- 9) Teknik konstruksi yang digunakan
- 10) Memprioritaskan material alami
- 11) Mempertimbangkan durabilitas dan umur dari produk

e. Tepat guna lahan

Penggunaan lahan yang tepat guna dan efisien, tidak menggunakan seluruh lahan yang ada untuk bangunan melainkan menyediakan 30% dari total lahan untuk daerah resapan. Pembangunan bangunan di suatu kawasan harus dapat menunjang keberlanjutan dari kawasan tersebut tanpa mengurangi kualitas

lingkungan dan kualitas hidup manusia seperti produktivitas, kesempatan kerja dan ekonomi masyarakat di sekitarnya. Dengan memperhatikan aspek tepat guna lahan, diharapkan adanya upaya mengurangi pengaruh negatif keberadaan bangunan terhadap lingkungan hidup dan lingkungan sekitarnya. Bangunan yang tidak memperhatikan aspek penggunaan lahannya terlebih lagi akan menambah permasalahan lingkungan, oleh karena itu diperlukan aspek tepat guna lahan dalam memanfaatkan lahan suatu bangunan.

f. Konservasi Air

Konservasi air adalah upaya untuk memelihara keberadaan dan mutu air tanah supaya tetap tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang memadai guna memenuhi kebutuhan makhluk hidup baik di masa sekarang maupun di masa yang akan datang. (UU RI No.7 Tahun 2004 Pasal 1 ayat 18 tentang Sumber Daya Air). Konservasi air dilakukan dengan tujuan utama untuk melakukan efisiensi pemakaian air tanah. Menurut *Green Building Council* Indonesia (GBCI, 2013) dalam Huda et.al(2013) konservasi air dapat dilakukan dengan melakukan beberapa upaya seperti: pemasangan meteran air, perhitungan penggunaan air, mengurangi penggunaan air, pemasangan fitur-fitur air, mendaur ulang air, penggunaan sumber air alternatif selain air tanah, penampungan air hujan dan efisiensi penggunaan air lansekap.

g. Konservasi Energi

Konservasi/penghematan energi adalah tindakan mengurangi jumlah penggunaan energi atau penggunaan energi yang optimal sesuai dengan kebutuhan sehingga akan menurunkan biaya energi yang dikeluarkan. Tujuan konservasi energi adalah untuk memelihara kelestarian sumber daya alam yang berupa sumber energi melalui kebijakan pemilihan teknologi dan pemanfaatan energi secara efisien, dan rasional untuk mewujudkan kemampuan penyediaan energi.

2.3 Identifikasi Kendala dalam Menerapkan *Green Construction*

Di banyak negara, penerapan konsep *green construction* terbukti memberikan manfaat positif. Namun di Indonesia penerapan konsep ini masih menemui banyak hambatan, seperti pemahaman dan kesadaran para Pelaku pembangunan yang belum sama dalam pembangunan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan.

Menurut Sinulingga(2012) hambatan yang dihadapi dalam penerapan *green construction* adalah:

- a. Pembiayaan dan perawatan *green construction*
- b. Modal dan biaya
- c. Pembuatan peraturan yang sah dalam penerapan *green construction*
- d. Membangun kesadaran masyarakat pentingnya *green construction*
- e. Penataan kota untuk mewujudkan konsep *green construction*
- f. Pemilihan material / bahan bangunan ramah lingkungan
- g. Kurangnya kepedulian terhadap kesehatan
- h. Pembuatan disain yang strategis

Ervianto(2015) mengidentifikasi hambatan yang dihadapi Kontraktor dalam pengimplementasian *green construction* yaitu:

- a. Teknologi : penggunaan bahan bakar alternatif, teknologi daur ulang, terbatasnya ketersediaan peralatan ramah lingkungan dalam hal tingkat kebisingan, implementasi komponen prafabrikasi, ragam material terbarukan.
- b. Peran aktif Pemilik Proyek : mensyaratkan pemakaian kayu yang dapat dipertanggung-jawabkan asal usulnya, pembuatn sistem untuk infiltrasi tanah, ketentuan filterisasi air yang akan disalurkan ke dalam tanah, tidak menebang pohon kecuali di dalam 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.
- c. Terbatasnya regulasi yang mengatur tentang implementasi *green construction* ; standarisasi terkait dengan penerangan yang sesuai untuk aktivitas konstruksi baik di dalam maupun di luar ruangan, ketentuan penggunaan alat konstruksi yang rendah emisi dan berbahan bakar yang efisien.
- d. Sosialisasi penghematan air, energi, penggunaan sensor cahaya, tidak menggunakan zat berbahaya seperti merkuri, *styrofoam* yang tidak ramah lingkungan.
- e. Campur tangan pendanaan dalam hal peremajaan berbagai peralatan yang rendah emisi dan efisien bahan bakar.

Dapat dijelaskan disini bahwa dari studi pustaka dapat disimpulkan terdapat beberapa sumber kendala dalam penerapan *green construction* yang dapat dilihat pada **Tabel 2. 1** berikut .

Tabel 2. 1 Kendala dalam Menerapkan *Green Construction* (Poetra, 2019)

No	Kendala dalam Menerapkan <i>Green Construction</i>
1.	<p>Regulasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kurangnya aturan yang detail mengenai penerapan <i>green construction</i> di Indonesia 2. Belum adanya <i>guideline</i> yang <i>comprehensive</i> dalam menerapkan <i>green construction</i>
2.	<p>Pemerintah</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kurangnya dukungan dari Pemerintah dalam menerapkan <i>green construction</i> 2. Penataan wilayah dalam mendukung <i>green construction</i> 3. Kurangnya sosialisasi dari Pemerintah mengenai penghematan sumber energi yang menunjang konstruksi 4. Kendala prioritas yang diciptakan oleh tekanan luar dimana Pemerintah harus meresponnya 5. Kendala 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 mahal dari Pemilik Proyek 2. Risiko keuangan yang dirasakan terlalu besar bagi Pemilik Proyek
4.	<p>Teknis</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Susah untuk mendapatkan sertifikat yang bisa memastikan bahwa material yang dipakai adalah material yang ramah lingkungan
5.	<p>Teknologi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Masih kurangnya alternatif material dan metode pelaksanaan dalam menerapkan <i>green construction</i>
6.	<p>Pendidikan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kurang Tenaga Ahli di pemerintahan mengenai <i>green construction</i>

	2. Kurangnya pengetahuan pengalaman Kontraktor mengenai <i>green construction</i> 3. Kurangnya pengetahuan dan keahlian Konsultan mengenai <i>green construction</i> 4. Kurangnya <i>best practice</i> dan <i>lesson learnted</i> mengenai <i>green construction</i>
7.	Budaya dan Kebiasaan/ <i>Culture and Behaviour</i> 1. Sikap antipasti/ resisten untuk menerapkan <i>green construction</i> 2. Kurang menyadari manfaat dari <i>green construction</i> 3. Merasa tidak perlu dengan penerapan <i>green construction</i>

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini juga banyak diangkat sebagai topik penelitian oleh para Peneliti terdahulu. Oleh karena itu, Peneliti juga hendaknya mempelajari penelitian terdahulu atau terdahulu yang dapat menjadi acuan bagi peneliti dalam melakukan penelitian ini. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa masih terdapat perbedaan hasil antara penelitian satu dengan penelitian lainnya, sedangkan penelitian ini lebih unggul dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang menggabungkan berbagai tahun dan pembaruan sebagai jenis penelitian baru. Oleh karena itu Peneliti berencana melakukan penelitian serupa untuk mendapatkan informasi hasil terkini.

Secara terperinci terkait dengan hasil penelitian sebelumnya, dapat ditunjukkan dalam **Tabel 2. 2** sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian
1.	Identifikasi Indikator <i>Green Construction</i> pada Proyek	Indikator, <i>Green Construction</i> ,	Lokasi penelitian	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah indikator <i>green construction</i> yang dihasilkan secara keseluruhan adalah 142 indikator yang terdiri dari 77

	<p>Konstruksi Bangunan Gedung di Indonesia</p> <p>Ervianto et.al(2012)</p>	<p>Bangunan Gedung</p>		<p>indikator Prioritas I dan 65 indikator Prioritas II.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Secara rinci indikator Prioritas I terdiri dari 16% kategori perilaku, 34,67%, kategori minimum <i>waste</i>, dan 49,33% kategori maksimum <i>value</i>. Sedangkan dalam Prioritas II terdiri dari 27,69% kategori Perilaku, 12,31% kategori <i>Minimum Waste</i>, dan 60% kategori <i>Maksimum Value</i>. • Komposisi indikator <i>green construction</i> secara keseluruhan terdiri dari 21,43% dalam kategori Perilaku, 24,29% dalam kategori <i>Minimum Waste</i>, dan 54,29% dalam kategori <i>Maksimum Value</i>.
2.	<p>Identifikasi Indikator <i>Green Construction</i> pada Proyek Konstruksi Bagunan Gedung di Kota Banda Aceh</p> <p>Furqan et.al(2016)</p>	<p>Indikator, <i>Green Construction</i>, Bangunan Gedung</p>	<p>Lokasi penelitian</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis deskriptif, semua variabel indikator penerapan <i>green construction</i> pada proyek konstruksi gedung di Kota Banda Aceh, maka berdasarkan dari persepsi Kontraktor, variabel penerapan <i>green construction</i> sangat ingin untuk diterapkan dengan nilai rata-rata sebesar 4,542. • Analisis reliabilitas, menunjukkan bahwa semua instrumen penelitian yang terdiri dari variabel bebas yaitu faktor perilaku/<i>behavior</i>, faktor minimum <i>waste</i>, dan faktor maksimum <i>value</i> dan variabel terikat yaitu penerapan <i>green construction</i> adalah reliabel. • Analisis korelasi, menunjukkan bahwa faktor maksimum <i>value</i> mempunyai hubungan yang tinggi terhadap penerapan <i>green construction</i> pada proyek konstruksi gedung di Kota Banda Aceh dengan nilai korelasi sebesar 0,842. • Analisis regresi linier berganda, menunjukkan bahwa

