

**IMPLEMENTASI KONSTRUKSI HIJAU PADA PROYEK APARTEMEN
GRAND KAMALA LAGOON TOWER EMERALD BEKASI**

SKRIPSI

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



NADIA KHAIRARIZKI

NIM. 135060507111037

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2017





LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI KONSTRUKSI HIJAU PADA PROYEK APARTEMEN
GRAND KAMALA LAGOON TOWER EMERALD BEKASI**

SKRIPSI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



NADIA KHAIRARIZKI

NIM. 135060507111037

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 19 Juni 2017

Dosen Pembimbing

Wasiska Iyati ST., MT

NIK. 2013048705042001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Arsitektur

Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D

NIK. 19740915 200012 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi/Tesis/Disertasi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).a menyatakan dengan sebenar-benarnya.

Malang, 19 Juni 2017
Mahasiswa,

Nadia Khairarizki
NIM. 135060507111037

RINGKASAN

Nadia Khairarizki, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2017,
Implementasi Konstruksi Hijau pada Proyek Apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald Bekasi,
Dosen Pembimbing : Wasiska Iyati.

Konstruksi hijau merupakan upaya membangun dengan tujuan mengurangi dampak terhadap lingkungan. Aplikasi konstruksi hijau pada proyek konstruksi di Indonesia dipelopori oleh PT.PP dengan komitmen berupa *Green Construction Target* yang diterapkan pada salah satunya proyeknya Grand Kamala Lagoon (GKL) Bekasi. *Model Assessment Green Construction* (MAGC) merupakan sistem penilaian yang dikembangkan oleh Ervianto untuk menilai proses konstruksi hijau atau ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil capaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada kondisi eksisting proyek apartemen GKL Tower Emerald berdasarkan tolok ukur MAGC dan mengetahui persentase kontribusi pekerjaan arsitektur di dalam aspek *green construction* pada MAGC. Metode analisis yang digunakan adalah deskriptif evaluatif dengan pengumpulan data melalui kuesioner MAGC, wawancara mendalam, dan observasi lapangan. Hasil yang didapatkan yakni implementasi konstruksi hijau pada kondisi eksisting 12,91 (58,89%) sehingga belum mencapai NGC_{Ideal} yakni 21,92 (100%) maupun $NGC_{Terbaik}$ yakni 15,47 (70,57%). Upaya untuk meningkatkan capaian implementasi konstruksi hijau di proyek dilakukan melalui pendekatan pekerjaan arsitektur. Kontribusi pekerjaan arsitektur pada penilaian MAGC didapatkan 71 indikator (50%) dari hasil pemilihan pada 142 indikator *green construction*. Setelah diberikan rekomendasi melalui indikator pekerjaan arsitektur terjadi peningkatan NGC (Nilai *Green construction*) sebesar 18,36 (83,76%). Dengan begitu besar peningkatan hasil capaian implementasi konstruksi hijau dari kondisi eksisting sebesar 5,42 (24,73%).

Kata kunci: konstruksi Hijau, *model assessment green construction*, pendekatan pekerjaan arsitektur, proyek apartemen



SUMMARY

Nadia Khairarizki, *Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, June 2014, Implementation of Green Construction in Apartment Project of Grand Kamala Lagoon Emerald Tower Bekasi, Academic Supervisor : Wasiska Iyati.*

Green construction is a way to construct and have the goal of reducing the impact of construction to the environment. The implementation of green construction on construction project in Indonesia was pioneered by PT.PP with commitment in the form of Green Construction Target applied to one of its projects Grand Kamala Lagoon (GKL) Bekasi. Green Construction Assessment Model (MAGC) is a rating system developed by Ervianto to assess environmentally friendly construction processes. This study aims to determine the results of overall implementation of green construction in the existing condition of GKL Tower Emerald project based on MAGC assessment and to know the percentage of architectural work contribution in the green construction aspect of the assessment model. Analysis method used descriptive evaluative and collected the datas through MAGC questionnaire, in-depth interview, and field observation. The result is the implementation of green construction in the existing condition of 12.91 (58.89%), so it has not reached the NGC_{Ideal} of 21.92 (100%) and $NGC_{Terbaik}$ of 15.47 (70.57%). The way to improve the achievements of green construction implementation from the existing project are done through architectural work approach. The contribution of architectural work on MAGC assessment is obtained of 71 indicators (50%) from evaluation of 142 green construction indicators. After the recommendation through architectural work indicator there was an increase of NGC (Nilai Green Construction) of 18.36 (83.76%). So that, increase of the achievement of green construction implementation from the existing condition is 5.42 (24.73%).

Keywords: green construction, model assessment green construction, architectural work approach, apartment project

PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Terwujudnya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orangtua tercinta, ibunda Dede Sumiati dan ayahanda Sopian Prawiradirdja serta kakak kandung Fani Soniavita Hijjati yang saya cintai dan hormati dan tak henti-hentinya memberikan dukungan, doa, nasehat, dan motivasi demi kelancaran dan kesuksesan penulis hingga sampai detik ini penulis tetap kuat dan bersemangat dalam menyelesaikan studi dan skripsi ini.
2. Ibu Wasiska Iyati ST.,MT selaku dosen pembimbing yang selalu meluangkan waktu untuk memberikan masukan, dukungan, semangat, perhatian dan motivasi yang membangun kepada penulis hingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ir. Wulfram I Ervianto selaku pengembang *Model Assessment Green Construction* yang telah mengizinkan untuk digunakannya model penilaian MAGC, meluangkan waktu dan memberikan banyak ilmu kepada penulis.
4. Ibu Eryani Nurma Yulita ST.,MT., M.Sc dan Bapak Jono Wardoyo ST.,MT selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran dan masukan untuk melengkapi kekurangan substansi skripsi ini.
5. Dosen dan staf pengajar Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas segala ilmu masukan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Pihak proyek Grand Kamala Lagoon Bekasi yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk dapat melangsungkan penelitian dan memperoleh data.
7. Sahabat-sahabatku, Dita Ramadayanti, Alfinia Firrizqi, Mohammad Nauval, Shabrina Andrawini, Annisa Riyanti, Vania Azalia, Herlina Dewi, Nadia Amelia, Ayu Diarifa, Karin Lieswidayanti, Dewini Putritama, Nerisa Arviana, Salma Safira, Ariza Rufaidah, Ingtyas Megahayu, Nuruma, Rafa Syadza, Ifqi Khairunnisa, Annisa Yulia, Tiara Putri, Nisrina Muthia, terimakasih banyak atas waktu, semangat dan motivasinya yang selalu diberikan.



8. Teman-teman Arsitektur 2013, teman-teman Malang - Bekasi, dan teman-teman Kos Ibu Emi, yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas waktu dan semangatnya di antara penatnya pengerjaan skripsi ini.
9. Serta seluruh pihak yang ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat kepada para pembaca. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf bila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Kritik dan saran penulis hargai demi penyempurnaan penulisan serupa dimasa yang akan datang. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat bernilai positif bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 19 Juni 2017

Penulis

**DAFTAR ISI****SAMPUL****LEMBAR JUDUL**.....i**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**.....ii**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**.....iii**LEMBAR PERUNTUKAN**.....iv**LEMBAR RINGKASAN**.....v**LEMBAR SUMMARY**.....vi**LEMBAR PENGANTAR**.....vii**DAFTAR ISI**.....ix**DAFTAR DIAGRAM**.....xiii**DAFTAR TABEL**.....xv**DAFTAR GAMBAR**.....xvii**DAFTAR LAMPIRAN**.....xxv**BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....1

1.2 Identifikasi Masalah.....2

1.3 Rumusan Masalah.....2

1.4 Batasan Masalah.....3

1.5 Tujuan Penelitian.....3

1.6 Manfaat Penelitian.....3

1.7 Sistematika Penulisan.....4

1.8 Kerangka Pemikiran.....5

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi.....6

2.2 Hubungan *Green Construction* dengan *Green Building*.....7

2.3 Jenis Pekerjaan Konstruksi.....7

2.4 Ruang Lingkup Pekerjaan Arsitektur.....8

2.5 Konstruksi Hijau.....8

2.6 *Model Assesment Green Construction*.....15



2.7 Pendekatan Pekerjaan Arsitektur dalam <i>Model Assessment Green Construction</i>	19
2.8 Kerangka Teori.....	31
Pendekatan Pek.Arsitektur dalam MAGC	31
BAB 3	32
METODE PENELITIAN	32
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	32
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	32
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.4 Uji Validitas Data	42
3.5 Analisis Data	43
3.6 Sintesis Data.....	47
3.7 Kerangka Penelitian	48
BAB IV	50
HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Gambaran Umum Proyek Apartemen Grand Kamala Lagoon	50
4.1.1 Kondisi Eksisting Proyek Grand Kamala Lagoon Tower Emerald	54
4.2 Penilaian Indikator Konstruksi Hijau berdasarkan <i>Model Assessment Green Construction</i>	64
4.2.1 Aspek Tepat Guna Lahan	64
4.2.2 Aspek Konservasi Energi.....	71
4.2.3 Aspek Konservasi Air.....	78
4.2.7 Aspek Sumber dan Siklus Material	81
4.2.7 Aspek Kesehatan dan Kenyamanan dalam Proyek	90
4.2.6 Aspek Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	97
4.2.7 Aspek Kualitas Udara	106
4.2.8 Nilai Faktor <i>Green Construction</i> (NFGC) Eksisting Proyek	109
4.2.9 Nilai Aspek <i>Green Construction</i> (NAGC) Eksisting Proyek.....	112
4.2.8 Nilai <i>Green Construction</i> (NGC) Eksisting Proyek.....	114
4.3 Evaluasi Pendekatan Pekerjaan Arsitektur dalam <i>Model Assessment Green Construction</i>	116
4.4 Rekomendasi	161
4.4.1 Aspek Tepat Guna Lahan	162



Gambar 4.149 *Water Treatment Plant* dan Kolam Penjernihan (Rekomendasi) 169

4.4.2 Aspek Konservasi Energi..... 169

4.4.3 Aspek Konservasi Air 184

4.4.4 Aspek Sumber dan Siklus Material..... 187

4.4.5 Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan 197

4.4.6 Aspek Kesehatan dan Kenyamanan Lingkungan Proyek Konstruksi..... 208

4.4.7 Aspek Kualitas Udara 210

4.5 Nilai Faktor *Green Construction* Rekomendasi 212

4.6 Nilai Aspek *Green Construction* Rekomendasi 215

4.7 Nilai *Green Construction* Rekomendasi 218

4.8 Waktu Pengerjaan Proyek 219

BAB V Kesimpulan 222

5.1 Kesimpulan..... 222

5.3 Saran..... 223

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 1.1 Kerangka Pemikiran BAB I	5
Diagram 2.1 Siklus Hidup Proyek	6
Diagram 2.2 Struktur Model Assessment Green Construction	17
Diagram 2.3 Kerangka Tinjauan Pustaka BAB II	37
Diagram 3.1 Triangulasi Sumber	42
Diagram 3.2 Triangulasi Metode	42
Diagram 3.3 Kerangka Metode Penelitian	48
Diagram 4.1 Alur Tahapan Pekerjaan Arsitektural.....	63
Diagram 4.2 Alur Pengadaan Material	89
Diagram 4.3 Nilai Faktor Green Construction Eksisting.....	110
Diagram 4.4 Radar NFGC	111
Diagram 4.5 Nilai Aspek <i>Green Construction</i> Eksisting.....	112
Diagram 4.6 NAGC Eksisting dibandingkan dengan $NAGC_{Ideal}$ dan $NAGC_{Terbaik}$	113
Diagram 4.7 Radar NAGC Eksisting.....	114
Diagram 4.8 Nilai <i>Green Construction</i> Eksisting.....	115
Diagram 4.9 NGC Eksisting terhadap NAGC yang Telah Diimplementasikan di Proyek Indonesia	116
Diagram 4.10 Pelaksanaan Rencana Penanganan Vegetasi	163
Diagram 4.11 <i>Inteleigent Light Control System</i> (Rekomendasi).....	173
Diagram 4.12 Sistem Distribusi Rekomendasi Penerangan (Rekomendasi).....	176
Diagram 4.13 Rangkaian kWh Meter	180
Diagram 4.14 Nilai Faktor <i>Green Construction</i> (NFGC) setelah Rekomendasi	212
Diagram 4.15 Radar NFGC Kondisi Eksisting	214
Diagram 4.16 Radar NFGC setelah Rekomendasi	214
Diagram 4.18 Nilai Aspek <i>Green Construction</i> (NGC) setelah Dilakukan Rekomendasi	215
Diagram 4.19 Radar NAGC Kondisi Eksisting Proyek	214
Diagram 4.20 Radar NAGC setelah Rekomendasi	214
Diagram 4.21 (a) Nilai <i>Green Construction</i> (NGC) Kondisi Eksisting Proyek (b) Hasil Rekomendasi	218