				<p>faktor yang berpengaruh menjadi indikator dalam penerapan <i>green construction</i> pada proyek konstruksi gedung di Kota Banda Aceh, berada pada faktor <i>maximum value</i> dengan nilai koefisien regresi sebesar 0,639 dan tingkat signifikannya 0,03. Dengan ini persentase besarnya pengaruh variabel faktor perilaku (<i>behavior</i>), faktor minimum <i>waste</i>, faktor maksimum <i>value</i>, terhadap penerapan <i>green construction</i> adalah sebesar 72,60%. Sedangkan sisanya sebesar 27,40% belum dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebas tersebut.</p>
3.	<p>Identifikasi Indikator <i>Green Construction</i> pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung</p> <p>Novandira et.al(2020)</p>	<p><i>Green Construction</i>, kriteria penerapan, konstruksi gedung</p>	<p>Indikator</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kriteria penerapan <i>Green Construction</i> yang paling penting untuk dilaksanakan menurut para Kontraktor adalah melakukan pemeliharaan bangunan selama proses konstruksi • Hasil rekapitulasi data menunjukkan bahwa pemahaman para Kontraktor mengenai <i>Green Construction</i> sudah cukup baik dengan mengetahui definisi dari <i>Green Construction</i> sebesar 56,25% . Sebagian besar para Kontraktor juga sudah pernah terlibat di dalam proyek yang menerapkan <i>Green Construction</i> sebesar 68,75%. Namun pengetahuan para Pelaku konstruksi mengenai standar kriteria <i>Green Construction</i> dan manfaat penerapan <i>Green Construction</i> masih rendah terbukti dari kurang dari 50% Kontraktor yang mengetahui standar kriteria <i>Green Construction</i> dan manfaat penerapan <i>Green Construction</i>. Tetapi para Kontraktor memiliki minat yang cukup tinggi untuk terlibat dalam proyek <i>Green</i>

				<p><i>Construction</i>, sebesar 90,625% Kontraktor berkeinginan terlibat dalam menjalankan <i>Green Construction</i>.</p>
4.	<p>Implementasi <i>Green Construction</i> sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia</p> <p>Ervianto(2015)</p>	<p><i>Green Construction Assessment Model, Building Construction</i></p>	<p>Indikator, kriteria penerapan, Lokasi penelitian</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formulasi model <i>assessment green construction</i> telah mengakomodasi berbagai hal terkait dengan isu lingkungan (energi, air, limbah) dalam proses pembangunan. Model yang dihasilkan telah mengakomodasi kepentingan dari berbagai pihak, yaitu pihak penghasil dampak dan pihak penerima dampak. Oleh karenanya model ini merupakan hasil kompromi oleh Pihak yang terkait langsung. • Model <i>assessment green construction</i> dimungkinkan untuk diimplementasikan dalam proyek infrastruktur gedung, dengan pertimbangan telah tersedianya regulasi yang telah dipublikasikan oleh Pemerintah dalam bentuk Undang-Undang, Peraturan Menteri, Peraturan Gubernur. Adanya peraturan-peraturan tersebut berfungsi sebagai faktor pendorong bagi Penyedia maupun Pengguna Jasa untuk mengimplementasikan pembangunan ramah lingkungan. Namun perlu dipertimbangkan mekanisme untuk memberikan insentif bagi Penyedia Jasa. • Model <i>assessment green construction</i> mampu digunakan untuk mengukur proses konstruksi yang ramah lingkungan (<i>green construction</i>), dikarenakan model telah disusun secara komprehensif dan telah dinyatakan <i>valid</i> melalui prosedur yang dapat dipertanggung jawabkan.
5.	<p>Capaian <i>Green Construction</i></p>	<p><i>green building, green</i></p>	<p>Indikator, kriteria penerapan,</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian dengan judul “Capaian <i>Green Construction</i> Pada Proyek Bangunan Gedung

<p>Pada Proyek Gedung Uin Raden Intan Lampung Dengan Model <i>Assessment Green Construction</i> (MAGC) (Winarsih et., 2022)</p>	<p><i>construction, model assessment</i></p>	<p>Lokasi penelitian</p>	<p>dengan Model <i>Assessment Green Construction</i> (MAGC)” yang dilakukan pada pembangunan Gedung Pusat Akademik dan Riset UIN Raden Intan Lampung menunjukkan Nilai <i>Green Construction</i> (NGC) yang dicapai dari 5 sampel penilaian Kontraktor yaitu sebesar 11,465 dari NGC terbaik 15,47.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nilai capaian yang diperoleh ini jika dipersentasekan mencapai 74,11%. Hasil pengolahan data yang didapat menunjukkan faktor konservasi dan efisiensi energi dan faktor program kesehatan dan keselamatan kerja memiliki capaian tertinggi yaitu 95,71%. Sedangkam faktor yang mendapat nilai capaian terendah yaitu faktor pemilihan dan operasional peralatan konstruksi sebesar 66,86%. • Ada beberapa kendala dari kurang maksimalnya capaian dari faktor penerapan <i>Green construction</i> tersebut antara lain kurangnya tenaga ahli pada pelaksanaannya, peraturan pemerintah yang kurang detail, biaya yang lebih mahal serta sosialisasi yang kurang maksimal dilakukan baik ke masyarakat maupun ke tenaga kerjanya.
--	--	--------------------------	---

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian merupakan suatu tempat yang mampu memberikan data-data yang diperlukan oleh Penulis untuk mendapatkan gambaran atau keadaan yang sebenarnya. Maka Penulis memutuskan tempat penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data pada Gedung *Green Construction* di Kota Semarang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder dari Proyek Gedung *Green Construction* di Kota Semarang.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian dilakukan secara bertahap disesuaikan dengan tingkat kebutuhan Penulis. Rangkaian penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu :

- a. Persiapan penelitian yang meliputi penelitian pendahuluan, penyusunan proposal dan ujian proposal
- b. Pelaksanaan penelitian yang meliputi menjangkau data, tabulasi data, analisis data dan pengecekan data.
- c. Akhir penelitian yang meliputi penyusunan laporan penelitian, pemeriksaan, penyusunan final, penyajian laporan / ujian tesis dan perbaikan laporan.

3.2. Jenis Data

3.2.1. Data Primer

Data Primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya atau data yang didapatkan langsung di lapangan. Kelebihan Data Primer adalah data mencerminkan kebenaran berdasarkan apa yang dilihat oleh Peneliti sehingga terhindar dari unsur unsur kebohongan. Data Primer yang digunakan di dalam penelitian ini berupa data kuesioner. Kuesioner dibuat menjadi dua bagian, yaitu kuesioner A dan B. Untuk kuesioner A ditanyakan mengenai karakteristik Responden terhadap Proyek *Green Construction* pada proyek konstruksi bangunan gedung, sedangkan pada kuesioner B berupa pertanyaan

mengenai faktor-faktor yang menjadi indikator *Green Construction* pada proyek konstruksi bangunan gedung.

3.2.2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data penelitian yang diperoleh tidak secara langsung berupa internet, buku, maupun arsip yang telah dipublikasikan dan tidak dipublikasikan. Data Sekunder yang Peneliti butuhkan disini adalah dokumen RKS guna kelengkapan dan analisa penelitian.

3.3. Metode Penelitian

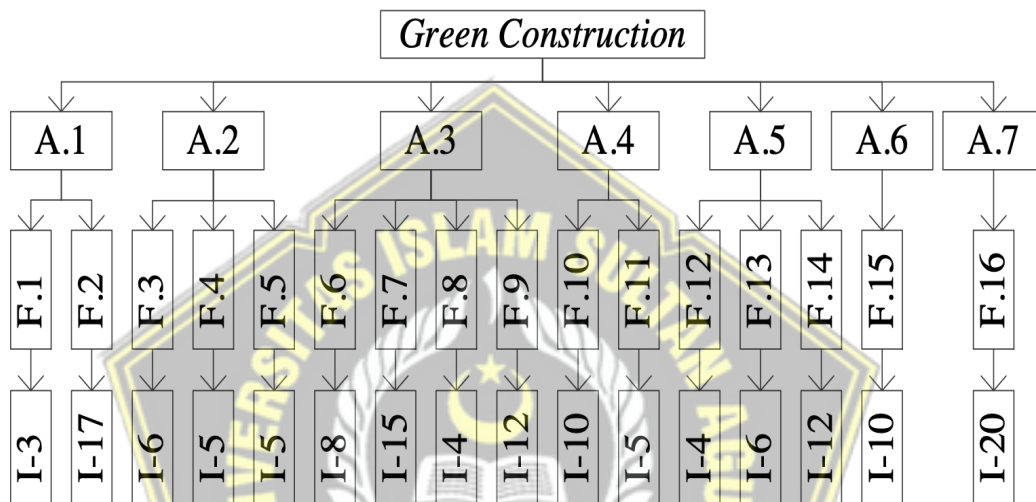
Penulis menggunakan metode pengukuran penilaian terhadap variabel *Green Construction*. Data – data akan diambil menggunakan metode survey. Survey ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada beberapa Pelaku Proyek Konstruksi yang ada di proyek yang dijadikan sumber informasi untuk mendapatkan Data Primer. Responden yang dituju pada penelitian ini adalah manajemen dan operasional pada suatu proyek konstruksi.