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Material Bekas dan Potensi Pemanfaatannya	26
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu terkait Konstruksi Hijau	28
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian	34
Tabel 3.2 Jenis, Sumber, dan Kegunaan Data	36
Tabel 3.3 Aspek Konstruksi Hijau dari <i>Model Assessment Green Construction</i>	37
Tabel 4.1 Area Sirkulasi Proyek Grand Kamala Lagoon	51
Tabel 4.2 Penilaian pada Faktor Pengelolaan Lahan	65
Tabel 4.3 Penilaian pada Faktor Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi	66
Tabel 4.4 Penilaian pada Faktor Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	67
Tabel 4.5 Penilaian pada Faktor Efisiensi Energi	71
Tabel 4.6 Lubang Cahaya Efektif pada Kontraktor <i>Keet</i>	74
Tabel 4.7 Penilaian pada Faktor Efisiensi Air	78
Tabel 4.8 Penilaian pada Faktor Pengelolaan Material	81
Tabel 4.9 Penilaian pada Faktor Perencanaan dan Penjadwalan Material.....	86
Tabel 4.10 Penilaian pada Faktor Program Kesehatan Dan Keselamatan Kerja	90
Tabel 4.11 Penilaian pada Faktor Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	91
Tabel 4.12 Penilaian pada Faktor Dokumentasi	98
Tabel 4.13 Penilaian pada Faktor Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	99
Tabel 4.14 Penilaian pada Faktor Pelatihan bagi Subkontraktor	102
Tabel 4.15 Penilaian pada Faktor Manajemen Limbah Konstruksi	103
Tabel 4.16 Penilaian pada Faktor Kualitas Udara Tahap Konstruksi	106
Tabel 4.17 Penilaian pada Faktor Pemilihan dan Operasional Peralatan Konstruksi	107
Tabel 4.18 Penilaian pada Faktor Penyimpanan dan Perlindungan Material	108
Tabel 4.19 NFGC pada Proyek Apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald	110
Tabel 4.20 NAGC pada Proyek Apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald	112
Tabel 4.21 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Tepat Guna Lahan	117
Tabel 4.22 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Konservasi Energi	118
Tabel 4.23 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Konservasi Air	118
Tabel 4.24 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Sumber dan Siklus Material	119



Tabel 4.25 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Kolom	120
Tabel 4.26 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Balok	122
Tabel 4.27 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Plat Konvensional	125
Tabel 4.28 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan <i>Half Slab Precast</i>	126
Tabel 4.29 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Tangga <i>Precast</i>	128
Tabel 4.30 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Lantai	129
Tabel 4.31 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Dinding Bata Ringan	131
Tabel 4.32 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Dinding Gypsum	133
Tabel 4.33 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Dinding Keramik	135
Tabel 4.34 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan <i>Finishing</i> Dinding	137
Tabel 4.35 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Plafond.....	139
Tabel 4.36 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Kusen, Daun Pintu dan Daun Jendela	140
Tabel 4.37 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan <i>Curtain Wall</i>	144
Tabel 4.38 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan ACP	145
Tabel 4.39 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan GRC	147
Tabel 4.40 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan	148
Tabel 4.41 Manajemen Sisa Material Struktural di Proyek	152
Tabel 4.42 Manajemen Sisa Material Arsitektural di Proyek	158
Tabel 4.43 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Kesehatan dan Kenyamanan Lingkungan Proyek Konstruksi.....	159
Tabel 4.44 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Kualitas Udara	160
Tabel 4.45 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek <i>Green Construction</i>	165
Tabel 4.46 Lubang Cahaya Efektif pada Kontraktor <i>Keet</i>	178
Tabel 4.47 Perbandingan NFGC Kondisi Eksisting dan Rekomendasi	212
Tabel 4.48 Perbandingan NAGC Kondisi Eksisting dan Rekomendasi	215
Tabel 4.49 Luas Area Podium dan Tower Proyek Grand Kamala Lagoon Bekasi	220
Tabel 4.50 Estimasi Waktu Pengerjaan Keseluruhan Proyek Grand Kamala Lagoon Bekasi	221

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Masterplan Grand Kamala Lagoon	33
Gambar 3.2 Siteplan Pembangunan Tahap I Grand Kamala Lagoon	33
Gambar 4.1 Masterplan Proyek Pembangunan Grand Kamala Lagoon	50
Gambar 4.2 Kawasan Proyek Grand Kamala Lagoon	52
Gambar 4.3 Pembangunan Grand Kamala Lagoon Tahap I	53
Gambar 4.4 Foto Udara Progres Pembangunan Proyek Grand Kamala Lagoon – Tower Emerald per Januari 2017	53
Gambar 4.5 Siteplan Pembangunan Tahap I Proyek Grand Kamala Lagoon	54
Gambar 4.6 Pemasangan Pagar Proyek pada Pembangunan Tahap I.....	55
Gambar 4.7 Rencana <i>Site Installation</i>	55
Gambar 4.8 Layout Proyek Area Kontraktor <i>Keet</i>	56
Gambar 4.9 Layout Proyek Area Kontraktor <i>Keet</i>	57
Gambar 4.10 Pembuatan Lantai Kerja dan Pembesian Seluruh Zona	58
Gambar 4.11 Pengecoran Setiap Zona.....	58
Gambar 4.12 Mulai Pengecoran Tower Emerald North	59
Gambar 4.13 Tahapan Pekerjaan Pengecoran	59
Gambar 4.14 Tahapan Pekerjaan Pengecoran	60
Gambar 4.15 Tahapan Pekerjaan Pengecoran	60
Gambar 4.16 Tahapan Pekerjaan Struktural	61
Gambar 4.17 Tahapan Pekerjaan Proyek.....	61
Gambar 4.18 Tahapan Pekerjaan Proyek.....	63
Gambar 4.19 Tahapan Pekerjaan Proyek pada Saat Penilaian	64
Gambar 4.20 Penanaman Pohon di Sekitar Kontraktor <i>Keet</i> PT.PP Cabang III	65
Gambar 4.21 Kondisi Awal Proses Konstruksi Tower Emerald	65
Gambar 4.22 Vegetasi di Sekitar Lokasi Proyek	66
Gambar 4.23 <i>Water Reservoir</i> pada Lantai 23	67
Gambar 4.24 <i>Table Form</i> sebagai Perancah di Proyek	68
Gambar 4.25 Kondisi Awal Proyek Grand Kamala Lagoon I	68
Gambar 4.26 Vegetasi di dalam Lokasi Proyek Konstruksi	68



Gambar 4.27 Perlindungan Vegetasi di Lokasi Proyek	69
Gambar 4.28 Penurunan Material pada Lokasi Transit Material	69
Gambar 4.29 Penyimpanan Material pada area Transit	69
Gambar 4.30 Pemasangan Pagar Proyek Berbatasan dengan Jl.Tol Jakarta	70
Gambar 4.31 Pemasangan Pagar Proyek Berbatasan dengan Perumahan Grand Galaxy	70
Gambar 4.32 Rencana <i>Site Instalation</i>	70
Gambar 4.33 Rencana Instalasi Listrik dan Lampu Temporer	71
Gambar 4.34 Penerangan Buatan di Lantai Basement dan <i>Core Area Tower</i>	72
Gambar 4.35 Penerangan Alami di Lokasi Proyek Area Tower	72
Gambar 4.36 Penerangan pada Proyek Konstruksi	72
Gambar 4.37 Penerangan pada Ruang Rapat Kontraktor <i>Keet</i>	72
Gambar 4.38 Denah Lantai Satu Kontraktor <i>Keet</i>	73
Gambar 4.39 Denah Lantai Dua Kontraktor <i>Keet</i>	74
Gambar 4.40 Pemanfaatan Penerangan Buatan pada Ruang Kerja.	75
Gambar 4.41 Pemanfaatan Sinar Matahari pada Area Tangga	75
Gambar 4.42 Penyimpanan Air Bersih pada <i>Water Reservoir</i>	75
Gambar 4.43 Stiker Tata Tertib Peralatan Kantor	76
Gambar 4.44 Penggunaan AC pada <i>Kontraktor Keet</i>	76
Gambar 4.45 Pengukuran Intensitas Cahaya	77
Gambar 4.46 Pengukuran Kebisingan	77
Gambar 4.47 Absorban B3 di Proyek	77
Gambar 4.48 <i>Water Reservoir</i> di Proyek	79
Gambar 4.49 <i>Wastafel</i> pada Kantor Proyek	79
Gambar 4.50 Pemasangan Stiker “Gunakan Air Secukupnya”	79
Gambar 4.51 Penggunaan <i>Shower</i> pada Kamar Mandi Pekerja	80
Gambar 4.52 Lokasi Lubang Biopori di Lokasi Proyek	80
Gambar 4.53 Kayu pada Kusen Kayu	82
Gambar 4.54 Kayu <i>Phenol Film</i> untuk Bodeman Bekisting Balok	82
Gambar 4.55 Peletakan Kepalaan Perikat Gypsum	83
Gambar 4.56 Kontraktor <i>Keet</i> PT.PP Cabang III	84
Gambar 4.57 (a) Prafabrikasi Plat Lantai <i>Precast</i> dan (b) Tangga <i>Precast</i>	85



Gambar 4.58 <i>Closed Warehouse</i> Material	86
Gambar 4.59 Perlindungan terhadap Material Keramik dan Semen	86
Gambar 4.60 Los Penyimpanan Besi.....	86
Gambar 4.61 Penyimpanan <i>Plywood</i> pada Gudang Penyimpanan Terbuka	86
Gambar 4.62 Penyimpanan Semen Instan pada Area Transit	87
Gambar 4.63 Penyimpanan Kusen Aluminium	87
Gambar 4.64 Penyimpanan Aluminium <i>Hollow</i>	87
Gambar 4.65 Penyimpanan Cat di Gudang Penyimpanan Cat	87
Gambar 4.66 Penyimpanan GRC pada <i>Workshop</i> Fabrikasi	87
Gambar 4.67 Peralatan pada Gudang Tertutup	87
Gambar 4.68 Pelindungan Peralatan pada Ruang Luar	87
Gambar 4.69 Pengangkutan Peralatan dengan <i>Tower Crane</i>	87
Gambar 4.70 Bedeng Pekerja Konstruksi	90
Gambar 4.71 Lorong Area Tower Proyek Konstruksi	91
Gambar 4.72 Dekonstruksi pada Dinding Unit Apartemen	92
Gambar 4.73 Penutupan Rapat pada Lem	92
Gambar 4.74 Pemasangan Tanda Dilarang Merokok di Kontraktor <i>Keet</i>	93
Gambar 4.75 Pemasangan Tanda Dilarang Merokok di Lokasi Proyek	93
Gambar 4.76 Gazebo (Kantin dan Area Merokok)	93
Gambar 4.77 <i>Shelter</i> untuk Merokok	94
Gambar 4.78 Tidak Menggunakan Asbes untuk Atap	94
Gambar 4.79 Lampu TL pada Lokasi Proyek dan LED pada Kantor Proyek	94
Gambar 4.80 Precooling of Concrete	95
Gambar 4.81 Surface Insulation	95
Gambar 4.82 Rencana Pemasangan <i>Safety Net</i>	95
Gambar 4.83 Pemasangan <i>Safety Net</i>	96
Gambar 4.84 Fasilitas <i>Washing Bay</i> di Proyek	96
Gambar 4.85 Site Installation	97
Gambar 4.86 Pengelolaan Limbah Konstruksi di Proyek	99
Gambar 4.87 Tempat Sampah Organik, Non-organik dan B3	99
Gambar 4.88 Sistem <i>Catering</i> untuk Makan Siang Pekerja	100



Gambar 4.89 Minuman Isi Ulang dalam Galon di Proyek	101
Gambar 4.90 Pemakaian Kertas Dua Sisi	101
Gambar 4.91 Workshop Precast Half Slab	101
Gambar 4.92 Penggunaan Sisa Besi sebagai <i>Stake Hand</i> pada Bekisting Kolom	101
Gambar 4.93 Lubang Biopori di Lokasi Proyek	101
Gambar 4.94 Pelatihan Pemilahan Jenis Sampah	102
Gambar 4.95 Pengepakan (a) Aluminium dan (b) Semen Instan (Mortar)	103
Gambar 4.96 Bata Ringan (600x200x100) mm dan Gypsum Board Dinding (9x200x100) mm	103
Gambar 4.97 (a) Lantai HT (600x600) mm dan (b) Aluminium Composite Panel	104
Gambar 4.98 Penggunaan Sisa Potongan Hebel pada Lantai Kamar Mandi	104
Gambar 4.99 Penyusunan Bata Ringan dan Material Sensitif diberi Penutup	108
Gambar 4.100 <i>Closed Warehouse Material</i>	114
Gambar 4.101 Pipa pada <i>Central Shaft</i>	114
Gambar 4.102 <i>Truck Mixer</i> Adhimix Pengangkut Beton <i>Ready Mix</i>	120
Gambar 4.103 <i>Truck Mixer</i> PECONS Pengangkut Beton <i>Ready Mix</i>	121
Gambar 4.104 <i>Workshop</i> Fabrikasi Besi	121
Gambar 4.105 <i>Plywood</i> sebagai Bekisting pada <i>Table Form</i>	123
Gambar 4.106 <i>Plywood</i> sebagai Bodeman Balok pada <i>Table Form</i>	123
Gambar 4.107 Pemasangan Tulangan Balok	124
Gambar 4.108 Pengecoran Plat Lantai Konvensional	126
Gambar 4.109 Penuangan Ready Mix di Workshop Half Slab Precast	127
Gambar 4.110 Besi Beton Ulir untuk Pekerjaan Tangga	128
Gambar 4.111 Pengerjaan <i>HomogenousTile</i>	130
Gambar 4.112 Lantai <i>Homogenous Tile</i> dan Lantai Keramik	131
Gambar 4.113 Penyimpanan Bata Ringan di Proyek	131
Gambar 4.114 Pekerjaan Dinding dengan Metode Konvensional	132
Gambar 4.115 (a) Dinding Gypsum <i>Stick on Wall</i> (b) Tampak Samping Dinding	135
Gambar 4.116 Sertifikasi ISO 14001 yang diperoleh PT. Mulia Indutrindo Tbk	136
Gambar 4.117 Pemasangan Dinding Keramik Kamar Mandi pada Unit Apartemen	136
Gambar 4.118 Keramik M-Stone Dinding Kamar Mandi	137