3.3.1. Nilai Indikator *Green Construction* (NIGC)

Dalam dokumen *Conseil International Du Batiment* (1994), dituliskan bahwa tujuan *sustainable construction* adalah menciptakan bangunan berdasarkan perencanaan yang memperhatikan ekologi, menggunakan sumberdaya alam secara efisien dan ramah lingkungan selama operasional bangunan. Salah satu bagian dari *sustainable construction* adalah *green construction* yang merupakan proses holistik yang bertujuan untuk mengembalikan dan menjaga keseimbangan antara lingkungan alami dan buatan sebagaimana dituliskan oleh Plessis(2002). Sedangkan definisi *green construction* yang dinyatakan oleh Ervianto(2012) 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.

Selanjutnya prinsip-prinsip *green* ini disusun dalam sebuah model yang merepresentasikan aktivitas proses konstruksi berupa penyederhanaan atau idealisasi. Model *assessment green construction* disusun secara hirarki, yaitu: *green*

construction; aspek *green construction* (A.1 s/d A.7); faktor *green construction* (F.1s/d F.16); dan indikator *green construction* (I.1 s/d I.142) (lihat gambar 2). Dalam setiap hirarki, diberikan bobot yang diperoleh melalui proses olah data menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Model *Assessment Green Construction* ini dikembangkan untuk kepentingan evaluasi sendiri terhadap proses konstruksi yang sedang dilaksanakan oleh Kontraktor dalam proyek konstruksi. (Gambar 3.1)



Gambar 3.1 Hirarki Model *Assessment Green Construction*

Dalam model *assessment green construction*, di setiap hirarki dapat dihitung nilai capaian proses konstruksi yang dilakukan oleh kontraktor, yaitu:

- (a) nilai indikator *green construction* (NIGC);
- (b) nilai faktor *green construction* (NFGC);
- (c) nilai aspek *green construction* (NAGC); dan
- (d) nilai *green construction* (NGC).

Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan.

3.3.2. Nilai Indikator *Green Construction* (NIGC)

Nilai Indikator *Green Construction* (NIGC) dapat dihitung berdasarkan notasi matematis sebagai berikut:

$$\text{NIGC} = \sum_{i=1}^n \text{BP}_k \cdot \text{I}_i = 0 \text{ atau } 1. \quad \text{BP}_k = 0,4 \quad (3.1)$$

Keterangan:

I_i = Jawaban responden (i bernilai 1 jika sudah diimplementasikan dan 0 jika belum diimplementasikan)

BP_k = Bobot Prioritas, k bernilai 0,56 untuk prioritas I dan 0,44 untuk prioritas II (Ervianto, 2015)

$$\text{Total NIGC} = \sum_{j=1}^m \text{NIGC}_j \quad (3.2)$$

Keterangan:

Total NIGC = Nilai Indikator *Green Construction* di setiap faktor

i = Banyaknya nilai Indikator *Green Construction*

3.3.3. Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC)

Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) dihitung berdasarkan notasi matematis sebagai berikut:

$$\text{NFGC} = \sum_{i=1}^n (\text{Total NIGC}_i \cdot \text{BFGC}_i) \quad (3.3)$$

Keterangan:

i = Banyaknya faktor *Green Construction*

Total NIGC = Nilai Indikator *Green Construction* di setiap faktor

BFGC = Bobot Faktor *Green Construction*

$$\text{Total NFGC} = \sum_{m=1}^l \text{NFGC}_m \quad (3.4)$$

Keterangan:

Total NFGC = Nilai Faktor *Green Construction* di setiap aspek

i = Banyaknya Faktor *Green Construction*

3.3.4. Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC)

Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) setiap aspek dihitung berdasarkan notasi matematis persamaan (3.5). Sedangkan perhitungan total NAGC menggunakan notasi matematis persamaan (3.6).

$$\text{NAGC} = \sum_{I=1}^n (\text{Total NFGC}_I \cdot \text{BAGC}_I) \quad (3.5)$$

$$\text{Total NAGC} = \sum_{m=1}^l \text{NAGC}_m \quad (3.6)$$

Keterangan:

Total NFGC = Nilai Faktor *Green Construction* di setiap aspek

BAGC = Bobot Aspek *Green Construction*
i = banyaknya aspek *green construction*

3.3.5. Nilai *Green Construction* (NGC)

Nilai akhir dari *green construction* selanjutnya disebut dengan Nilai *Green Construction* (NGC) adalah penjumlahan dari seluruh nilai aspek *green construction* yang dituliskan dalam notasi matematis sebagai berikut:

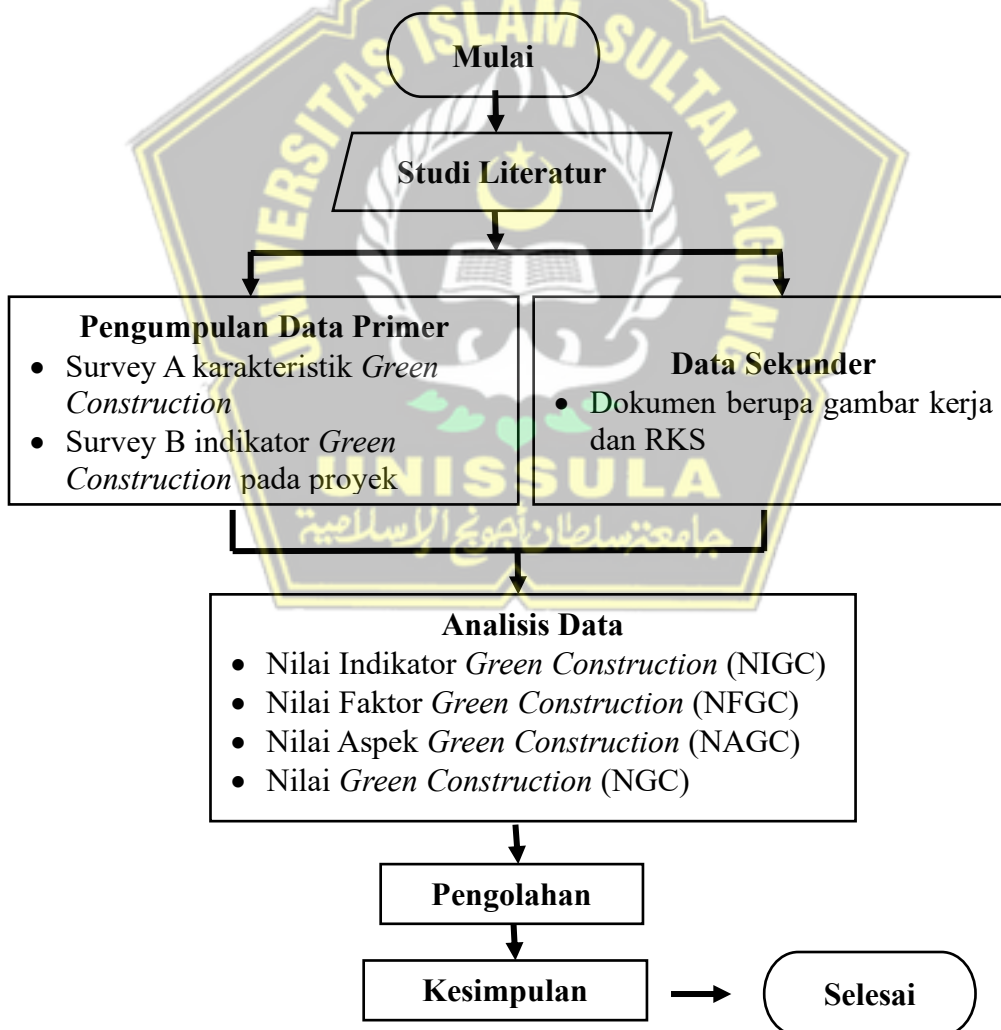
$$NGC = \sum_{i=1}^n NAGC_i \quad (3.7)$$

Keterangan:

NGC = Nilai *Green Construction*

NAGC = nilai Aspek *Green Construction*

3.4. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Objek dan Responden Penelitian

Pengumpulan data diperoleh dengan observasi langsung ke lapangan melalui rekapan hasil kuisioner untuk mendapatkan hasil mengenai indikator yang dominan diterapkan di *Green Construction*. Hasil dari wawancara yang dilakukan terhadap beberapa Responden dengan menggunakan metode Skala Likert. Sampel pada penelitian ini adalah pihak yang dianggap berkompeten dan memahami secara keseluruhan pelaksanaan proyek yang memperhatikan *Green Construction* berjumlah 25 orang.

Tabel 4.1. Sampel Penelitian

No	Nama	Jabatan/ Posisi	Lama Bekerja	Pendidikan
1.	Amalia Rany	HSE	3 Tahun	S1 Manajemen
2.	Annisa Safira	Drafter	1 Tahun	S1 Teknik Sipil
3.	Ardian Prima	SOM	8 Tahun	S1 Teknik Sipil
4.	Ardianto Gutomo	PM	15 Tahun	Kandidat S3
5.	Audi Nurul Huda	Mahasiswa KP	Kerja Praktek	-
6.	Bangkit Ramadhan	PPD	8 Bulan	S1 Akutansi
7.	Bayu Dewi P	GSP	7 Tahun	S1 Teknik
8.	Budi Herlambang	QC Officer	10 Tahun	S1 Teknik Sipil
9.	Didik	SP	11 Tahun	SMK
10.	Esti Ursidana	Staff Adm	12 Tahun	S1 Akutansi
11.	Farida	Adm MK	7 Tahun	S1 Ekonomi
12.	Fernanda Niko	MK	3 Tahun	S1 Teknik Sipil
13.	Genia Sandia	BIM	2 Tahun	S1 Teknik Sipil
14.	Hendra Wijaya	SEM	8 Tahun	S1 Teknik Sipil
15.	Hernowo Dwi P	HSE	5 Tahun	S1 Teknik
16.	Ilma D Agustin	QC	8 Bulan	S1 Arsitektur
17.	Indra	SP ME	8 Tahun	SMK
18.	Joko Susilo	SP	8 Tahun	SMK
19.	Joni	QS	5 Tahun	S1 Teknik Sipil
20.	Lukma Hakim	Drafter MC	3 Tahun	D3
21.	Maulana Yusuf	Surveyor	5 Tahun	SMK
22.	Muhammad Parlan	Logistik	12 Tahun	SMK
23.	Rolan	GSP	10 Tahun	D3
24.	Wahyu Nugroho	QC Officer	12 Tahun	S1 Teknik Sipil
25.	Yudha Andhika	QS	4 Tahun	S1 Teknik Sipil

4.2. Uji Validitas Data

Hasil Uji Validitas menunjukkan seberapa baik alat dapat mengukur obyek yang akan diukur. Penentuan Validitas didasarkan pada perbandingan nilai total faktor yang disesuaikan nilai korelasi (r) yang diperoleh dengan nilai perkalian periode kritis (tabel r). Jika nilai korelasi hitung (r hitung) lebih besar daripada r tabel pada tingkat kepercayaan 90% maka hal ini dapat diartikan pertanyaan valid. Uji/test kuesioner berupaya untuk mengetahui apakah pertanyaan-pertanyaan dalam kuesioner memenuhi syarat untuk dijadikan data dalam penelitian ini. Korelasi *product-moment* (Tabel r) pada 25 orang ($df=N-2$) adalah 0.3365.

Hasil Uji Validitas Data bahwa hasil dari item – item pertanyaan yang diajukan semuanya Valid, karena memiliki r hitung $>$ r Tabel. Tabel 4.2 adalah hasil Uji Validitas Kesehatan dan Keselamatan Kerja.

Tabel 4.2. Hasil Uji Validitas Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai r tabel ($n=35$)	
F1.1	2.64	0.3365	Valid
F1.2	0.43	0.3365	Valid
F1.3	2.10	0.3365	Valid

Tabel 4.3. Hasil Uji Validitas Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai r tabel ($n=35$)	
F2.1	1.85	0.3365	Valid
F2.2	1.39	0.3365	Valid
F2.3	2.10	0.3365	Valid
F2.4	2.09	0.3365	Valid
F2.5	1.03	0.3365	Valid
F2.6	2.09	0.3365	Valid
F2.7	1.43	0.3365	Valid
F2.8	2.44	0.3365	Valid
F2.9	1.06	0.3365	Valid
F2.10	2.63	0.3365	Valid
F2.11	1.62	0.3365	Valid
F2.12	1.15	0.3365	Valid
F2.13	0.73	0.3365	Valid
F2.14	1.67	0.3365	Valid

F2.15	2.61	0.3365	Valid
F2.16	1.19	0.3365	Valid
F2.17	1.39	0.3365	Valid

Tabel 4.4. Hasil Uji Validitas Kualitas Udara Tahap Konstruksi

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F3.1	0.57	0.3365	Valid
F3.2	1.30	0.3365	Valid
F3.3	0.87	0.3365	Valid
F3.4	1.26	0.3365	Valid
F3.5	0.62	0.3365	Valid
F3.6	1.46	0.3365	Valid

**Tabel 4.5. Hasil Uji Validitas Pemilihan dan Operasional Peralatan
Konstruksi**

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F4.1	0.38	0.3365	Valid
F4.2	1.34	0.3365	Valid
F4.3	2.13	0.3365	Valid
F4.4	1.36	0.3365	Valid
F4.5	3.44	0.3365	Valid

**Tabel 4.6. Hasil Uji Validitas Perencanaan dan Penjadwalan Proyek
Konstruksi**

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F5.1	0.40	0.3365	Valid
F5.2	1.45	0.3365	Valid
F5.3	2.31	0.3365	Valid
F5.4	1.08	0.3365	Valid
F5.5	3.39	0.3365	Valid

Tabel 4.7. Hasil Uji Validitas Dokumentasi

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F6.1	3.30	0.3365	Valid
F6.2	2.46	0.3365	Valid
F6.3	2.45	0.3365	Valid
F6.4	1.72	0.3365	Valid
F6.5	3.39	0.3365	Valid
F6.6	1.95	0.3365	Valid
F6.7	4.97	0.3365	Valid
F6.8	1.53	0.3365	Valid

Tabel 4.8. Hasil Uji Validitas Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F7.1	3.61	0.3365	Valid
F7.2	4.37	0.3365	Valid
F7.3	3.25	0.3365	Valid
F7.4	2.63	0.3365	Valid
F7.5	4.43	0.3365	Valid
F7.6	6.34	0.3365	Valid
F7.7	2.72	0.3365	Valid
F7.8	4.28	0.3365	Valid
F7.9	3.74	0.3365	Valid
F7.10	1.71	0.3365	Valid
F7.11	3.54	0.3365	Valid
F7.12	3.81	0.3365	Valid
F7.13	3.86	0.3365	Valid
F7.14	3.18	0.3365	Valid
F7.15	5.56	0.3365	Valid

Tabel 4.9. Hasil Uji Validitas Pelatihan bagi Subkontraktor

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F8.1	3.52	0.3365	Valid
F8.2	4.74	0.3365	Valid
F8.3	5.15	0.3365	Valid
F8.4	3.21	0.3365	Valid

Tabel 4.10. Hasil Uji Validitas Manajemen Limbah Konstruksi

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F9.1	2.27	0.3365	Valid
F9.2	4.86	0.3365	Valid
F9.3	4.87	0.3365	Valid
F9.4	3.48	0.3365	Valid
F9.5	4.40	0.3365	Valid
F9.6	5.12	0.3365	Valid
F9.7	3.34	0.3365	Valid
F9.8	4.07	0.3365	Valid
F9.9	2.75	0.3365	Valid
F9.10	4.74	0.3365	Valid
F9.11	4.37	0.3365	Valid
F9.12	3.89	0.3365	Valid

Tabel 4.11. Hasil Uji Validitas Sumber dan Siklus Material

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F10.1	4.82	0.3365	Valid
F10.2	5.15	0.3365	Valid
F10.3	5.07	0.3365	Valid
F10.4	5.04	0.3365	Valid
F10.5	2.91	0.3365	Valid
F10.6	3.63	0.3365	Valid
F10.7	6.41	0.3365	Valid
F10.8	2.63	0.3365	Valid
F10.9	1.69	0.3365	Valid
F10.10	4.49	0.3365	Valid

Tabel 4.12. Hasil Uji Validitas Penyimpanan dan Perlindungan Material

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F11.1	2.90	0.3365	Valid
F11.2	3.37	0.3365	Valid
F11.3	3.49	0.3365	Valid
F11.4	3.51	0.3365	Valid
F11.5	2.52	0.3365	Valid

Tabel 4.13. Hasil Uji Validitas Tepat Guna Lahan

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F12.1	2.04	0.3365	Valid
F12.2	1.67	0.3365	Valid
F12.3	2.16	0.3365	Valid
F12.4	3.90	0.3365	Valid

Tabel 4.14. Hasil Uji Validitas Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F13.1	6.33	0.3365	Valid
F13.2	2.45	0.3365	Valid
F13.3	1.98	0.3365	Valid
F13.4	3.82	0.3365	Valid
F13.5	6.26	0.3365	Valid
F13.6	1.97	0.3365	Valid

Tabel 4.15. Hasil Uji Validitas Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F14.1	4.32	0.3365	Valid
F14.2	4.77	0.3365	Valid
F14.3	5.97	0.3365	Valid
F14.4	3.56	0.3365	Valid
F14.5	4.18	0.3365	Valid
F14.6	4.07	0.3365	Valid
F14.7	3.40	0.3365	Valid
F14.8	2.36	0.3365	Valid
F14.9	4.24	0.3365	Valid
F14.10	2.50	0.3365	Valid
F14.11	3.37	0.3365	Valid
F14.12	6.09	0.3365	Valid

Tabel 4.16. Hasil Uji Validitas Konservasi dan Efisiensi Air

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F15.1	2.73	0.3365	Valid
F15.2	2.75	0.3365	Valid
F15.3	2.74	0.3365	Valid
F15.4	3.45	0.3365	Valid
F15.5	2.04	0.3365	Valid
F15.6	3.31	0.3365	Valid
F15.7	2.75	0.3365	Valid
F15.8	3.76	0.3365	Valid
F15.9	2.55	0.3365	Valid
F15.10	2.34	0.3365	Valid

Tabel 4.16. Hasil Uji Validitas Konservasi dan Efisiensi Energi

Item Pertanyaan	Variabel		Keterangan
	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	Nilai <i>r</i> tabel (<i>n</i> =35)	
F16.1	4.84	0.3365	Valid
F16.2	3.95	0.3365	Valid
F16.3	2.18	0.3365	Valid
F16.4	1.60	0.3365	Valid
F16.5	0.72	0.3365	Valid
F16.6	3.25	0.3365	Valid
F16.7	0.72	0.3365	Valid
F16.8	3.18	0.3365	Valid
F16.9	3.56	0.3365	Valid
F16.10	3.18	0.3365	Valid
F16.11	1.70	0.3365	Valid
F16.12	3.64	0.3365	Valid
F16.13	1.70	0.3365	Valid
F16.14	3.24	0.3365	Valid
F16.15	3.25	0.3365	Valid
F16.16	3.53	0.3365	Valid
F16.17	3.64	0.3365	Valid
F16.18	3.25	0.3365	Valid
F16.19	1.50	0.3365	Valid
F16.20	0.90	0.3365	Valid

4.3. Uji Reliabilitas Data

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui reliabel atau tidaknya variabel-variabel dalam model ini, berdasarkan data respon yang diterima dari seluruh Responden. *Reliable* menunjukkan bahwa pertanyaan mengenai perubahan secara umum mencerminkan perubahan itu sendiri. Sehingga terdapat tingkat komunikasi antara sejumlah pertanyaan dan variabel tertentu.