Gambar 4.119 (a) Cat Dasar dan (b) Cat Interior yang Digunakan di Proyek	137
Gambar 4.120 Pemasangan Plafond Gypsum <i>Board</i>	140
Gambar 4.121 Sertifikat Kayu Legal dari <i>Indonesian Legal Wood</i>	142
Gambar 4.122 Faktur Angkutan Kayu Olahan/Fako (Sertifikat Legal)	142
Gambar 4.123 <i>Opening</i> dan Kusen Aluminium	143
Gambar 4.124 Kaca Jenis Panasap Merk Maruni Glass	144
Gambar 4.125 Perakitan Rangka ACP	146
Gambar 4.126 Pemasangan GRC pada Badan Kolom	153
Gambar 4.127 Pemanfaatan Limbah Sisa Cor untuk <i>Car Stopper</i>	150
Gambar 4.128 Mobil Pengangkut Limbah Puing/Bobokan	150
Gambar 4.129 Penggunaan Sisa Besi sebagai <i>Stake Hand</i> pada Bekisting Kolom	151
Gambar 4.130 Penggunaan Sisa <i>Wiremesh</i> sebagai Penutup STP	151
Gambar 4.131 <i>Reuse Kayu Phenol Film</i> untuk Bekisting Balok	152
Gambar 4.132 (a) Hasil Pemotongan <i>Homogenous Tile</i> akibat Bentuk Bangunan dan (b) Hasil Pemasangan Keramik Kamar Mandi	153
Gambar 4.133 <i>Raised Floor</i> Kamar Mandi	154
Gambar 4.134 Pemasangan Gypsum <i>Board</i> pada (a) Sisi Atas Dinding (b) Tepi Dinding	155
Gambar 4.135 Hasil Pemasangan Dinding Keramik Kamar Mandi	155
Gambar 4.136 Pemasangan Dinding Keramik pada Shaft Kamar Mandi	156
Gambar 4.137 Cat Sisa di Proyek	156
Gambar 4.138 Hasil Pemasangan Gypsum Sisa Potongan Gypsum	157
Gambar 4.139 Limbah Kaca di Proyek	157
Gambar 4.140 Sisa Potongan <i>Aluminium Hollow</i> di Proyek	158
Gambar 4.141 Vegetasi/Pohon di Halaman Kontraktor <i>Keet</i> dan Gazebo (Eksisting)	164
Gambar 4.142 Vegetasi/Pohon di Lokasi Proyek yang Belum Terlindungi (Eksisting)	164
Gambar 4.143 Vegetasi untuk Penanaman Kembali (Rekomendasi)	165
Gambar 4.144 Perlindungan terhadap Vegetasi di Proyek (Rekomendasi)	165
Gambar 4.145 Air Limbah Hasil Proses Konstruksi Proyek (Eksisting)	166
Gambar 4.146 Pengolahan Air Limbah dengan <i>Treatment Plant</i> (Rekomendasi)	167
Gambar 4.147 Pengolahan Air Limbah dengan <i>Treatment Plant</i> Proyek Gedung Kementrian Umum	168



Gambar 4.148 Rencana Pengelolaan Air Limbah Konstruksi dengan <i>Treatment Plant</i> (Rekomendasi)	168
Gambar 4.149 <i>Water Treatment Plant</i> dan Kolam Penjernihan (Rekomendasi)	168
Gambar 4.150 Denah Titik Lampu LED Lantai Satu Kontraktor <i>Keet</i> (Eksisting)	170
Gambar 4.151 Denah Titik Lampu LED Lantai Dua Kontraktor <i>Keet</i> (Eksisting)	170
Gambar 4.152 Rencana Titik Lampu TL LED Area Tower Emerald (Rekomendasi)	171
Gambar 4.153 Lampu TL LED 18 Watt (Rekomendasi)	171
Gambar 4.154 Lampu LED Watt di Kontraktor <i>Keet</i> (Rekomendasi)	171
Gambar 4.155 Penggunaan Lampu TL LED Watt di Lokasi Kerja (Rekomendasi)	172
Gambar 4.156 Sistem Kerja <i>Motion Sensor</i>	172
Gambar 4.157 Penerangan pada saat Pekerjaan Dinding Gypsum (Rekomendasi)	174
Gambar 4.158 Penerangan pada saat Pekerjaan Dinding Kamar Mandi (Rekomendasi)	174
Gambar 4.159 Pengerjaan Dinding Bata Ringan pada Siang Hari	175
Gambar 4.160 Pengerjaan Dinding Bata Ringan pada Sore Hari	176
Gambar 4.161 Pemasangan kWh Meter pada Proyek Konstruksi di Jakarta (.....	177
Gambar 4.162 Denah Lantai Satu Kontraktor <i>Keet</i> (Rekomendasi)	179
Gambar 4.163 Denah Lantai Dua Kontraktor <i>Keet</i> (Rekomendasi)	179
Gambar 4.164 Tampak Kontraktor <i>Keet</i> (Eksisting)	180
Gambar 4.165 Tampak Kontraktor <i>Keet</i> (Rekomendasi)	180
Gambar 4.166 Perspektif Depan Kontraktor <i>Keet</i>	181
Gambar 4.167 Perspektif Belakang Kontraktor <i>Keet</i>	181
Gambar 4.168 Sistem Sensor Cahaya (<i>Lux Sensor</i>)	182
Gambar 4.169 Penggunaan lampu LED sensor cahaya pada Ruang Rapat	182
Gambar 4.170 Penggunaan lampu LED sensor cahaya pada Ruang Rapat	183
Gambar 4.171 LDR (Light Dependent Resistor)	183
Gambar 4.172 Aliran Air Hujan melalui Talang Air pada Kontraktor <i>Keet</i> (Eksisting)	184
Gambar 4.173 Sistem Wadah Penampungan Air Hujan (PAH)	185
Gambar 4.174 Penampungan Air Hujan (PAH) di Lokasi Proyek	185
Gambar 4.175 Pemasangan Meteran Air pada Proyek Konstruksi di Jakarta	186
Gambar 4.176 Kran Otomatis	186



Gambar 4.177 Ilustrasi Penggunaan Kran Otomatis pada <i>Washtafel</i> Kontraktor <i>Keet</i>	186
Gambar 4.178 Besi Tulangan Bekas untuk Kolom Praktis	187
Gambar 4.179 <i>Plasterboard</i> untuk Bekisting	188
Gambar 4.180 (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Samping Balok U-Shell	189
Gambar 4.181 Tampak Atas Balok U-Shell	190
Gambar 4.182 Isometri Balok U-Shell	190
Gambar 4.183 Pemasangan Plat <i>Metal Deck</i> dan (b) Pemasangan Tulangan Atas	190
Gambar 4.184 Penerapan Balok U-Shell pada Area Podium	190
Gambar 4.185 (a) Pemasangan Plat <i>Metal Deck</i> dan (b) Pemasangan Tulangan Atas	191
Gambar 4.186 Pengecoran Lapisan Atas (<i>Topping</i>)	191
Gambar 4.187 Penerapan Plat <i>Metal Deck</i>	192
Gambar 4.188 (a) Dinding Bata Ringan dalam Keadaan Bersih dan (b) Pemasangan Paku dan Benang sebagai Panduan Pemasangan <i>Clip</i>	192
Gambar 4.189 (a) Pemasangan <i>Clip</i> pada Dinding Bagian Bawah dan (b) Pemasangan <i>Clip</i> pada Dinding Bagian Atas	193
Gambar 4.190 Pemasangan <i>Clip</i> Vertikal	193
Gambar 4.191 Pemasangan Rangka <i>Furring Channel</i> secara Vertikal	194
Gambar 4.192 Pemasangan Potongan Gypsum sebagai Celah antara Dinding Gypsum dengan Lantai	194
Gambar 4.193 (a) Peletakan Gypsum di As Rangka <i>Furring</i> dan (b) Penyekrupan Papan Gypsum ke Rangka dengan <i>Screw</i>	194
Gambar 4.194 (a) Pemasangan Papan Gypsum Berikutnya dan (b) Pemasangan Papan Gypsum secara Keseluruhan	195
Gambar 4.195 Ilustrasi Pemasangan Keramik Daur Ulang pada Lantai Kamar Mandi Unit Apartemen	196
Gambar 4.196 <i>MDF board</i>	196
Gambar 4.197 Keramik Serbuk Kayu	197
Gambar 4.198 Penggunaan Kembali Besi menjadi Sengkang	198
Gambar 4.199 <i>Downcycle</i> pada Kayu <i>Phenol Film</i>	198
Gambar 4.200 Penggunaan Kayu Bekas untuk Palet Alas Material	199
Gambar 4.201 Pemanfaatan Palet Kayu di Proyek.....	199



Gambar 4.202 <i>Grill</i> Penutup Saluran Air	200
Gambar 4.203 Ilustrasi Pemasangan <i>Grill</i> Penutup Saluran Air di Basement	200
Gambar 4.203 Kanstin Taman Dimensi 40x20x13x10 cm.....	201
Gambar 4.203 Kanstin Tali Air Dimensi 40x30x15 cm.....	201
Gambar 4.203 Kanstin Trotoar Dimensi 40x28x15x13 cm.....	201
Gambar 4.207 Penutup Lubang STP	201
Gambar 4.208 Hasil Pemasangan Penutup Lubang STP pada Ruang STP	201
Gambar 4.209 Pemanfaatan <i>Car Stopper</i> di Proyek	202
Gambar 4.210 (a) <i>Upcycle</i> Kayu Phenol Film Bekas sebagai Street Furniture	
(b) Peletakan <i>Upcycle</i> Kayu Phenol Film Bekas di <i>Pedestrian Ways</i> Kawasan GKL	202
Gambar 4.211 Penerapan <i>Glassphalt</i> pada jalan di Washington DC	203
Gambar 4.212 Penerapan <i>Glassphalt</i> pada North Charles Street, Baltimore	203
Gambar 4.213 Perspektif Mata Burung Kawasan Grand Kamala Lagoon	204
Gambar 4.214 Penerapan Sisa Potongan Keramik sebagai Pelapis Kolom di Crown Hotel	204
Gambar 4.215 Pot Tanaman <i>Upcycle</i> Sisa Ready Mix dengan Potongan Homogenous Tile dan Keramik	205
Gambar 4.2154 Peletakkan Pot Tanaman <i>Upcycle</i> sebagai <i>Street Furniture</i>	205
Gambar 4.217 Aplikasi Sisa Potongan Keramik untuk Pola <i>Pedestrian Ways</i> dan Pot Tanaman	206
Gambar 4.218 Ilustrasi <i>Upcycle</i> Potongan Kaca menjadi Kaca Dekoratif pada Public Rest Room.....	207
Gambar 4.219 Sistem <i>Suspended Ceiling</i> dengan Rangka Metal Furring (Eksisting)	207
Gambar 4.220 Ilustrasi Sistem Rangka Metal Furring menggunakan Sisa Rangka Hollow (Rekomendasi)	207
Gambar 4.221 Material yang Dapat Menyebabkan Pencemaran (Polutan)	209
Gambar 4.222 Dimensi Unit Apartemen sesuai Dimensi Material	209
Gambar 4.223 Pemasangan <i>Safety Net</i>	210
Gambar 4.225 Halte dan <i>Shuttle Bus</i> di Lokasi Proyek	211



DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I Model Assessment *Green Construction* untuk Proyek Gedung di Indonesia
- LAMPIRAN II Perubahan Poin Implementasi Pekerjaan Arsitektur pada *Model Assessment Green Construction* Kondisi Eksisting dan Hasil Rekomendasi
- LAMPIRAN III Lembar Hasil Deteksi Plagiasi Skripsi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Awal lahirnya konsep pembangunan berkelanjutan dimulai pada *Conference on the Human Environment* yang diselenggarakan oleh PBB pada tahun 1972 di Stockholm sebagai respon terhadap dampak lingkungan akibat proses pembangunan. Selanjutnya PBB melakukan KTT ke-13 mengenai *Climate Change* pada tahun 2007 di Bali. Ervianto (2011) menyatakan bahwa sebagai respon terhadap gerakan pembangunan berkelanjutan tersebut, LPJKN pada tahun 2007 merumuskan agenda Konstruksi Indonesia 2030. Salah satu isi dari agenda tersebut adalah memperkenalkan konstruksi berkelanjutan. Du Plessis (2002) dalam Ervianto (2013) menyebutkan bahwa konstruksi hijau adalah bagian dari konstruksi berkelanjutan. Konstruksi hijau memiliki tujuan utama mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan selama proses pembangunan.

Sebuah proyek konstruksi dapat dinyatakan menerapkan konstruksi hijau apabila memenuhi kriteria *green* dari standar yang telah ditentukan. Di Indonesia, tolok ukur untuk penilaian konsep pembangunan hijau digunakan GREENSHIP yang dikeluarkan oleh GBCI. Komposisi persentase penilaian pada GREENSHIP terbagi menjadi tahap perencanaan (62,22%) dan tahap pengoperasian (33,33%) dan tahap konstruksi (4,44%). Dari komposisi persentase tersebut, GREENSHIP mengakomodasi kriteria *green* pada tahap konstruksi yang minim sehingga perlu digunakan sistem penilaian yang lebih sesuai untuk menilai proses konstruksi hijau. Oleh karena itu, digunakanlah model penilaian yang memiliki fokus terhadap kriteria konstruksi yang ramah lingkungan bernama *Model Assessment Green Construction* (MAGC) yang telah dikembangkan oleh Ervianto. Ervianto (2013) menyatakan dalam penilaian MAGC tidak ada batasan secara khusus sehingga berlaku untuk semua proyek bangunan gedung pada umumnya dan termasuk pekerjaan arsitektur sedangkan pekerjaan mekanikal,elektrikal dan *plumbing* tidak diakomodasi dalam model penilaian ini. Dari pernyataan tersebut diketahui ada keterlibatan pekerjaan arsitektur dalam aspek penilaian proses konstruksi sebuah proyek.

Penerapan konsep pembangunan berkelanjutan sendiri pada praktiknya dipionirkan oleh PT. Pembangunan Perumahan sebagai kontraktor hijau pertama pada proyek konstruksi di Indonesia. Komitmen PT. PP dalam konstruksi berkelanjutan ditunjukkan oleh PT.PP dengan mengeluarkan *Green Construction Target* yang merupakan indikator-indikator untuk diterapkan

di lapangan sehingga proses konstruksi yang ditangani oleh PT. PP menjadi lebih ramah lingkungan. Salah satu proyek PT.PP yang menjadi objek studi penerapan konstruksi hijau adalah proyek pembangunan apartemen Grand Kamala Lagoon (GKL) di kota Bekasi, Jawa Barat. Proyek ini terbagi menjadi enam tahap pembangunan untuk pengerjaan 32 tower dimana tahap pertama dimulai pada kuartal I 2014 dengan pengerjaan Tower Emerald sebagai tower apartemen pertama. Untuk pembangunan proyek akan memakan waktu 10-15 tahun pembangunan.

Dengan adanya komitmen PT.PP untuk menerapkan konstruksi hijau berupa *Green Construction Target* dan MAGC sebagai sistem penilaian untuk mengukur proses konstruksi hijau, perlu dilakukan evaluasi terhadap hasil capaian proyek konstruksi Tower Emerald Grand Kamala Lagoon Bekasi dalam mengimplementasikan proses konstruksi hijau. Dengan demikian, pelaksanaan proses konstruksi hijau pada tahap pembangunan proyek Grand Kamala Lagoon Bekasi ke depannya dapat berjalan dengan lebih efektif dan menjadi proyek tauladan bagi proyek konstruksi lainnya di Indonesia. Selain itu, dengan terakomodasinya pekerjaan arsitektur dalam penilaian MAGC dapat diketahui kontribusi persentase pekerjaan arsitektur dalam penilaian implementasi konstruksi hijau pada sebuah proyek konstruksi khususnya proyek Tower Emerald Grand KL Bekasi. Dengan memperhitungkan kontribusi pekerjaan arsitektur dalam konteks proses konstruksi hijau sebagai salah satu tahapan dalam menghasilkan produk arsitektur berupa bangunan gedung merupakan yang tepat bagi arsitektur untuk mengetahui keterlibatan pekerjaan arsitektur pada tahap konstruksi dan turut serta bertanggung jawab semakin menipisnya sumber daya alam akibat proses pembangunan.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Beberapa kriteria konstruksi hijau dalam *Green Construction Target* belum diterapkan pada proses konstruksi di proyek Grand Kamala Lagoon Tower Emerald.
2. Dalam *Model Assessment Green Construction* terakomodasi penilaian pekerjaan arsitektur untuk menilai proses konstruksi hijau sebuah proyek konstruksi.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil capaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada kondisi eksisting proyek konstruksi Grand Kamala Lagoon Tower Emerald berdasarkan tolok ukur *Model Assessment Green Construction*?



2. Seberapa besar kontribusi pekerjaan arsitektur di dalam penilaian aspek *green construction* pada *Model Assessment Green Construction* untuk sebuah proyek konstruksi?

1.4 Batasan Masalah

1. Kajian dilakukan pada salah satu proyek PT.PP yaitu proyek pembangunan apartemen Tower Emerald Grand Kamala Lagoon Bekasi.
2. Kajian difokuskan pada siklus hidup proyek konstruksi di tahap pelaksanaan konstruksi.
3. Kajian penilaian hasil capaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada proyek Grand Kamala Lagoon mengacu pada tolok ukur *Model Assessment Green Construction*.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui evaluasi hasil capaian implementasi konstruksi hijau secara keseluruhan pada kondisi eksisting proyek pembangunan Grand Kamala Lagoon Tower Emerald Bekasi.
2. Mengetahui seberapa besar persentase kontribusi pekerjaan arsitektur dalam penilaian aspek *green construction* pada sistem penilaian *Model Assessment Green Construction* untuk sebuah proyek konstruksi.

1.6 Manfaat Penelitian

1. PT.Pembangunan Perumahan (PT.PP)
Memberikan evaluasi hasil capaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada proyek apartemen GKL Bekasi pada proses konstruksi sehingga dapat dijadikan pertimbangan pada pembangunan tahap selanjutnya untuk meningkatkan hasil capaian implementasi konstruksi hijau pada proyek PT.PP.
2. Akademisi
Memberikan sumbangan pengetahuan tambahan mengenai implementasi konstruksi hijau pada salah satu proyek di Indonesia dan memberikan evaluasi kontribusi pekerjaan arsitektur dalam penilaian sebuah proses konstruksi hijau sebagai bahan acuan kajian sejenis di masa mendatang.
3. Pemerintah
Membantu pemerintah dalam mengevaluasi aktivitas pada sektor konstruksi yang dilakukan PT.PP sebagai salah satu perusahaan milik negara (BUMN) terkait konstruksi hijau dan memberikan gambaran mengenai penilaian mengenai proses konstruksi sebuah proyek konstruksi pemerintah.



4. Masyarakat

Memberikan pengetahuan dan pemahaman mengenai konstruksi hijau dan dampaknya terhadap lingkungan pada salah satu proyek di Indonesia.

1.7 Sistematika Penulisan

1. BAB I : PENDAHULUAN

Uraian latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah yang menuju pada tujuan dan manfaat penelitian yang ingin dicapai.

2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan terhadap literatur yang berkaitan dengan proyek konstruksi, siklus hidup proyek konstruksi, konsep konstruksi hijau, ruang lingkup pekerjaan pada tahap konstruksi, MAGC dan penelitian terdahulu terkait konstruksi hijau.

3. BAB III : METODE PENELITIAN

Membahas jenis data yang digunakan dalam pembahasan, teknik dalam pengumpulan data, pengolahan atau analisis data, dan sintesis data.

4. BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang evaluasi hasil capaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada proyek berdasarkan tolok ukur MAGC serta rekomendasi guna meningkatkan hasil capaian implementasi konstruksi hijau pada proyek GKL Tower Emerald melalui pendekatan indikator pekerjaan arsitektur.

5. BAB V : PENUTUP

Penutup berupa kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dan pembahasan yang berkaitan dengan latar belakang, dan menjawab rumusan masalah dan tujuan di awal.

1.8 Kerangka Pemikiran

Adapun kerangka pemikiran dari pendahuluan adalah sebagai berikut.

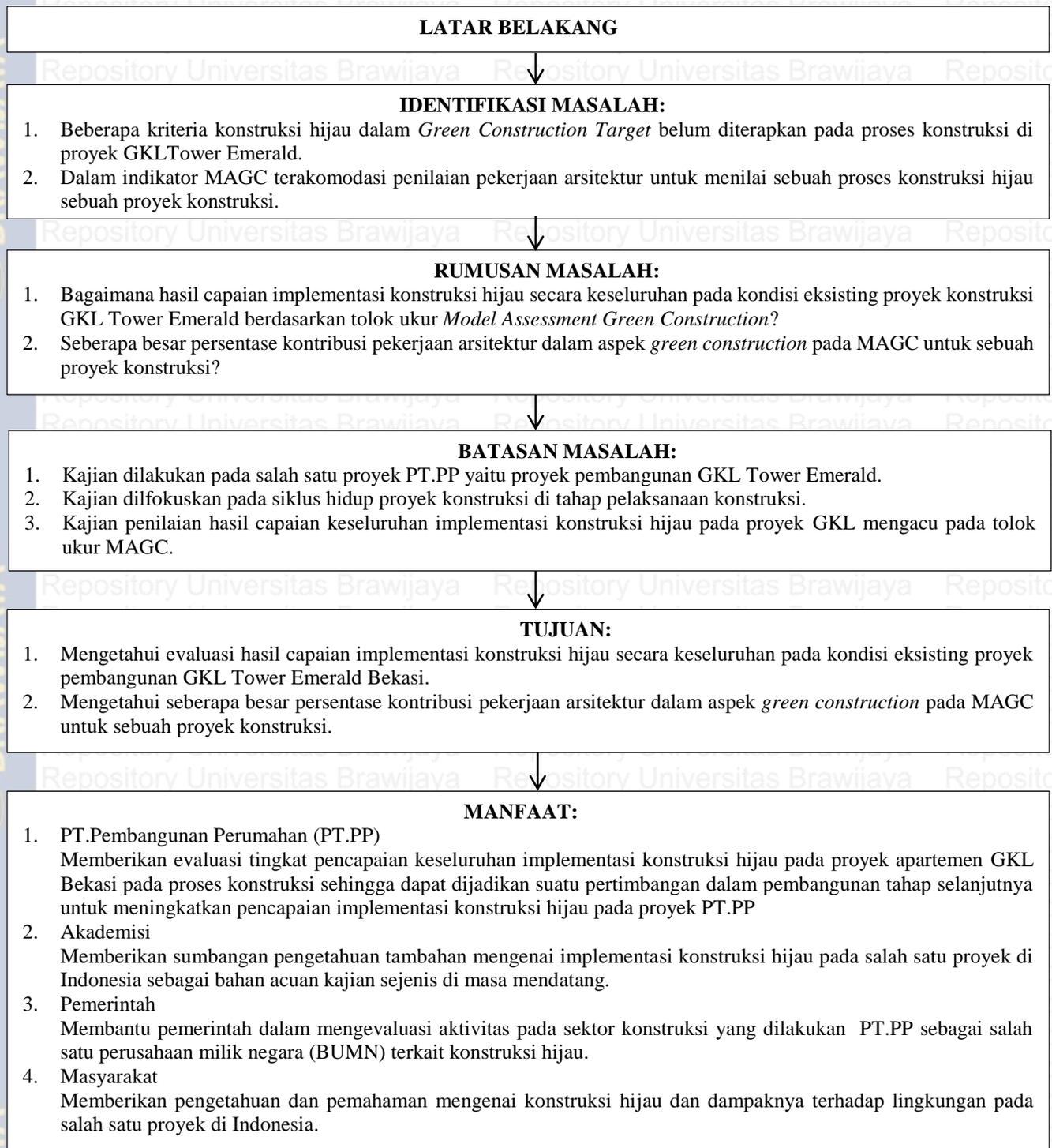


Diagram 1.1 Kerangka Pemikiran

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

2.1.1 Pengertian proyek konstruksi

Menurut PT.PP (2003) proyek adalah aktivitas sifatnya sementara terdiri dari personil proyek, material, dan sarana untuk mencapai tujuan proyek dalam jangka waktu tertentu. Proyek terdiri dari banyak *item* pekerjaan sehingga melibatkan banyak disiplin ilmu. Untuk definisi dari konstruksi adalah kegiatan membangun sarana dan prasarana. Kegiatan konstruksi dapat pula didefinisikan rangkaian dari beberapa pekerjaan yang dipimpin oleh manajer proyek, manajer konstruksi dan arsitek. Menurut Ervianto (2002) proyek konstruksi merupakan serangkaian kegiatan membangun yang dilaksanakan pada umumnya satu kali waktu dan memiliki jangka waktu yang pendek. Dari definisi-definisi yang telah disebutkan di atas dapat disimpulkan proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berhubungan untuk mencapai hasil tertentu berupa bangunan atau konstruksi dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu dan melibatkan banyak pihak secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai disiplin ilmu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu).

2.1.2 Siklus hidup proyek konstruksi

Setiap proyek konstruksi memiliki siklus hidup proyek konstruksi yang terdiri dari beberapa tahap kompleks. Setiap tahap dalam siklus hidup proyek konstruksi saling berkontribusi dan berkaitan sehingga tidak bisa dipisahkan antara tahap satu dengan tahap lainnya. Tahapan dalam siklus hidup sebuah proyek konstruksi digambarkan pada diagram berikut ini.

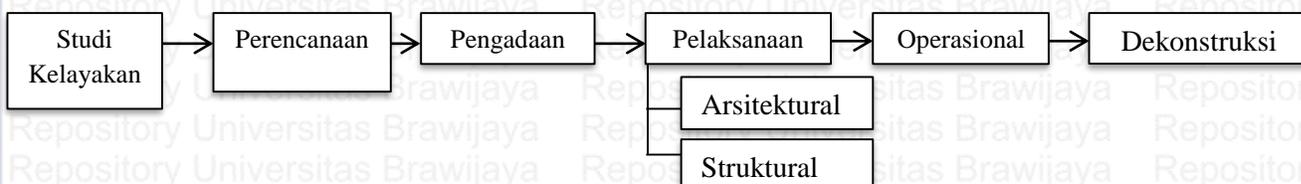


Diagram 2.1 Siklus Hidup Proyek Konstruksi



2.2 Hubungan *Green Construction* dengan *Green Building*

Dalam suatu pembangunan berkelanjutan, konsep *green* tidak boleh berhenti pada tahap desain saja tetapi direncanakan sampai pada tahap pengadaan dan tahap konstruksi, atau dalam arti lain nilai *green* tidak boleh berakhir pada satu tahap tetapi harus di transfer ke tahap berikutnya. Hasil rangkaian proses *green* pada setiap tahap akan menghasilkan produk berupa *green building*. Kiber (2008) dalam Ervianto (2009) menyatakan pengelolaan proyek yang berkonsep *green* sejak awal dimulainya proyek akan berbeda pelaksanaannya dengan proyek biasa yang tidak direncanakan dilaksanakan secara *green* sejak awal. Perbedaan tersebut terjadi pada proses perencanaan dan konstruksi. Hal tersebut karena pada pelaksanaan proyek konstruksi hijau memuat banyak indikator atau peraturan baru dengan tujuan untuk mendukung kebutuhan dan terjadinya sebuah *green construction* atau konstruksi ramah lingkungan. Aspek penilaian pada keduanya memiliki kesamaan dasar namun yang membedakan hanyalah kondisi dan waktu pada saat dilakukan penilaian. Pada *green construction* penilaian dilakukan pada tahap konstruksi pembangunan sedangkan *green building* penilaian dilakukan pada tahap operasional dan pemeliharaan.