Hasil uji reliabilitas memperlihatkan bahwa seluruh variabel mempunyai nilai Cronbach's Alpha > 0,6 hal ini menunjukkan bahwa penerapan Konsep *Green Construction* dinyatakan Reliabel.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0.977	141

Gambar 4.7. Hasil Uji Reliabilitas Data

4.4. Analisa Kuesioner

Penilaian kuisisioner dari Responden yang telah ditabulasikan, selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$TxPn$$

Keterangan :

T : Total Jumlah Responden yang memilih

Pn : Pilihan angka skor *linkert* tertinggi

Maka :

T : 25 Responden

Pn : 5

1. Menentukan Rentang Skala

$$Rs = T \times (Pn-1)/Pn = 25 \times (5-1)/5 = 100/5 = 20$$

2. Menentukan Batas Skala

$$\text{Nilai Terendah (MIN)} = 1 \times T = 1 \times 25 = 25$$

$$\text{Nilai Tertinggi (MAX)} = 5 \times T = 5 \times 25 = 125$$

3. Skala Likert

Tabel 4.17 Tabel Penentuan Skala

Buruk sekali	Min	≈	Min + RS	=	25	-	45
Buruk	Min + RS + 1	≈	Min + 2RS	=	46	-	65
Sedang	Min + 2RS + 1	≈	Min + 3RS	=	66	-	85
Baik	Min + 3RS + 1	≈	Min + 4RS	=	86	-	105
Baik Sekali	Min + 4RS + 1	≈	Min + 5RS	=	106	-	125

4. Interpretasi Skor Perhitungan:

Agar mendapatkan hasil interpretasi, terlebih dahulu harus diketahui skor tertinggi (X) dan skor terendah (Y) untuk item penilaian dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = \text{skor tertinggi Likert} \times \text{jumlah Responden} = 5 \times 25 = 125$$

$$X = \text{skor terendah Likert} \times \text{jumlah Responden} = 1 \times 25 = 25$$

Setelah dilakukan analisis pendahuluan, hasil survey dianalisis dengan menguji *mean* dan standar deviasi. Dari hasil kedua pengujian tersebut dapat diperoleh gambaran lengkap mengenai pengertian dan standar deviasi kategori *green construction*. Nilai *mean* atau rata-rata merupakan indikator statistik yang dapat digunakan untuk mengukur rata-rata suatu data. Nilai penghitungan nilai *mean* atau rata-rata dapat dilihat pada rumus di bawah ini:

$$Me = [(\sum xi) / n] \quad (4.1)$$

Keterangan:

Me = Mean

\sum = Epsilon (jumlah)

x_i = Nilai x ke i sampai ke n

n = Jumlah individu

Tabel 4.18 Hasil Uji *Mean Data*

No	Deskripsi	Mean	SD
A1	Kesehatan dan Keselamatan Kerja		
F1	Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja		
1	Membuat jadwal untuk kegiatan yang menimbulkan emisi untuk mengurangi dampaknya terhadap pekerja konstruksi	4.6	1.0
2	Memisahkan bedeng Pekerja dari lokasi proyek	4.7	0.7
3.	Menjamin terjadinya sirkulasi udara selama proyek berlangsung khususnya pada fasilitas tertentu (misalnya lorong)	4.8	0.7
F2	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi		0.8
1.	Memberikan prioritas terhadap Pekerja konstruksi	4.7	0.4
2.	Memberikan perhatian terhadap kesehatan masyarakat umum yang berada di sekitar lokasi proyek konstruksi	4.9	0.7
3.	Melakukan pemilihan metoda konstruksi didasarkan pada minimalisasi debu agar tercipta lingkungan kerja yang sehat	4.8	1.3
4.	Melakukan pemilihan metoda konstruksi didasarkan pada minimalisasi bahan/ benda yang menyebabkan pencemaran (polutan)	4.5	0.7
5.	Mengganti peralatan tahun pembuatan lama dengan yang baru agar konsumsi energi lebih efisien dan rendah emisi	4.6	1.1
6.	Memperhatikan timbulnya debu yang dihasilkan oleh kegiatan dekonstruksi	4.8	0.9
7.	Memberikan perhatian terhadap material yang mengandung zat berbahaya (cat, lem, <i>sealant</i>)	4.7	1.3
8.	Memasang tanda dilarang merokok di kantor proyek	4.5	1.0
9.	Memasang tanda dilarang merokok di lokasi kerja	4.6	0.7
10.	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter di luar Direksi <i>keet</i>	4.8	1.0
11.	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar lokasi kerja	4.6	1.0
12.	Tidak menggunakan material asbes	4.8	0.6
13.	Tidak menggunakan lampu merkuri untuk penerangan di lokasi proyek dan kantor proyek	4.8	0.8
14.	Tidak menggunakan <i>styrofoam</i> untuk insulasi panas	4.6	0.9
15.	Melakukan pemasangan <i>safety net</i> untuk keamanan atau pengaman agar material tidak jatuh saat proses konstruksi	4.8	0.6
16.	Melakukan penyiraman lapangan di lokasi proyek untuk mengurangi timbulnya debu	4.7	0.9
17.	Mengadakan fasilitas <i>washing bay</i> untuk menjaga kebersihan jalan sebagai fasilitas umum	4.7	0.7

No	Deskripsi	Mean	SD
A2	Kualitas Udara dan Kenyamanan		
F3	Kualitas Udara Tahap Konstruksi		
1.	Membuat program udara bersih sesuai persyaratan yang telah ditetapkan oleh Pemerintah	4.0	1.5
2.	Melakukan pengukuran kualitas udara secara berkala	4.5	1.1
3.	Menjamin bahwa seluruh <i>stake holder</i> memahami, bertanggung jawab dan menerapkan program udara bersih	3.2	1.6
4.	Melakukan pertemuan secara rutin bersama seluruh <i>stake holder</i> untuk mematuhi komitmen tentang persyaratan kualitas udara	3.4	1.6
5.	Memenuhi persyaratan kualitas udara sebagaimana yang ditetapkan dalam dokumen lelang atau kontrak	3.3	1.7
6.	Menyertakan kesanggupan memenuhi persyaratan kualitas udara dalam dokumen tender dan kontrak	3.5	1.7
F4	Pemilihan dan Operasional Peralatan Konstruksi		
1.	Melakukan pengamatan terhadap waktu kerja peralatan berupa informasi <i>cycle time</i> untuk meningkatkan produktivitas	3.8	1.5
2.	Memberikan pelatihan bagi operator peralatan agar dapat dicapai produktivitas yang ditetapkan	3.3	1.7
3.	Meminimalkan waktu jeda yang ditimbulkan oleh peralatan agar dapat dicapai tingkat efisiensi tertentu	4.9	0.3
4.	Mengganti bahan bakar fosil dengan sumber energi alternatif untuk peralatan konstruksi	3.5	1.7
5.	Mengutamakan penggunaan transportasi umum bagi pekerja konstruksi	3.8	1.5
F5	Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Konstruksi		
1.	Mengutamakan kemampuan Suplier lokal dalam menyediakan kebutuhan material	3.2	1.3
2.	Memberikan perhatian terhadap perlindungan material dan peralatan	3.0	1.4
3.	Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan material dan peralatan	4.0	1.5
4.	Memiliki sertifikat ISO 14000	4.2	1.4
5.	Menerapkan ISO 14000 dalam proses konstruksi	3.9	1.3
A3	Manajemen Lingkungan Bangunan		
F6	Dokumentasi		
1.	Melakukan pencatatan terkait dengan jumlah material sisa	3.7	1.7
2.	Melakukan pencatatan jumlah penggunaan material terbarukan	4.1	1.5
3.	Melakukan pencatatan jumlah kandungan material daur ulang (<i>recycle</i>)	4.2	1.2
4.	Melakukan pencatatan terkait jumlah kandungan material lokal	4.2	1.3