2.3 Jenis Pekerjaan Konstruksi

Seperti yang telah disebutkan pada definisi dari konstruksi, konstruksi serangkaian jenis pekerjaan yang disebutkan dalam Undang-Undang Jasa Konstruksi No.18 Tahun 1999 meliputi:

1) Pekerjaan struktural

Pekerjaan struktural merupakan pekerjaan membangun elemen yang berfungsi menahan dan menyalurkan beban dari bagian atas bangunan menuju bagian bawah bangunan". Pekerjaan struktural menunjang keberadaan elemen nonstruktural sehingga membentuk satu kesatuan. Pekerjaan struktural terdiri dari pekerjaan struktur bawah (*lower structure*) dan pekerjaan struktur atas (*upper structure*). Pekerjaan struktur bawah terdiri dari pekerjaan pondasi sementara pekerjaan struktur atas terdiri dari pekerjaan kolom, balok, plat lantai, dan pekerjaan tangga.

2) Pekerjaan arsitektural

Pekerjaan arsitektural antara lain meliputi pekerjaan mengolah bentuk dan massa bangunan serta mengolah elemen pembentuk arsitektural. Pekerjaan arsitektural sering dikerjakan secara *overlapping* dengan pekerjaan struktural. Hal tersebut berarti tidak



menunggu pekerjaan struktural secara keseluruhan di proyek selesai semua terlebih dahulu. Adapun yang termasuk pekerjaan arsitektural antara lain pekerjaan pemasangan dinding, pekerjaan pemasangan lantai, pekerjaan plafon, pekerjaan jendela dan pintu, dan pekerjaan fasad.

2.4 Ruang Lingkup Pekerjaan Arsitektur

Proyek konstruksi terdiri dari rangkaian kegiatan yang mencakup pekerjaan pokok bidang sipil, arsitektur dan melibatkan disiplin ilmu lainnya. Selama masa pengadaan dan pelaksanaan fisik sebuah proyek konstruksi, pekerjaan arsitektur dapat berada di dalam lingkup perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan. Pekerjaan arsitektur memiliki definisi yang berbeda dengan pekerjaan arsitektural. Pekerjaan arsitektur adalah segala *item* pekerjaan yang berada di lingkup arsitek, ditekuni dan dipelajari oleh arsitek mencakup antara lain bidang *interior*, lansekap, struktur, dan mekanikal – elektrik sedangkan pekerjaan arsitektural mencakup pengolahan bentuk dan massa bangunan gedung sehingga lebih mengarah kepada pekerjaan *finishing* pekerjaan konstruksi.

2.5 Konstruksi Hijau

2.5.1 Definisi Konstruksi Hijau

Konstruksi didefinisikan sebagai perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi yang sesuai dengan dokumen kontrak dengan tujuan mengurangi dampak negatif dari proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara lingkungan dan kebutuhan hidup manusia (Ervianto, 2012). Menurut USEPA (2010) dalam Ervianto (2013) menyatakan bahwa konstruksi hijau adalah cara membangun dengan proses yang memperhatikan prinsip-prinsip lingkungan dan efisiensi dalam penggunaan sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan tersebut. Jadi, pada prinsipnya konstruksi hijau adalah salah satu cara mewujudkan bangunan dengan memperhatikan prinsip-prinsip ramah lingkungan untuk mengurangi dampak dari pembangunan terhadap lingkungan.

2.5.2 Konsep Konstruksi Hijau

Konsep konstruksi yang berkembang berawal dari konsep konstruksi hijau yang dikembangkan oleh Glavinich dan Kibert dimana keduanya memiliki konsep yang masing-masing berbeda. Glavinich (2008) dalam Ervianto (2015) membagi konsep konstruksi hijau menjadi sembilan mencakup hal sebagai berikut: (1) Perencanaan dan penjadwalan;



konstruksi; (2) Konservasi material; (3) Tepat guna lahan, (4) Manajemen limbah konstruksi; (5) Penyimpanan dan perlindungan material; (6) Kesehatan lingkungan kerja; (7) Menciptakan lingkungan kerja yang ramah lingkungan; (8) Pemilihan dan pengoperasian peralatan konstruksi dan (9) Dokumentasi. Kibert (2008) menjelaskan konsep *green construction* mencakup hal sebagai berikut: (1) Rencana perlindungan lokasi pekerjaan; (2) Program kesehatan dan keselamatan kerja; (3) Pengelolaan limbah pembangunan atau pembongkaran; (4) Pelatihan bagi subkontraktor; (5) Reduksi jejak ekologis proses konstruksi; (6) Penanganan dan instalisasi material; (7) Kualitas udara”.

Konsep konstruksi hijau yang dikembangkan oleh PT.PP menjadi bentuk komitmen yang dinamakan *Green Construction Target* sedangkan instrumen yang digunakan untuk menilai konstruksi hijau disebut dengan *Green Contractor Assessment Sheet* yang berisi sebagai berikut.

1. Tepat guna lahan

Tepat guna lahan berisi indikator pengelolaan lahan untuk kehijauan dan pengurangan beban drainase kota dari air limbah di lingkungan proyek.

2. Efisiensi dan konservasi energi,

Melakukan efisiensi dan konservasi energi, penghematan konsumsi energi, dan pengendalian penggunaan sumber energi yang memberikan dampak pada terhadap lingkungan.

3. Konservasi air,

Melakukan langkah-langkah untuk konservasi air, penghematan konsumsi air, dan melakukan daur ulang pemakaian air.

4. Manajemen lingkungan proyek konstruksi,

Menjaga dan mengelola lingkungan proyek dengan langkah pengolahan sampah selama proses konstruksi dan pengenalan *green construction* sebagai bentuk sosialisasi kepada pekerja di dalam lingkungan proyek.

5. Sumber dan siklus material,

Menggunakan material lokal bekas bangunan lama dan atau tempat lain untuk mengurangi pemakaian material baru dan melaksanakan proses produksi yang ramah lingkungan.

6. Kesehatan dan kenyamanan di lingkungan proyek konstruksi.

Menjaga kualitas udara, kebersihan di sekitar proyek dan mengurangi polusi zat kimia berbahaya bagi kesehatan para pekerja di lingkungan proyek.



Ada tiga manfaat dari pengaplikasian konsep konstruksi hijau dalam sebuah proyek yang dikemukakan oleh PT.PP sebagai pelopor konstruksi hijau:

1. Manfaat lingkungan

Manfaat kepada lingkungan yakni meningkatkan kualitas udara dan air, meningkatkan efisiensi konsumsi listrik, air, dan bahan bakar, pengendalian jumlah limbah, dan konservasi sumber daya alam sereta melindungi keragaman ekosistem”.

2. Manfaat ekonomi

Manfaat ekonomi berupa keuntungan yang lebih baik untuk bisnis konstruksi karena besarnya efisiensi biaya dapat diperoleh dengan penerapan konstruksi hijau. Konstruksi hijau dapat menghemat biaya operasional, efisiensi biaya buangan, efisiensi biaya operasional dan pemeliharaan gedung”.

3. Manfaat sosial

Manfaat sosial berupa peningkatan pada kesehatan dan kenyamanan penghuni, mengurangi masalah infrastruktur lokal, dan secara keseluruhan meningkatkan kualitas kehidupan untuk masyarakat di sekitar lokasi proyek”.

2.5.3 Kriteria Penerapan Konstruksi Hijau

Upaya dukungan lain oleh PT.PP berupa dalam *guideline* yang diterbitkan PT.PP (2008), penerapan metode *green construction* dalam proyek terbagi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. Lapangan (*Site Project*)

a. *Dewatering*

Pekerjaan *dewatering* merupakan bagian dari pekerjaan pembuatan lantai bawah tanah atau *basement*. Pekerjaan ini memiliki tujuan utama untuk membuang air tanah pada area tertentu namun diharapkan tetap tidak mencemari air alam dan tidak mengganggu muka air tanah di sekitar proyek pembangunan. Adapun ketentuan pekerjaan *dewatering* adalah sebagai berikut.

- 1) *Dewatering* dilakukan pada area vegetasi yang luas untuk membuang tanah terlarut.
- 2) Pembuatan *recharging well* untuk mengembalikan air ke dalam tanah.
- 3) Pengolahan dilakukan pada air yang kekecurahannya melebihi ambang batas keruh sebelum dilakukan pembuangan air alami atau pengaliran air.



4) Pengawasan berkala dilakukan pada proses pemompaan terhadap kualitas air yang akan dipompa ke pembuangan air agar tingkat kekeruhan air rendah.

b. Erosi

Erosi merupakan potensi bahaya yang muncul akibat pekerjaan galian pada pembuatan lantai bawah tanah. Oleh karena itu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut untuk mengurangi terjadinya erosi pada lahan proyek.

- 1) Meminimalkan pembukaan lahan galian dan menghindari pembukaan lahan pada area yang mudah erosi.
- 2) Tidak melakukan galian dengan kemiringan curam pada lahan yang berdekatan dengan area perairan.
- 3) Setelah lahan yang dilakukan galian selesai, dilakukan penanaman kembali.
- 4) Penyusunan jadwal pekerjaan secara cermat untuk menghindari terjadinya ketertundaan pekerjaan yang dapat mengganggu kestabilan tanah.

c. Polusi Udara atau Debu

Polusi udara merupakan salah satu hasil dari kegiatan konstruksi. Oleh karena itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut untuk mengurangi debu di lapangan.

- 1) Mengurangi produksi debu yang direncanakan dalam perencanaan awal proyek.
- 2) Melokalisir penyebaran debu dengan bantuan peralatan tambahan pada sekeliling bangunan.
- 3) Melakukan penyemprotan air di area yang terlihat banyak mengandung debu.
- 4) Memasang pagar untuk mengantisipasi angin pada lokasi yang tepat.

d. Air Hujan

Pengolahan air hujan bertujuan untuk mengurangi kontaminasi air hujan di lingkungan proyek. Langkah-langkah dilakukan untuk pengolahan air hujan adalah sebagai berikut.

- 1) Mengurangi volume air hujan yang tercemar ke area bersih.
- 2) Mengurangi laju air hujan.
- 3) Membuat jalan pintas saluran untuk mengalihkan air hujan dari area bersih dan lereng yang stabil.

e. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan pendangkalan saluran akibat erosi atau air hujan. Langkah-langkah untuk penanggulangan sedimentasi yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut..



- 1) Mengukur erosi dan sedimen sebelum konstruksi dimulai sebagai acuan sedimentasi hasil pelaksanaan konstruksi.
- 2) Mengidentifikasi letak saluran drainase dan pemasangan alat kontrol sebagai acuan perkiraan air hujan dan sedimen yang terkumpul pada daerah tangkapan hujan.
- 3) Desain dan pemasangan alat ukur erosi dan sedimen *run-off* dengan tepat sebagai patokan hujan kala ulang dua tahun untuk struktur sementara dan hujan kala ulang lima tahun untuk struktur permanen.
- 4) Pembuatan jebakan lumpur sebelum air buangan sampai ke saluran drainase.
- 5) Melakukan pemeriksaan, perawatan dan program pembersihan untuk struktur kontrol *run-off* sedimen.

2. Energi

Efisiensi dan konservasi energi dilakukan melalui langkah-langkah penghematan konsumsi energi dan mengurangi emisi gas buang dari peralatan elektronik”.

a. Pengaturan temperatur dan waktu operasi AC.

Pemakaian AC secara bijaksana menjadi cara untuk penghematan energi dan pemakaian listrik sebanyak 30%. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Menggunakan freon yang ramah lingkungan.
- 2) Mengatur suhu AC sesuai standar *thermal comfort* ($\pm 25^{\circ} \text{C}$).
- 3) Menutup ruangan dari aliran udara langsung dari luar.
- 4) Menjaga instalasi pipa AC dari kebocoran.
- 5) Penggunaan AC disesuaikan dengan kapasitas dan isi dari ruangan.
- 6) Penggunaan AC disesuaikan dengan serta kondisi waktu.

b. Pemakaian lampu hemat energi dan pengaturan waktu operasi

Tujuannya adalah untuk mengurangi pemakaian listrik sebanyak 50%. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Penggunaan lampu hemat energi disetiap kegiatan.
- 2) Perencanaan penempatan jendela dan meja kerja mempertimbangkan pencahayaan dari sinar matahari terpenuhi dengan optimal.
- 3) Memanfaatkan pantulan sinar matahari ke plafon untuk menerangi ruangan tanpa menyebabkan silau.