No	Deskripsi	Mean	SD
5.	Melakukan pencatatan penggunaan produk dari kayu bersertifikat	3.9	1.3
6.	Melakukan pencatatan tentang jumlah pengiriman material serta cara-cara melindunginya	4.0	1.3
7.	Mendokumentasikan mengenai program kualitas udara proyek konstruksi	3.8	1.6
8.	Membuat dokumentasi tentang manajemen limbah konstruksi	4.2	1.1
F7	Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi		
1.	Menyediakan tempat sampah konstruksi	4.3	1.1
2.	Melakukan pemilahan sampah konstruksi sesuai jenisnya	3.9	1.4
3.	Penyediaan tempat sampah rumah tangga (organik, anorganik, bahan berbahaya dan beracun) di sekitar lokasi kerja	4.1	1.4
4.	Melakukan pemilihan sampah rumah tangga sesuai jenisnya	3.8	1.6
5.	Bekerja sama dengan Pihak ke-3 (Pengepul, penampung)	3.7	1.7
6.	Monitoring/ pencatatan sampah yang dikeluarkan	3.7	1.6
7.	Menyajikan makanan dan minuman menggunakan sistem katering untuk meminimalkan timbulnya sampah	4.1	1.5
8.	Tidak menggunakan minimum kemasan	4.1	1.3
9.	Menyediakan minuman isi ulang dalam galon	3.9	1.6
10.	Menggunakan <i>Veldples</i> untuk air minum	4.1	1.3
11.	Pemakaian kertas bolak balik (dua sisi) untuk kebutuhan umum	3.7	1.8
12.	Menyediakan cetakan untuk sisa agregat beton	4.5	1.1
13.	Penggunaan bekas bobokan bangunan/puing bangunan untuk timbunan	4.6	0.9
14.	Memaksimalkan pemanfaatan sisa potongan besi tulangan (<1 meter)	4.6	1.0
15.	Membuat lubang biopori untuk mengurangi erosi akibat air permukaan	4.4	1.3
F8	Pelatihan bagi Sub Kontraktor		
1.	Memberikan pelatihan bagi Pekerja konstruksi mengenai cara-cara mengurangi timbulnya limbah konstruksi	4.4	1.2
2.	Memberikan pelatihan bagi Pekerja konstruksi mengenai cara-cara mengelola limbah konstruksi	4.3	1.3
3.	Memberikan pelatihan bagi Pekerja konstruksi yang difokuskan terhadap kegiatan yang menghasilkan debu	4.4	1.2
No	Deskripsi	Mean	SD

4.	Memberikan pelatihan bagi Pekerja konstruksi untuk menjaga kualitas udara di lokasi proyek	4.5	1.0
F9	Manajemen Limbah Konstruksi		
1.	Melakukan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	4.7	0.9
2.	Meminimalkan kemasan dalam pengiriman material	4.3	1.4
3.	Menggunakan ukuran produk standar untuk jenis material tertentu	4.4	1.4
4.	Melakukan pemilihan dan penetapan metoda konstruksi untuk mengurangi limbah proses konstruksi	4.6	0.8
5.	Mengemas material bangunan untuk mengurangi limbah	4.2	1.3
6.	Mengoptimalkan penggunaan material bangunan untuk mengurangi limbah	4.6	0.8
7.	Meningkatkan tingkat akurasi dalam estimasi penggunaan bahan bangunan untuk mengurangi limbah	4.5	1.2
8.	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) limbah konstruksi	4.4	1.2
9.	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) material hasil dekonstruksi	4.6	0.9
10.	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (<i>downcycle</i>)	4.4	1.2
11.	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai sama dengan sebelumnya (<i>recycle</i>)	4.5	1.0
12.	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih tinggi dengan sebelumnya (<i>upcycle</i>)	4.4	1.2
A4	Sumber Daya dan Siklus Material		
F10	Sumber dan Siklus Material		
1.	Menggunakan material bekas bangunan lama di lokasi pekerjaan atau dari tempat lain untuk mengurangi penggunaan bahan mentah baru sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian bahan/ material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir	4.3	1.4
2.	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan	4.2	1.4
3.	Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya/ bersertifikat	4.4	1.1
4.	Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material untuk mengurangi sampah konstruksi	4.3	1.3
5.	Mengurangi jejak karbon yang ditimbulkan oleh pengadaan material/ produk dengan cara menggunakan material di sekitar proyek atau produk lokal sehingga mampu mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri	4.7	1.0
No	Deskripsi	Mean	SD
6.	Penggunaan <i>container</i> untuk kantor di lokasi proyek	4.6	0.9

7.	Penggunaan fasilitas sementara (<i>temporary facility</i>) dalam proses konstruksi	4.2	1.4
8.	Menggunakan metoda prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	4.6	1.0
9.	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan	4.7	0.7
10.	Menggunakan material lokal sebagai bahan konstruksi	4.5	1.0
F11	Penyimpanan dan Perlindungan Material		
1.	Merencanakan cara-cara menyimpan dan melindungi berbagai jenis material agar tidak mengalami kerusakan	4.3	1.2
2.	Merencanakan agar tidak terkontaminasi oleh debu, kelembaban dan kotoran lainnya untuk jenis material tertentu (misalnya pipa untuk saluran air, saluran pendingin udara/AC)	4.2	1.2
3.	Menyimpan material tertentu rawan terhadap debu untuk disimpan di luar lokasi proyek konstruksi	3.8	1.7
4.	Melakukan penyimpanan material tertentu dengan cara dilem secara sempurna	3.8	1.6
5.	Melindungi pipa-pipa yang akan digunakan dengan cara menutup di kedua ujungnya	4.2	1.3
A5	Tepat Guna Lahan		
F12	Pengelolaan Lahan		
1.	Melakukan penanaman pohon di sekitar Direksi <i>keet</i>	4.2	1.4
2.	Tidak melakukan penebangan pohon selama proses konstruksi	4.2	1.4
3.	Membuat sumur resapan untuk membuang air limbah maupun air limpasan	4.3	1.3
4.	Melakukan filterisasi air sebelum dibuang ke dalam drainase kota	4.0	1.5
F13	Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi		
1.	Membuat dokumen tentang kondisi lahan sebelum dibangun dan merencanakan pelestariannya jika terdapat fitur budaya	4.0	1.6
2.	Membuat perencanaan lokasi penyimpanan peralatan berat (<i>trailer, excavator, bulldozer, dll</i>)	4.6	0.9
3.	Membuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman di lokasi proyek	4.4	1.2
4.	Menerapkan larangan menebang pohon dalam radius 12,2 meter dari bangunan	4.0	1.6
5.	Merencanakan dan melakukan simulasi pengaruh air limpasan di lokasi proyek yang berdampak negatif terhadap lingkungan	3.9	1.5
6.	Merencanakan, mengevaluasi dan memilih metoda <i>land clearing</i> yang ramah lingkungan	4.1	1.4
No	Deskripsi	Mean	SD
F14	Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan		
1.	Merencanakan penggunaan air dalam proses konstruksi	4.0	1.4

2.	Melakukan Pengukuran air limpasan akibat proses konstruksi terhadap lokasi di sekitar proyek	4.1	1.5
3.	Merencanakan tindakan pencegahan terjadinya erosi di lokasi proyek akibat kegiatan proyek	4.1	1.5
4.	Mencegah terjadinya kebisingan yang ditimbulkan oleh pelaksanaan pekerjaan selama proses konstruksi	4.4	1.0
5.	Memanfaatkan top soil hasil land clearing	4.1	1.3
6.	Merencanakan pelestarian dengan cara memindahkan atau mengganti vegetasi/ pohon yang terkena dampak proyek konstruksi	4.6	0.7
7.	Merencanakan cara-cara melindungi vegetasi/ pohon di lokasi proyek	4.4	1.1
8.	Merencanakan dan melakukan pengelolaan air limbah akibat proses konstruksi	4.2	1.4
9.	Melakukan pengaturan area simpan dan bongkar material/ produk dari moda transportasi	4.1	1.4
10.	Menetapkan batas proyek dengan memasang pagar disekeliling lokasi proyek	4.2	1.4
11.	Membatasi pergerakan kendaraan dan alat di lokasi proyek	4.1	1.4
12.	Mencegah terjadinya erosi akibat limpasan air permukaan	4.1	1.5
A6	Konservasi Air dan Energi		
F15	Konservasi dan Efisiensi Air		
1.	Menampung air hujan untuk digunakan kembali dalam berbagai kegiatan yang tidak disyaratkan air layak minum	4.1	1.0
2.	Pemasangan alat meteran air di setiap keluaran sumber air bersih (PDAM, air tanah)	4.0	1.0
3.	Melakukan monitoring pemakaian air setiap bulan	4.0	1.2
4.	Menggunakan kran otomatis untuk washtafel di kantor proyek	4.3	0.9
5.	Memasang sticker “gunakan air secukupnya” ditempat sumber keluaran air	4.4	0.6
6.	Penggunaan shower untuk mandi pekerja konstruksi	4.2	1.0
7.	Membuat perencanaan dalam pemanfaatan air dewatering	4.2	1.1
8.	Membuat recharge well berupa sumur resapan dan atau lubang biopori	4.3	0.8
9.	Memasang piezo meter untuk memonitor muka air tanah	4.5	0.9
10.	Memanfaatkan air dewatering untuk kegiatan di lapangan	4.6	0.5
No	Deskripsi	Mean	SD
F16	Konservasi dan Efisiensi Energi		

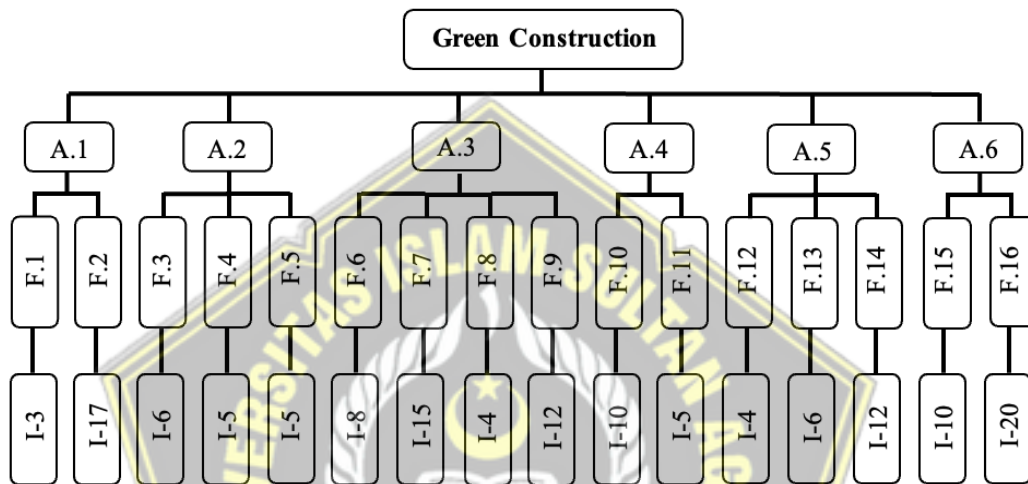
1.	Menggunakan standarisasi penerangan untuk mendukung pekerjaan di lokasi proyek baik di dalam maupun diluar ruangan	4.2	1.1
2.	Menggunakan lampu hemat energi	4.5	0.7
3.	Meminimalkan polusi yang ditimbulkan oleh lampu penerangan	4.6	0.7
4.	Mengatur penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan	4.6	0.6
5.	Pemasangan KWH meter pada sistem beban	4.7	0.5
6.	Membuat perhitungan pengurangan CO2 yang didapatkan dari efisiensi energi	4.5	0.9
7.	Melakukan monitoring pemakaian listrik setiap bulan	4.7	0.5
8.	Memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan di kontraktor keet paling tidak 50% dari jumlah ruangan	4.5	0.8
9.	Penggunaan water reservoir untuk penyimpanan air bersih	4.5	0.9
10.	Membuat tata tertib atau ketentuan penggunaan peralatan kantor (lampu, air conditioning, dispenser, mesin foto copy, komputer, pompa air, dll)	4.5	0.8
11.	Mengatur temperatur Air Conditioning pada posisi 25°C	4.7	0.5
12.	Membuat jadwal transportasi bagi pekerja konstruksi dan karyawan proyek	4.4	1.0
13.	Menyediakan mess karyawan proyek di sekitar lokasi proyek	4.7	0.5
14.	Penggunaan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek	4.6	0.7
15.	Melakukan pengukuran intensitas cahaya sesuai ketentuan (min 300 lux)	4.5	0.9
16.	Melakukan pengukuran getaran selama proses konstruksi berlangsung	4.5	0.8
17.	Melakukan pengukuran kebisingan selama proses konstruksi	4.4	1.0
18.	Menyediakan absorban untuk penyimpanan material bahan berbahaya dan beracun (B3)	4.5	0.9
19.	Memastikan bahwa semua kendaraan dan alat berat yang digunakan dalam proyek lulus uji emisi gas buang	4.4	1.2
20.	Menggunakan peralatan ac dengan COP minimum 10% lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000	3.9	1.3
		24.3	6.5

Setelah diolah data kuisisionernya diperoleh nilai (rata-rata) tingkat penerapan *Green Construction* Gedung Serba Guna UNDIP di Kota Semarang sebesar 24,3.

Artinya berdasarkan Tabel 4.17 metode kuantitatif yang ditentukan berarti implementasi kebijakan *Green Construction* masih buruk.

4.5. Model Assessment Green Construction

Kuesioner AHP untuk memperoleh bobot komponen dan material *Green Construction* menggunakan kuesioner skala interval (1-9) membandingkan tingkat kepentingan pada metode AHP pada 4 Responden.



Gambar 4.1. Hierarki Green Constructio

Tabel 4.19 Hasil Penyebaran Kuisisioner Responden 1

Elemen	RESPONDEN 1					
	Kesehatan dan keselamatan kerja	kualitas udara dan kenyamanan	Manajemen lingkungan bangunan	Sumber daya dan siklus material	Tepat guna lahan	Konservasi air dan energy
Kesehatan dan keselamatan kerja	1	6	6	5	3	4
kualitas udara dan kenyamanan	1/6	1	3	3	1/4	5
Manajemen lingkungan bangunan	1/6	1/3	1	1/3	4	3
Sumber daya dan siklus material	1/5	1/3	3	1	1/4	1
Tepat guna lahan	1/3	4	1/4	4	1	1/5
Konservasi air dan energy	4	4	1	1/4	1	1

Tabel 4.20 Hasil Penyebaran Kuisisioner Responden 2

Elemen	RESPONDEN 2					
	Kesehatan dan keselamatan kerja	kualitas udara dan kenyamanan	Manajemen lingkungan bangunan	Sumber daya dan siklus material	Tepat guna lahan	Konservasi air dan energy
Kesehatan dan keselamatan kerja	1	4	3	4	2	3
kualitas udara dan kenyamanan	1/4	1	1/8	5	1	3
Manajemen lingkungan bangunan	1/3	8	1	3	1/7	1
Sumber daya dan siklus material	1/4	1/5	1/3	1	5	1
Tepat guna lahan	1/2	1	7	1/5	1	1/8
Konservasi air dan energy	3	1/3	1	1	8	3

Tabel 4.21 Hasil Penyebaran Kuisisioner Responden 3

Elemen	RESPONDEN 3					
	Kesehatan dan keselamatan kerja	kualitas udara dan kenyamanan	Manajemen lingkungan bangunan	Sumber daya dan siklus material	Tepat guna lahan	Konservasi air dan energy
Kesehatan dan keselamatan kerja	1	1/3	3	1/3	1/7	5
kualitas udara dan kenyamanan	3	1	3	1	1/8	3
Manajemen lingkungan bangunan	1/3	1/3	1	1	8	1/3
Sumber daya dan siklus material	3	1	1	1	6	1
Tepat guna lahan	7	8	1/8	1/6	1	4
Konservasi air dan energy	1	4	3	4	2	1/4

Tabel 4.22 Hasil Penyebaran Kuisisioner Responden 4

Elemen	RESPONDEN 4					
	Kesehatan dan keselamatan kerja	kualitas udara dan kenyamanan	Manajemen lingkungan bangunan	Sumber daya dan siklus material	Tepat guna lahan	Konservasi air dan energy
Kesehatan dan keselamatan kerja	1	3	4	8	1/2	4
kualitas udara dan kenyamanan	1/3	1	1/3	1/8	1/7	1/5
Manajemen lingkungan bangunan	1/4	3	1	4	7	1/2
Sumber daya dan siklus material	1/8	8	1/4	1	1/6	1/3
Tepat guna lahan	2	7	1/7	6	1	1
Konservasi air dan energy	4	7	1	4	7	1

Tabel 4.23 Penjumlahan Matriks Banding Berpasangan Antar Level

Elemen	Kesehatan dan keselamatan kerja	kualitas udara dan kenyamanan	Manajemen lingkungan bangunan	Sumber daya dan siklus material	Tepat guna lahan	Konservasi air dan energy
Kesehatan dan keselamatan kerja	1,0000	1,3741	1,7118	1,4883	0,9188	1,7299
kualitas udara dan kenyamanan	0,7277	1,0000	0,9066	1,0649	0,5821	1,2457
Manajemen lingkungan bangunan	0,5842	1,1031	1,0000	1,1487	1,4142	0,9330
Sumber daya dan siklus material	0,6719	0,9391	0,8706	1,0000	1,0226	0,8960
Tepat guna lahan	1,0884	1,7180	0,7071	0,9779	1,0000	0,7943
Konservasi air dan energy	1,4727	1,4362	1,1161	1,1487	1,6030	0,9716
Jumlah	5,5450	7,5704	6,3121	6,8285	6,5406	6,5706

Tabel 4.24 Matrik Normalisasi dan Rata-rata Baris untuk Elemen Level

Elemen	Kesehatan dan keselamatan kerja	kualitas udara dan kenyamanan	Manajemen lingkungan bangunan	Sumber daya dan siklus material	Tepat guna lahan	Konservasi air dan energy
Kesehatan dan keselamatan kerja	0,1803	0,1815	0,2712	0,2180	0,1405	0,1983
kualitas udara dan kenyamanan	0,1312	0,1321	0,1436	0,1559	0,0890	0,1304
Manajemen lingkungan bangunan	0,1054	0,1457	0,1584	0,1682	0,2162	0,1588
Sumber daya dan siklus material	0,1212	0,1240	0,1379	0,1464	0,1563	0,1372
Tepat guna lahan	0,1212	0,1240	0,1379	0,1464	0,1563	0,1372
Konservasi air dan energy	0,1963	0,2269	0,1120	0,1432	0,1529	0,1663

Tabel 4.25 Perhitungan Rasio Konsistensi (CR)

Elemen	Kesehatan dan keselamatan kerja	kualitas udara dan kenyamanan	Manajemen lingkungan bangunan	Sumber daya dan siklus material	Tepat guna lahan	Konservasi air dan energy
Kesehatan dan keselamatan kerja	1,0000	1,3741	1,7118	1,4883	0,9188	1,0000
kualitas udara dan kenyamanan	0,7277	1,0000	0,9066	1,0649	0,5821	0,7277
Manajemen lingkungan bangunan	0,5842	1,1031	1,0000	1,1487	1,4142	0,5842
Sumber daya dan siklus material	0,6719	0,9391	0,8706	1,0000	1,0226	0,6719
Tepat guna lahan	1,0884	1,7180	0,7071	0,9779	1,0000	1,0884
Konservasi air dan energy	1,4727	1,4362	1,1161	1,1487	1,6030	1,4727

maka didapatkan :

Zmax =	5,3691
Bobot Aspek	0,0923
Bobot Faktor	0,0824

Untuk mengetahui Model *Assessment Green Construction* dapat dilakukan dengan cara yang telah dirumuskan oleh (Ervianto, 2015), yaitu :

1. Nilai indikator *green construction* (NIGC)

$$NIGC = (I_{i=0 \text{ atau } i=1} \cdot BPK_{K=0,4 \text{ atau } K=0,6} \quad (3.1)$$

Keterangan :