4) Mengurangi nyala lampu saat jam istirahat dan mematikan lampu bila ruangan tidak terpakai.

c. Emisi gas buang

Tujuan utama dari emisi gas buang adalah mengurangi emisi gas CO₂ dan penghematan bahan bakar". Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Perencanaan perjalanan kendaraan proyek seefisien mungkin sehingga beberapa urusan bisa diselesaikan dalam satu jalur perjalanan".
- 2) Pemilihan pemakaian kendaraan yang hemat bahan bakar atau bahan bakar biodiesel.
- 3) Memaksimalkan pemakaian material lokal.
- 4) Merencanakan pengiriman beton ke proyek diluar jam sibuk dan dengan waktu sesingkat mungkin (*batching plant* terdekat".
- 5) Pemeliharaan rutin pada mesin secara berkala sehingga dapat mengurangi emisi CO₂".
- 6) Melaksanakan *zoning* untuk area kerja para *project manager* sehingga bisa mengurangi jarak tempuh".
- 7) Pembatasan tahun kendaraan operasional proyek.

3. Limbah atau *Waste*

Limbah di proyek dapat berupa *waste material* dan sampah hasil konstruksi yang dapat dikurangi dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. *Waste material*

Waste material dapat dikurangi dengan estimasi perhitungan yang tepat sebelum pemesanan material. Tujuannya adalah untuk mengurangi volume sisi potongan besi dan beton. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Pemakaian material daur ulang dan pemakaian material secara berulang,
- 2) Pengolahan limbah, melokalisir limbah dan pengelolaan limbah.
- 3) Penggunaan metode yang paling efisien dan pembuatan rangkaian besi beton seperti *overlapping 4d* (diameter tulangan)".
- 4) Perencanaan pengecoran yang terstruktur sehingga apabila terjadi sisa dari pengiriman beton dapat dialihkan ke pekerjaan lain".
- 5) Pemilihan *ready mix* yang sudah dioperasikan dengan sistem komputer guna memastikan kuantitas dan kualitas".



6) Transpotasi beton dimasukkan dengan truk *mixer* maksimum 90% dari kapasitas *mixer* untuk menghindari beton tumpah selama perjalanan”.

b. Pengelolaan sampah

Pengelolaan sampah konstruksi akan mempermudah pengelolaan sampah pada tahap selanjutnya di luar lokasi proyek. Langkah-langkah adalah sebagai berikut.

1) Penempatan tempat pembuangan sampah sementara berada di lokasi strategis dalam proyek.

2) Pengelolaan pembuangan sampah dari pengumpulan sampai dengan pembuangan akhir.

4. Air

Pada saat pelaksanaan konstruksi, sebisa mungkin tidak menggunakan air tanah yang mengakibatkan perubahan kondisi lingkungan sekitar. Penghematan air juga dilakukan pada saat proses konstruksi dengan tujuan menghemat sebesar 30%, Langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

a. Pemakaian air secara berulang dan menampung air bekas cuci tangan dan wudhu untuk dipergunakan lagi untuk menyiram lapangan yang berdebu”.

b. Efisiensi pemakaian air dengan penggunaan *shower* ditempat mandi pekerja proyek

c. Pemakaian kran otomatis pada tempat cuci tangan dan tempat wudhu”.

d. Meningkatkan efisiensi pemakaian air dalam kantor untuk mengurangi beban suplai air bersih”.

5. Material dan Sumber Daya

Pemilihan dan penggunaan material bangunan yang dapat didaur ulang dan dapat digunakan secara berulang dapat menghemat pemakaian bahan baku yang berasal dari sumber daya alam baru untuk keperluan material konstruksi. Langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut.

a. Mengutamakan material lokal (radius 500 mil)”.

b. Pemakaian kayu yang legal bersertifikat”.

c. Menggunakan pipa PPR (*Polypropylene Random Polimer*).

d. Menggunakan bahan bekisting dari *plasterboard* sebagai pengganti *plywood* sehingga bisa digunakan kembali (*reuse*) untuk daur pemakaian sampai 100 kali”.

e. Penggunaan *container* untuk kantor proyek untuk mengurangi penggunaan kayu baru”.

f. Peralatan proyek yang sesuai standar kelayakan.

g. Kalibrasi alat.

2.6 Model Assessment Green Construction

Model Assessment Green Construction adalah sebuah perangkat penilaian yang dikembangkan oleh Ervianto disusun berdasarkan prinsip-prinsip *green construction* yang mempresentasikan aktivitas proses konstruksi. *Model Assessment Green Construction* dapat diimplementasikan pada proyek infrastruktur gedung dan digunakan untuk mengukur proses konstruksi yang ramah lingkungan karena model penilaian tersebut disusun secara komprehensif, telah dinyatakan valid dan melalui prosedur yang dapat dipertanggungjawabkan. Perangkat penilaian ini digunakan untuk mengetahui pencapaian kontraktor dalam melibatkan konstruksi hijau ketika menjalankan aktivitas proses konstruksinya khususnya dalam proyek bangunan gedung. *Model assessment green construction* memiliki tujuh aspek *green construction* sebagai berikut:

1. Aspek kesehatan dan kenyamanan kerja,

Tujuan aspek ini adalah terciptanya kebersihan di proyek yang akan berdampak pada kesehatan para pekerja konstruksi dan kenyamanan lingkungan proyek konstruksi serta kemananan dari polusi zat kimia”.

2. Aspek kualitas udara

Tujuan dalam aspek ini adalah untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan oleh bahan bangunan, peralatan yang digunakan selama proses konstruksi dan asap rokok para pekerja”.

3. Aspek manajemen lingkungan proyek konstruksi

Tujuan dalam aspek ini adalah untuk mengurangi terjadinya limbah hasil konstruksi sehingga mengurangi beban TPA dan mendorong proses daur ulang”.

4. Aspek sumber dan siklus material

Tujuan dalam aspek ini adalah untuk menahan pengambilan sumber daya alam tidak terbarukan, menggunakan material hasil daur ulang dan mendorong penggunaan material lokal”.

5. Aspek tepat guna lahan,

Tujuan dalam aspek ini adalah memelihara kehijauan lingkungan proyek dan mengurangi emisi CO₂ serta polutan, serta mengurangi beban drainase kota dari air buangan di proyek”.



6. Aspek konservasi air

Tujuan aspek ini adalah melakukan penghematan penggunaan air dan melakukan daur ulang pemakaian selama proses konstruksi”.

7. Aspek konservasi energi

Tujuan aspek ini adalah melakukan penghematan penggunaan energi dan pengendalian penggunaan sumber energi selama proses konstruksi”.

Ervianto (2013) mensintesisikan 16 faktor *green construction* yang dikembangkan dari tujuh aspek *green construction*. Dari 16 faktor *green construction* diatas kemudian dikembangkan setiap faktornya menjadi indikator *green construction*. Jumlah indikator *green construction* secara keseluruhan adalah 142 indikator. Berikut adalah struktur *model assessment green construction* yang disusun berdasarkan hierarki dimulai dari aspek, faktor dan indikator.

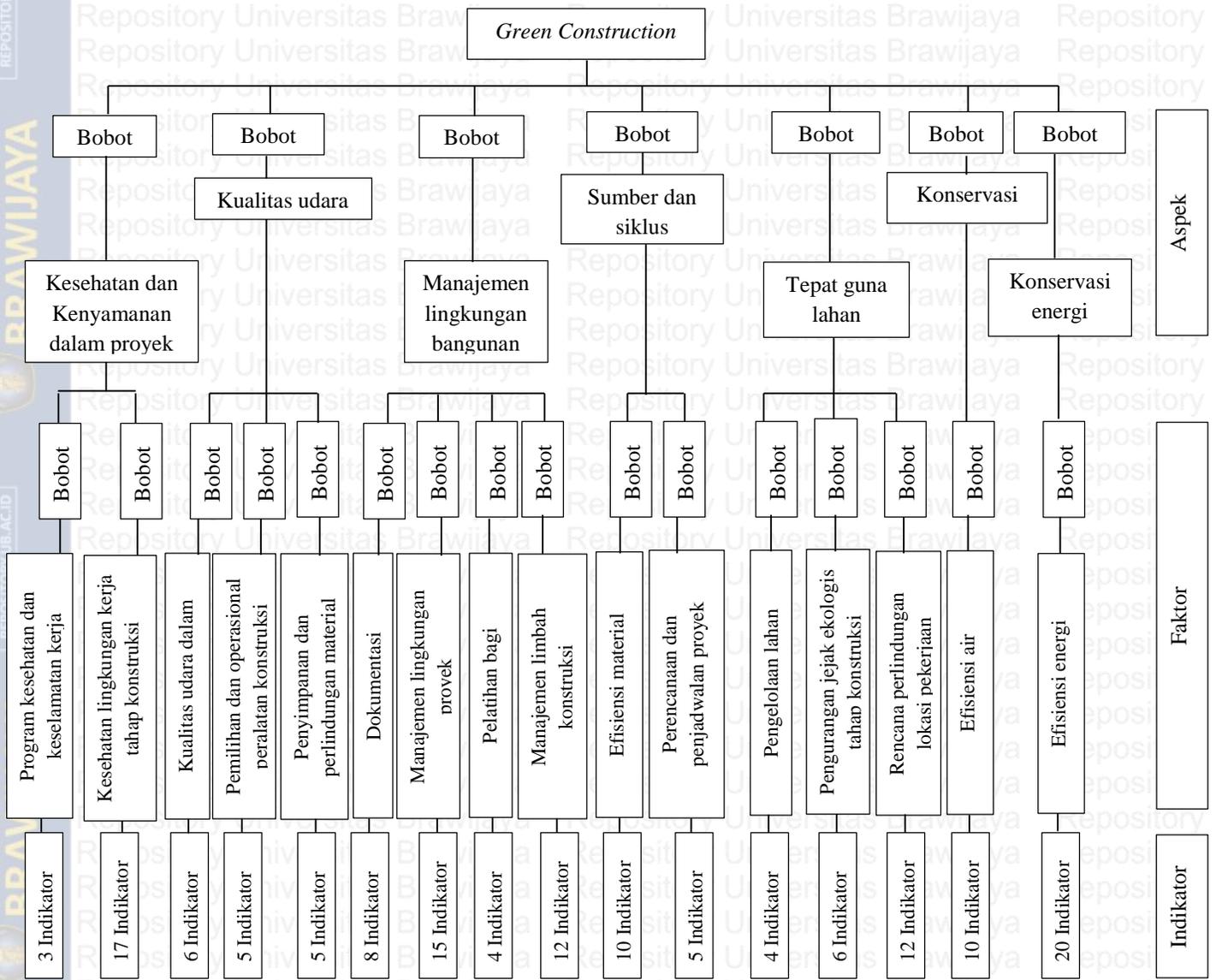


Diagram 2.2 Struktur model assessment green construction (Sumber : Ervianto, 2015)

Dalam Model Assessment Green Construction, di setiap hierarki dapat dihitung nilai capaian proses konstruksi yaitu dimulai pada :

1. Nilai Indikator Green Construction

Nilai indikator green construction (NIGC) dapat dihitung berdasarkan notasi persamaan sebagai berikut:

$$NIGC = (\sum_{i=0}^n \text{atau } 1 \cdot BPK_{k=0,4 \text{ atau } 0,6}) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- I memiliki 1 apabila ya dan 0 jika tidak



- BP (Bobot Prioritas) memiliki k bernilai 0,56 untuk prioritas I dan 0,44 untuk prioritas II.

Setelah diketahui Nilai Indikator *Green Construction* (NIGC) pada indikator maka dihitung nilai total NIGC pada setiap faktor *green construction* berdasarkan persamaan (2)

$$\text{Total NIGC} = \sum_{i=1}^j \text{NIGCi} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- Total NIGC adalah Nilai Indikator *Green Construction* di setiap faktor.
- i adalah banyaknya Nilai Indikator *Green Construction*.

2. Nilai Faktor *Green Construction*

Nilai faktor *green construction* (NFGC) dihitung berdasarkan notasi persamaan (3)

$$\text{NFGC} = \sum_{i=1}^j (\text{Total NIGCi} \cdot \text{BFGCi}) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- i adalah banyaknya faktor *Green Construction*
- BFGC adalah Bobot Faktor *Green Construction*.

$$\text{TOTAL NFGC} = \sum_{i=1}^m \text{NFGCi} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

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

3. Nilai Aspek *Green Construction*

Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) setiap aspek dihitung berdasarkan persamaan (5). Perhitungan total NAGC menggunakan persamaan (6).

$$\text{NAGC} = \sum_{i=1}^j (\text{Total NIGCi} \cdot \text{BAGCi}) \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{TOTAL NAGC} = \sum_{i=1}^m \text{NAGCi} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- Total NFGC adalah Nilai Faktor *Green Construction* di setiap aspek
- i adalah banyaknya aspek *Green Construction*
- BAGC adalah Bobot Aspek *Green Construction*.

4. Nilai *green construction*

Nilai akhir dari *green construction* selanjutnya disebut dengan Nilai *Green Construction* (NGC) adalah penjumlahan dari seluruh nilai aspek *green construction* yang dituliskan dalam notasi persamaan (7).



$$\text{TOTAL NGC} = \sum_{i=1}^j \text{NAGCi} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

NGC adalah Nilai *Green Construction*.