I : jawaban responden (I=0 belum diimplementasikan, i=1 sudah diaplikasikan)

BP : bobot prioritas (k = 0,4 untuk prioritas I, k = 0,6 untuk prioritas II)

$$\text{Total NIGC} = \sum_{i=1}^j \text{NIGC} \quad (3.2)$$

Keterangan :

Total NIGC : disetiap faktor

I adalah banyaknya NIGC

2. Nilai factor *green construction* (NFGC) :

$$NFGC = \sum_{i=1}^j (\text{total NIGCi} \cdot BFGCi) \quad (3.3)$$

Keterangan :

i : banyaknya faktor *green construction*

Total NIGCi : NIGC disetiap faktor

BFGCi : bobot faktor *green construction*

$$\text{Total NFGC} = \sum_{i=1}^m \text{NFGCi} \quad (3.4)$$

Keterangan :

Total NFGC : NFGC disetiap aspek

i : banyaknya faktor *green construction*

3. Nilai aspek *green construction* (NAGC)

$$NAGC = \sum_{i=1}^j (\text{Total NFGCi} \cdot BAGCi) \quad (3.5)$$

$$\text{Total NAGC} = \sum_{i=1}^m \text{NAGCi} \quad (3.6)$$

Keterangan :

Total NFGCi : NFGC disetiap aspek

BAGCi : bobot Aspek *green construction*

i : banyaknya faktor *green construction*

4. Nilai *green construction* (NGC)

$$NGC = \sum_{i=1}^j NAGCi \quad (3.7)$$

Keterangan :

NGC : Nilai Green Construction

i : banyaknya nilai aspek dalam sebuah aspek *green construction*

Berikut hasil perhitungan Nilai *Green Construction* (NGC) yang dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26 Nilai *Green Construction* (NGC)

Indikator	Total NIGC Tiap Faktor	NFGC Tiap Faktor	Total NFGC	NAGC	NGC
A1					2,199
F1	6,36	0,524	3,237	0,299	
F2	32,92	2,713			
A2					
F3	12,24	1,009	2,568	0,237	
F4	9,52	0,784			
F5	9,40	0,775			
A3					
F6	16,72	1,378	6,536	0,603	
F7	29,64	2,442			
F8	8,24	0,679			
F9	24,72	2,037			
A4					
F10	21,68	1,786	2,660	0,246	
F11	10,6	0,873			
A5					
F12	8,48	0,699	3,794	0,350	
F13	12,84	1,058			
F14	24,72	2,037			
A6					
F15	21,44	1,767	5,033	0,465	
F16	39,64	3,266			

4.6. Pembahasan

Berdasarkan tabel 4.26 maka Total NGC = 2.199, hasil pengolahan data kuisisioner untuk perhitungan bobot Indikator *Green Construction* dengan menggunakan skala penilaian likert sebagian besar indikator merupakan kelompok prioritas I bernilai 0,56 artinya sangat penting dan diimplementasikan dan beberapa merupakan kelompok prioritas II bernilai 0,44 artinya cukup penting dan diimplementasikan. Kemudian bobot semua Faktor *Green Construction* bernilai 0.0824 karena diambil berdasarkan *priority vector* terbesar dari hasil penilaian 4 (empat) responden, selanjutnya bobot Aspek *Green Construction* 0,0923 karena diambil berdasarkan *priority vector* terbesar dari hasil penilaian 4 (empat) responden, sehingga diperoleh Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) untuk Kesehatan dan keselamatan kerja yaitu 0.299, kualitas udara dan kenyamanan yaitu 0.237, Manajemen Lingkungan Bangunan yaitu 0.603, Sumber Daya dan Siklus Material yaitu 0.246, Tepat Guna Lahan yaitu 0.350 dan Konservasi Air dan Energy yaitu 0.465.

Berdasarkan hal di atas, Kontraktor harus mendorong penerapan konsep bangunan *Green Construction* dengan mengupayakan indikator yang belum dilakukan. Usulan upaya yang dapat dilakukan kontraktor antara lain upaya mendaur ulang limbah konstruksi, seperti memanfaatkan material yang masih bisa digunakan dan dalam rumah maupun di luar rumah. membuat sistem pembuangan limbah agar tidak langsung masuk ke sistem drainase luar, dengan menggunakan busa polistiren sebagai thermal. menyediakan kolam atau tempat cuci mobil agar kotoran dari roda truck mixer tidak mencemari jalan. Rumah itu ibarat mempunyai taman atau tanaman baik di dalam maupun di luar ruangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini maka didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja yaitu 3.327, Kualitas Udara dan Kenyamanan yaitu 0.568, Manajemen Lingkungan Bangunan yaitu 6,536, Sumber Daya dan Siklus Material yaitu 0.2660, Tepat Guna Lahan yaitu 3.794 dan Konservasi Air dan Energy yaitu 5.033.
2. Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja yaitu 0.299, Kualitas Udara dan Kenyamanan yaitu 0.237, Manajemen Lingkungan Bangunan yaitu 0.603, Sumber Daya dan Siklus Material yaitu 0.246, Tepat Guna Lahan yaitu 0.350 dan Konservasi Air dan Energy yaitu 0.465.
3. Nilai rata-rata (*mean*) untuk tingkat penerapan *green construction* Gedung Serba Guna UNDIP di Kota Semarang adalah sebesar 24.3 Artinya penerapan *Green Construction* masih sangat buruk. Pada penelitian ini Nilai *Green Construction* (NGC) adalah 2.199 masih dibawah nilai ideal.

5.2. Saran

1. Rekomendasi upaya yang dapat dilakukan oleh Kontraktor adalah mempertimbangkan upaya daur ulang limbah konstruksi seperti menggunakan kembali (*reuse*) material yang masih bisa terpakai dan membuat sistem pembuangan limbah sehingga tidak langsung dialirkan pada saluran drainase luar, selain itu menyediakan kolam air atau *car washing* agar kotoran roda di *truck mixer* tidak mengotori jalan, dan juga dengan adanya sistem pengkondisian udara dan ventilasi untuk mengatur suhu udara dan kelembapan dalam bangunan gedung serta adanya desain taman atau vegetasi baik di dalam gedung ataupun luar gedung.

2. Adapun saran yang diusulkan pada penelitian ini agar dapat dilakukan penelitian serupa dengan menggunakan metode lain yang memenuhi kriteria, sehingga hasil dari pengambilan data penelitian ini dapat dibandingkan dengan hasil dari metode pengambilan data lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Dannyanti, E. (2010). Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM. *Universitas Diponegoro*, 10.
- Ervianto, W. I. (2012). *Selamatkan Bumi Melalui Konstruksi Hijau*.
- Ervianto, W. I. (2015). *Implementasi Green Construction sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia*. Makalah Konferensi Nasional Forum Wahana Teknik Ke-2, 2, 1–7.
- Ervianto, W. I., Soemardi, B., Abduh, M., dan Suryamanto, (2012) *Pengembangan Model Assessment Green Construction pada Proses Konstruksi Untuk Proyek Konstruksi di Indonesia*. Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung,
- Ervianto, W. I. (2015). *Capaian Green Construction Dalam Proyek Bangunan Gedung Menggunakan Model Assessment Green Construction*. Komda VI BMPTSSI - Makasar
- Frick, H. (2007). Dasar-dasar Arsitektur Ekologis. Yogyakarta: Kanisius. *Kanisius Yogyakarta*, 1(2007), 56–77.
- Furqan, M., Aulia, T. B., Rani, H. A., Sipil, J. T., Universitas, P., & Kuala, S. (2016). *Construction Pada Proyek Konstruksi*. 5(1), 101–107.
- Glavinich, T. E. (2008). Contractor's Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction. In *Contractor's Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction*.
- Green Building Council Indonesia (2014) *GreenShip untuk Bangunan Baru*. Versi 1.2 Jakarta
- Huda, M., Rini, T. S., Paing, J., & Dkk. (2013). Analisis Of Important Factors Evaluation Criteria For Green Building. *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)*, 2(12), 41–47.
- Kibert, C. J. (2008) *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery* (2nd Edition). John Wiley & Sons, New Jersey.
- Novandira, A. R., Yuwono, B. E., Damayanti, Julia berjudul Peningkatan, U., Hidup, K., Riset, B., & Desain. (2020). Identifikasi Kriteria Penerapan Green Construction Pada Proyek Konstruksi Gedung Identification of the Implementation Criteria of Green Construction in Building Construction Projects. *Prosiding Seminar Intelektual Muda #4, September*, 137–142.
- Poetra, Ramadhika Dwi. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 5–24.

Plessis, Du Christina, Edit (2002) : *Agenda 21 FOR Sustainable Construction In Developing Countries' Pretoria* : Capture Press.

Saidan, H., Rauzana, N. H. B., & Idris, A. (2021). *Analisis Hubungan Penerapan Green Construction Terhadap Biaya oleh Konsultan Pengawas di Kota Banda Aceh*. *Media Teknik Sipil*, 19(1), 1–9. <https://doi.org/10.22219/jmts.v19i1.13032>

Siagian, I. S. (2005). *Bahan Bangunan yang Ramah Lingkungan*. Universitas Stuttgart, 1–13.

Sinulingga, J. F. (2012). *Studi mengenai hambatan-hambatan penerapan green construction pada proyek konstruksi di yogyakarta*. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta, 1–7. <http://e-journal.uajy.ac.id/491/1/0MTS01578.pdf>

Winarsih, A. L. C., Perwitasari, D., & Enjelina, L. (2022). *Capaian Green Construction Pada Proyek Gedung Uin Raden Intan Lampung Dengan Model Assesment Green Construction (MAGC)*. *Cived*, 9(1), 81.