5. Nilai maksimum *Model Assessment Green Construction*

Ervianto (2013) menyatakan nilai maksimum dari *Model Assessment Green Construction* disebut Nilai *Green Construction Ideal* (NGC_{Ideal}) di Indonesia yakni apabila seluruh indikator *green construction* dipenuhi di proyek sebesar 21,92. Selain NGC Ideal, terdapat NGC_{Terbaik} berdasarkan indikator *green construction* yang telah berhasil diimplementasikan di tingkat proyek di Indonesia yang ditetapkan dari penelitian pengembang disebut dengan Nilai *Green Construction Terbaik* (NGC_{Terbaik}) di Indonesia sebesar 15,47. Ervianto (2013) menyebutkan bahwa model penilaian ini belum dapat mengkategorisasikan sebuah proyek untuk dapat dinyatakan sebagai proyek *green* atau tidak”. Hal tersebut karena diperlukan jawaban yang lebih terukur untuk dapat mengkategorisasikan *green* dalam proses konstruksi sementara pilihan jawaban dalam model penilaian ini berupa “1” atau “Ya” untuk indikator *green construction* yang telah diimplementasikan di proyek dan “0” atau “Tidak” untuk indikator yang belum diimplementasikan”. Oleh karena itu, dalam model penilaian ini kategorisasi *green* tidaknya proses konstruksi pada sebuah proyek konstruksi dapat didasarkan pada Nilai *Green Construction Terbaik* (NGC_{Terbaik}) yang dilakukan oleh pengembang.

2.7 Pendekatan Pekerjaan Arsitektur dalam *Model Assessment Green Construction*

MAGC tidak memiliki batasan pada konstruksi yang digunakan oleh gedung yang akan dinilai seperti konstruksi baja atau konstruksi beton bertulang saja, tetapi MAGC berlaku untuk menilai semua proyek gedung”. Ervianto (2013) menyatakan model penilaian ini mencakup pekerjaan arsitektur sementara untuk pekerjaan mekanikal, elektrikal dan *plumbing* tidak diakomodasi dalam model penilaian ini.

2.7.1 Aspek Tepat Guna Lahan

Pemilihan lokasi pembangunan di Indonesia umumnya kurang memperhatikan faktor lingkungan hidup dan aspek keberlanjutan. Perencanaan pembangunan kawasan dapat berpengaruh terhadap lingkungan hidup dan lingkungan sekitarnya. Dengan pertumbuhan luas kawasan urban, ketersediaan ruang terbuka hijau (RTH) semakin terbatas dan gaya hidup urban menyerap banyak energi dan air serta menghasilkan banyak emisi gas CO₂ dan jejak



karbon”. Pelaksanaan pembangunan harus dapat menunjang keberlanjutan kawasan dan kualitas ruang secara makro tanpa mengurangi atau bahkan merusak kualitas lingkungan hidup dan kualitas hidup manusia. Dengan memperhatikan aspek tepat guna lahan diharapkan dapat mengurangi pengaruh negatif pelaksanaan pembangunan terhadap lingkungan hidup”.

1. Pengelolaan lahan

Faktor ini memuat indikator pertimbangan dalam pemilihan lokasi gedung yang akan berdampak pada kinerja gedung yang akan dibangun. Selain itu, faktor ini juga terkait dengan dengan penurunan kualitas udara yang disebabkan CO₂ sebagai hasil aktivitas konstruksi. Polusi udara tidak dapat diserap oleh jumlah tanaman yang sedikit. Penghijauan dapat dilakukan dengan memelihara dan meningkatkan kondisi lahan agar dapat dimanfaatkan secara maksimal. Oleh karena itu, pada faktor ini pekerjaan arsitektur dapat terlibat dalam hal pemilihan lahan atau lokasi pembangunan, gangguan pada lingkungan, pengelolaan air dan penurunan polusi melalui upaya penghijauan.

2. Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi

Penggunaan sumber daya alam yang efisien termasuk emisi dari pembakaran minyak bumi dapat mengurangi jejak ekologis pada tahap konstruksi. Pada faktor ini, pekerjaan arsitektur dapat terlibat dalam membuat perencanaan perlindungan vegetasi sebagai upaya pengurangan jejak ekologis pada tahap konstruksi.

3. Rencana perlindungan lokasi pekerjaan

Indikator pada faktor ini berkaitan dengan pengurangan kerusakan ekologi dan kerusakan lainnya di lokasi proyek konstruksi serta menjalin relasi baik dengan pihak lain selama proses konstruksi. Pada faktor ini, pekerjaan arsitektur dapat terlibat dalam perencanaan perlindungan terhadap vegetasi, perencanaan pengelolaan air limbah, dan menetapkan batasan tapak atau *site project* untuk selanjutnya dilakukan pemasangan pagar proyek.

2.7.2 Aspek Konservasi Energi

Ervianto (2013) menyatakan konsep *green* dimulai oleh arsitek dengan tujuan utama untuk mendapatkan guna dari efisiensi energi pada perancangan arsitektur atau dikenal dengan *green architecture*”. Oleh karena itu, pekerjaan arsitektur dapat berperan dalam



perencanaan upaya-upaya yang dapat mengurangi konsumsi energi selama masa konstruksi seperti pengaturan pencahayaan baik alami maupun pencahayaan buatan, pengaturan penghawaan baik di lokasi kerja maupun kantor proyek, dan pengukuran indikator yang berhubungan dengan kenyamanan staff dan pekerja konstruksi dalam penggunaan ruang.

1. Pencahayaan

Sumber cahaya dibagi menjadi dua sumber yakni sumber cahaya alami (pencahayaan alami) dan sumber cahaya buatan (pencahayaan buatan).

a. Pencahayaan alami

Pencahayaan alami bersumber dari matahari. Dengan memaksimalkan penggunaan tata cahaya alami, konsumsi listrik untuk penerangan dapat berkurang.

b. Pencahayaan buatan

Pencahayaan buatan bersumber dari segala alat yang menghasilkan cahaya yang dibuat oleh manusia. Pencahayaan buatan diperlukan pada sistem penerangan apabila: (1) tidak tersedianya cahaya alami pada siang hari dan saat antara matahari terbenam dan terbit; (2) cahaya alami yang ada dirasa tidak cukup seperti pada saat mendung dan intensitas cahaya bola langit berkurang; (3) ruang dalam tidak terjangkau cahaya matahari karena posisinya yang jauh dari jendela; (4) perlu adanya cahaya yang merata pada ruang yang lebar; (5) perlu adanya pencahayaan dengan warna dan arah penyinaran yang mudah diatur; (6) diperlukan pencahayaan untuk fungsi khusus; dan (7) diperlukan pencahayaan dengan efek khusus. Dengan desain tata cahaya yang tepat dalam mengkombinasikan tata cahaya alami dan buatan pada lokasi proyek kantor proyek selama masa konstruksi akan terjadi pengurangan konsumsi energi.

2. Penghawaan

a. Penghawaan alami

Penghawaan alami didapatkan melalui ventilasi alami sehingga terjadi terjadi pergantian udara secara alami. Penggunaan ventilasi alami memiliki persyaratan yang harus dipenuhi antara lain: (1) tersedianya udara luar yang sehat; (2) suhu udara luar tidak tinggi maksimal 28°C; (3) tidak adanya penghalang aliran udara horizontal seperti bangunan yang dapat menghalangi berhembusnya angin; (4) lingkungan tidak bising. Jika penggunaan ventilasi dapat dimaksimalkan maka keuntungan dari penggunaan ventilasi dapat terjadi yakni; (1) hemat energi/mengurangi konsumsi energi; (2) biaya perawatan relatif lebih



murah; (3) tidak memerlukan mesin; (4) menciptakan suasana alami. Namun dalam faktor efisiensi energi tidak ditemukan adanya indikator penilaian untuk penggunaan penghawaan alami.

b. Penghawaan buatan

Penghawaan buatan merupakan penghawaan yang menggunakan peralatan mekanik atau disebut juga pengkondisian udara (*air conditioning*) yakni pengaturan udara di dalam bangunan untuk menciptakan kenyamanan bagi penghuni. Pertimbangan desain suatu bangunan atau ruang untuk meminimalisasi penggunaan *Air Conditioner* (AC) adalah sebagai berikut: (1) membuat prioritas ruang yang memakai AC; (2) menghindari adanya penghalang atau sesuatu yang dapat menghambat penyegaran udara sejuk; (3) menggunakan material yang dapat menyerap panas matahari masuk ke dalam ruangan; (4) mengorientasikan bangunan ke utara-selatan untuk meminimalkan penyerapan radiasi matahari; (5) menggunakan AC yang memiliki label hemat energi dan ramah lingkungan.

2.7.3 Aspek Konservasi Air

Konservasi air bertujuan untuk mengurangi penggunaan air sehingga dapat menghemat penggunaan air dan terjaga keseimbangan dan ketersediaan air selama masa konstruksi di proyek. Pada aspek konservasi air terdiri dari satu faktor yakni efisiensi air. Pekerjaan arsitektur dapat terlibat dalam upaya pemantauan penggunaan air dan mengurangi penggunaan air sebagai berikut.

1. Penghematan konsumsi air

Penghematan konsumsi air di proyek dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi sanitair dan *water fixtures* atau *water devices*. Untuk penghematan air ketika mandi, Fadem dan Conant (2008) dalam Anggita (2012) menyatakan penggunaan *water fixtures* dalam bentuk shower merupakan suatu upaya penghematan konsumsi air. Pemborosan air dapat terjadi karena kurangnya kesadaran dan perilaku pengguna untuk menghemat air seperti lupa menutup kran, menggunakan air tidak sesuai kebutuhan dan kurangnya perawatan pada *water fixtures*. Dewasa ini, peralatan *plumbing*, *water fixtures* atau *water devices* telah mengalami perkembangan untuk semakin menekankan



penghematan air. Upaya penghematan melalui teknologi kran dan toilet mampu mengurangi penggunaan air sebesar 30% dari kebutuhan air total”.

2. Sumber air alternatif

Untuk menjaga keseimbangan air dan mengurangi penggunaan air dari sumber air utama dapat menggunakan sumber air alternatif seperti menggunakan air daur ulang, memanfaatkan air hujan dengan cara menampungnya dan menggunakan sumber air alternatif air tanah. Dalam penggunaan air tanah harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhatikan kualitas dan kuantitas air tanah karena dapat mengganggu keseimbangan air tanah di sekitarnya, caranya dapat dilakukan dengan pembuatan sumur resapan.

2.7.4 Aspek Sumber dan Siklus Material

Untuk menjaga keberlangsungan dan menahan eksploitasi laju sumber daya alam baik terbarukan dan tidak terbarukan, diperlukan pengelolaan material dan upaya memperpanjang daur atau siklus hidup material. Pekerjaan arsitektur pada aspek ini dapat terlibat sepenuhnya terkait pemilihan dan penggunaan material. Berikut ini adalah indikator yang terdapat dalam aspek sumber dan siklus material.

1. Material bekas (*reuse material*)

Upaya penghematan sumber daya alam terbarukan maupun tidak terbarukan dapat dilakukan dengan menggunakan material bekas yang masih layak digunakan tanpa mengurangi aspek kekuatan bangunan (Ervianto, 2012)”. Material bekas merupakan material sisa material konstruksi dan sampah lain yang bersumber dari pembersihan lahan di awal pelaksanaan proyek, pembongkaran, dan aktivitas konstruksi”. Di beberapa proyek, material yang dapat didaur ulang seperti kayu, beton, bata merah, metal mencapai 75% dari total limbah.

2. Material daur ulang (*recycle material*)

Untuk memperpanjang umur pemakaian material dapat dilakukan dengan menggunakan kembali (*reuse*) atau mendaur ulang material (*recycle*). Sejumlah material dapat di daur ulang hingga 100% atau sampai kembali bentuk asal. Penggunaan material yang dapat didaur ulang merupakan penghematan energi dalam proses produksi.

3. Penggunaan kayu bersertifikat



Pengambilan kayu dengan cara menebang secara tak terkendali memiliki banyak dampak negatif seperti merusak hutan, punahnya hewan liar di hutan akibat kehilangan ekosistem, erosi tanah, banjir, sedimentasi, polusi udara. Oleh karena itu, sertifikasi kayu sangat penting demi menjamin kayu tidak diperoleh dengan cara penebangan liar.

4. Material lokal

Pada tahap pengambilan bahan baku dan transportasi material perlu diperhatikan jejak ekologis dan jejak karbon yang ditinggalkan. Pengurangan jejak karbon dapat dilakukan dengan produk lokal atau material yang tersedia di sekitar lokasi proyek. Jejak karbon ditimbulkan dari emisi gas buangan yang dihasilkan oleh moda transportasi pengangkut material. Selain itu juga, penggunaan material lokal atau produk dalam negeri bertujuan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dalam negeri dan meningkatkan pendapatan daerah setempat.

5. Material ramah lingkungan

Pada saat tahap awal produksi material harus diperhatikan material seperti apa yang akan dihasilkan, apakah menjadi produk yang berbahaya atau menjadi polusi bagi lingkungan dan sampai kepada bagaimana perusahaan penghasil material tersebut menangani buangan sisa material tersebut. Material ramah lingkungan dapat berasal dari bahan baku terbarukan atau dapat digunakan kembali di akhir masa pakainya, dibuat secara aman dan efisien tanpa menghasilkan polusi atau limbah berbahaya. Standar yang digunakan untuk mengetahui adanya sistem manajemen lingkungan suatu produk dapat mengacu pada standar nasional seperti Proper (Program Penilaian Perangkat Kinerja Perusahaan) maupun internasional seperti ISO 14001 (GBCI, 2013).

6. Material prafabrikasi

Ervianto (2013) menyatakan bahwa bagian terpenting dalam melakukan transformasi material bangunan menjadi produk bangunan adalah metode konstruksi. Pemilihan metode konstruksi yang mendukung *green construction* adalah efisiensi dalam menggunakan sumberdaya alam dan meminimalisasi limbah. Salah satu metode konstruksi tersebut adalah dengan cara prafabrikasi atau pracetak. Ervianto (2013) menyatakan dibandingkan metode konstruksi yang konvensional, metode ini memiliki banyak keuntungan yang mendukung terjadinya *green construction* seperti berikut: (a) waktu konstruksi proyek menjadi lebih singkat; (b) produksi mampu mencetak massal; (c) menurunkan biaya pengawasan; (d)



kualitas beton yang dihasilkan lebih baik; (e) limbah yang dihasilkan lebih sedikit karena pencetakan di *workshop*/pabrik; (f) kontinuitas proses konstruksi lebih terjaga; (g) mengurangi biaya pengawasan”. Menurut GBCI (2010) suatu bangunan dapat dikatakan ramah lingkungan apabila menggunakan material dengan sistem *off site prefabrikasi* minimum 30%. Hal tersebut dapat berarti konstruksi material dilakukan secara prefabrikasi di lokasi.

2.7.5 Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan

Dalam konsep *green construction*, siklus hidup material tidak boleh berhenti di tempat pembuangan akhir begitu saja, tetapi material tersebut harus dapat dimanfaatkan kembali untuk digunakan sebagai bahan bangunan (*reuse*), diolah kembali (*recycling*), dan apabila tidak lakukan keduanya maka material tersebut harus dibuang dengan cara yang ramah lingkungan. Pendekatan pekerjaan arsitektur pada aspek ini berupa penanganan limbah konstruksi dan daur ulang limbah konstruksi sebagai proses untuk menghasilkan *output* produk *green building*.

Menurut Berge (2000:14) terdapat tiga tingkatan hierarki daur ulang berdasarkan cara pemanfaatannya”.

a. *Reuse* (penggunaan kembali)

Reuse berada di posisi tertinggi dalam daur ulang. *Reuse* berarti menggunakan seluruh komponen material di sisa umur pemakaian material tanpa adanya perubahan bentuk dan fungsi dari awal. Contohnya adalah *reuse* potongan batu bata. *Reuse* tidak memerlukan energi untuk merubah bentuknya dan mengolahnya menjadi bahan layak pakai. Saleh T.M (2009) dalam Ervianto (2012), *reuse* dibedakan menjadi tiga jenis yakni *building reuse*, *component reuse*, dan *material reuse*. *Reuse* komponen arsitektural akan lebih mudah dibandingkan komponen struktural seperti dinding interior, pintu, lantai, plafon yang akan digunakan dengan fungsi yang sama atau yang lainnya sampai umur pakai komponen tersebut habis.

Reuse harus direncanakan sejak tahap awal perencanaan sampai dengan tahap pembongkaran bangunan sehingga bisa didapatkan manfaat yang maksimal. Jika hal tersebut dilakukan, akan terjadi penghematan sumberdaya alam seperti bahan baku, energi, dan air. Perencana dan arsitek dapat berperan mendesain sesuatu yang kreatif dan inovatif untuk



reuse komponen bangunan dengan sistem “knock-down” tanpa mengalami kerusakan agar dapat digunakan kembali (McGraw-Hill Construction dalam Ervianto, 2012). Selain itu juga, dalam pemilihan material, perencana dan arsitek harus memperhatikan aspek umur pemakaian material. Berikut ini jenis material bekas dan potensi pemanfaatannya.

Tabel 2.8 Jenis material bekas dan potensi pemanfaatannya

Jenis Barang Bekas Bangunan di Pasaran			<i>Reuse</i>	<i>Recycle</i>
PVC			<input checked="" type="checkbox"/>	
Penutup atap	Asbes gelombang		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Genteng		<input checked="" type="checkbox"/>	
<i>Sanitary fixtures</i>	Seng		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Floor drain		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Washtafel		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Urinal		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Kran air		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kayu	Kloset	Reproduksi	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Kusen bekas	Reproduksi	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Cacat produk	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Kusen antik	Kolektor	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Makelar	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Penjual		<input checked="" type="checkbox"/>	
Besi	Balok kayu berbagai ukuran		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Multipleks		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Tulangan		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Penutup lantai	Pipa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ubin		<input checked="" type="checkbox"/>	
Lain-lain	Keramik		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Handel pintu		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Engsel pintu		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Gypsum		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Kaca		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Tandon air		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Stop kontak		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Saklar		<input checked="" type="checkbox"/>	
Kabel listrik		<input checked="" type="checkbox"/>		

Sumber: Ervianto, 2012

b. *Recycle*

Recycle adalah proses daur ulang yang memerlukan energi untuk mengubah material bekas menjadi material laik pakai. Energi yang digunakan untuk mengubah material pada proses *recycle* harus sebanding dengan fungsi dapat diemban dari material nantinya. Pada beberapa material, hasil proses *recycling* menghasilkan mutu yang lebih rendah seperti balok beton menjadi agregat atau campuran adukan semen untuk lantai dan sebagainya.



c. *Energy recovery*

Energy recovery adalah proses pembakaran material karena sudah tidak dapat digunakan dengan baik sehingga dimanfaatkan energi potensialnya. Contohnya adalah membakar kayu bekas untuk perapian. Material yang dilakukan untuk *energy recovery* tidak dapat dipertahankan fungsinya ataupun sudah habis masa pakainya.

2.7.6 Aspek Kesehatan dan Kenyamanan Lingkungan Proyek

1. Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi

Tujuan dari faktor ini terbangunnya lingkungan kerja dengan perhatian utama pada proses konstruksi yang efisien dan dengan dukungan moral atau perilaku pekerja. Pada faktor ini, pekerjaan arsitektur dapat terlibat pada pengendalian asap rokok di lingkungan, perencanaan penyediaan fasilitas merokok, dan pemilihan metode konstruksi terkait pemilihan struktur dan material yang berdampak pada terciptanya lingkungan kerja yang sehat seperti melakukan pemilihan metode konstruksi didasarkan pada minimalisasi bahan polutan, tidak menggunakan material asbes, dan lampu merkuri.

2. Program kesehatan dan keselamatan kerja

Tujuan dari faktor ini adalah terjaminnya kesehatan dan keselamatan para pekerja konstruksi selama proyek berlangsung. Pekerjaan arsitektur pada faktor ini dapat terlibat pada penjaminan terjadinya sirkulasi udara selama proyek berlangsung khususnya pada fasilitas tertentu seperti lorong.

2.7.7 Aspek Kualitas Udara

1. Kualitas udara tahap konstruksi

Pada aspek ini tidak ada keterlibatan pekerjaan arsitektur terkait karena faktor terkait dengan pembuatan program udara bersih, pengukuran udara, melakukan pertemuan tentang persyaratan kualitas udara dan pernyataan kesanggupan memenuhi persyaratan kualitas udara.

2. Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi

Tujuan dari faktor ini adalah mengurangi penggunaan bahan bakar dan mengurangi terjadinya polusi oleh peralatan yang digunakan. Pada faktor ini pekerjaan arsitektur dapat terlibat pada mendorong pengguna bangunan dalam hal ini pekerja konstruksi menggunakan



kendaraan umum massal dan mengurangi kendaraan pribadi dengan menyediakan halte dan fasilitas sejenis lainnya. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi emisi gas buang dan polutan yang berimbas pada peningkatan kualitas iklim mikro.

3. Penyimpanan dan perlindungan material

Tujuan dari faktor ini adalah untuk menghindari terjadinya kerusakan material dan perlindungan material dari debu di proyek. Pada faktor ini terdapat keterlibatan arsitektur dengan pemikiran bahwa arsitek memiliki pengetahuan baik akan sifat dan karakteristik material. Oleh karena itu, pekerjaan arsitek dapat terlibat dalam memberi keputusan dalam hal penyimpanan dan perlindungan material.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu terkait Konstruksi Hijau

No	Judul Penelitian	Peneliti, Tahun	Tujuan Penelitian	Kajian Literatur	Pembahasan	
					Metode	Hasil
1	Implementasi <i>Green Construction</i> Sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia	Wulfram I. Ervianto, 2015	Memformulasikan, menerapkan dan mengukur capaian <i>green construction</i> dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia	1. Dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan (Li, X., dkk, 2009) 2. Definisi daya dukung lingkungan (UU No 23,1997) 3. Khanna (1999) mengelompokkan menjadi dua, yaitu: kapasitas penyediaan dan kapasitas tampung limbah dimana kedua hal tersebut sejalan dengan konsep <i>sustainable construction</i> .	Peneliti melakukan beberapa tahap untuk menghasilkan <i>model assessment</i> yakni dengan mengkaji dan merumuskan <i>model assessment</i> , mensurvey kuesioner ke responden untuk pengkategorian, menguji secara statistik untuk uji kevalidan, uji coba model, dan perhitungan uji coba di proyek dan mencari kendala yang terjadi.	Peneliti menghasilkan struktur <i>Model Assessment Green Construction</i> dan merinci jumlah indikator pada setiap faktor <i>green construction</i> . Peneliti memberikan hasil uji coba pada beberapa proyek konstruksi di beberapa kota dan memberika hasil capaian Nilai Aspek Green Construction pada Proyek A.
2.	Capaian <i>Green Construction</i> dalam Proyek Bangunan Gedung Menggunakan <i>Model Assessment</i>	Wulfram I. Ervianto,	Melakukan pemetaan terhadap aktivitas kontraktor dalam melaksanakan proses	1. Tujuan <i>sustainable construction</i> Conseil International Du Batiment, (1994) 2. Definisi dan tujuan <i>green construction</i> (Plessis, D.,	Survey ke 13 proyek di Indonesia, empat kontraktor swasta, sembilan	1. Prosentase kontraktor BUMN dan swasta dalam memenuhi indikator <i>green construction</i> . 2. Peneliti mendapatkan prosentase masing



No	Judul Penelitian	Peneliti, Tahun	Tujuan Penelitian	Kajian Literatur	Pembahasan	
					Metode	Hasil
	<i>Green Construction</i>		konstruksi khususnya untuk bangunan gedung di Indonesia	Chrisna, Edit, 2002) 3. Definisi <i>green construction</i> (Erviyanto, 2012)	kontraktor BUMN Memberikan <i>spreadsheet</i> kepada kontraktor sebagai <i>self evaluation</i>	masing dalam setiap aspek <i>green construction</i>
3	Analisis Penerapan <i>Green Construction</i> pada Proyek Pembangunan Gedung di Maluku	Kevin Darman-to Thimatus	Untuk mengetahui sejauh mana penerapan <i>green construction</i> pada proyek-proyek gedung di Maluku	1. Definisi proyek konstruksi (Husen, 2011) dan (Erviyanto, 2005) 2. <i>Green Construction</i> , faktor <i>green construction</i> (Erviyanto, 2012) 3. Hubungan <i>Green Construction</i> dengan <i>Green Building</i> 4. Hubungan <i>Green Construction</i> dengan ISO 14000	Penelitian menggunakan <i>Model Assessment Green Construction</i> yang dikembangkan Erviyanto, ditulis secara deskriptif dan disajikan dengan perhitungan <i>Upper Control Limit (UCL)</i> dan <i>Lower Control Limit (LCL)</i>	Hasil menunjukkan bahwa penerapan <i>green construction</i> pada proyek di Maluku belum maksimal karena minimnya teknologi dan panjangnya rantai pasok ke lokasi proyek.
4	Penilaian Kriteria <i>Green Building</i> pada Gedung Rektorat ITS	Dedy Darman-to, I Putu Artama Wiguna, 2012	Untuk melakukan penilaian kriteria <i>green building</i> pada gedung di ITS, sehingga dapat diketahui sertifikasi sebagai tolak ukur sudah sejauh mana tingkat penerapan kriteria <i>green building</i> gedung-gedung di ITS, Penelitian ini juga dimaksudkan agar menjadi sebagai acuan langkah program Eco-	Konsep <i>green building</i> (Badan Standarisasi Nasional, 2000)	1. Survey kuesioner 2. Observasi langsung, analisa data kualitatif dan kuantitatif	1. Peneliti mendapat tujuh kriteria utama menurut responden 2. Peneliti menghitung tingkat <i>green building</i> dan mendapat nilai sebesar 48% 3. Peneliti tidak dapat memasukkan ke dalam kategori sertifikasi GBCI karena penelitian hanya dilakukan pada tujuh kriteria utama.



No	Judul Penelitian	Peneliti, Tahun	Tujuan Penelitian	Kajian Literatur	Pembahasan	
					Metode	Hasil
			campus kedepannya.			
5	Analisa Pemilihan Material Bangunan Dalam Mewujudkan Green Building (Studi Kasus: Gedung Kantor Perwakilan Bank Indonesia Solo)	Ratna Dianita, Taufiq Lilo Adi Sucipto, Sutrisno	Tujuan dari penelitian tersebut untuk mengetahui jenis-jenis material bangunan pada gedung KPwBI Solo dan apakah material tersebut sudah masuk ke dalam standar material ramah lingkungan dana pa saja kelebihan dan kekurangan material-material tersebut serta dampak penggunaan material tsb.	Penggolongan material ekologis (Ervianto, 2010) dan klasifikasi bahan bangunan ekologis (Frick & Suskiyatno, 2007)	Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif sedangkan teknik pengumpulan data adalah wawancara mendalam, observasi dan analisis dokumen.	Material arsitektur pada gedung KPwBI solo adalah material penutup lantai, dinding, dan plafon. Material-material tersebut sudah memenuhi standar material ramah lingkungan. Kelebihan dan kekurangan masing-masing aspek menjadi bahan pertimbangan pemilihan material. Dampak penggunaan material tersebut pada gedung KPwBI adalah penghematan energi, penghematan sumber daya alam, penghematan air, kesehatan lingkungan dan pengguna gedung, serta kenyamanan pengguna gedungnya

2.8 Kerangka Teori

Berikut adalah kerangka dari tinjauan pustaka yang digunakan dan kontribusi masing-masing pustaka terhadap penelitian

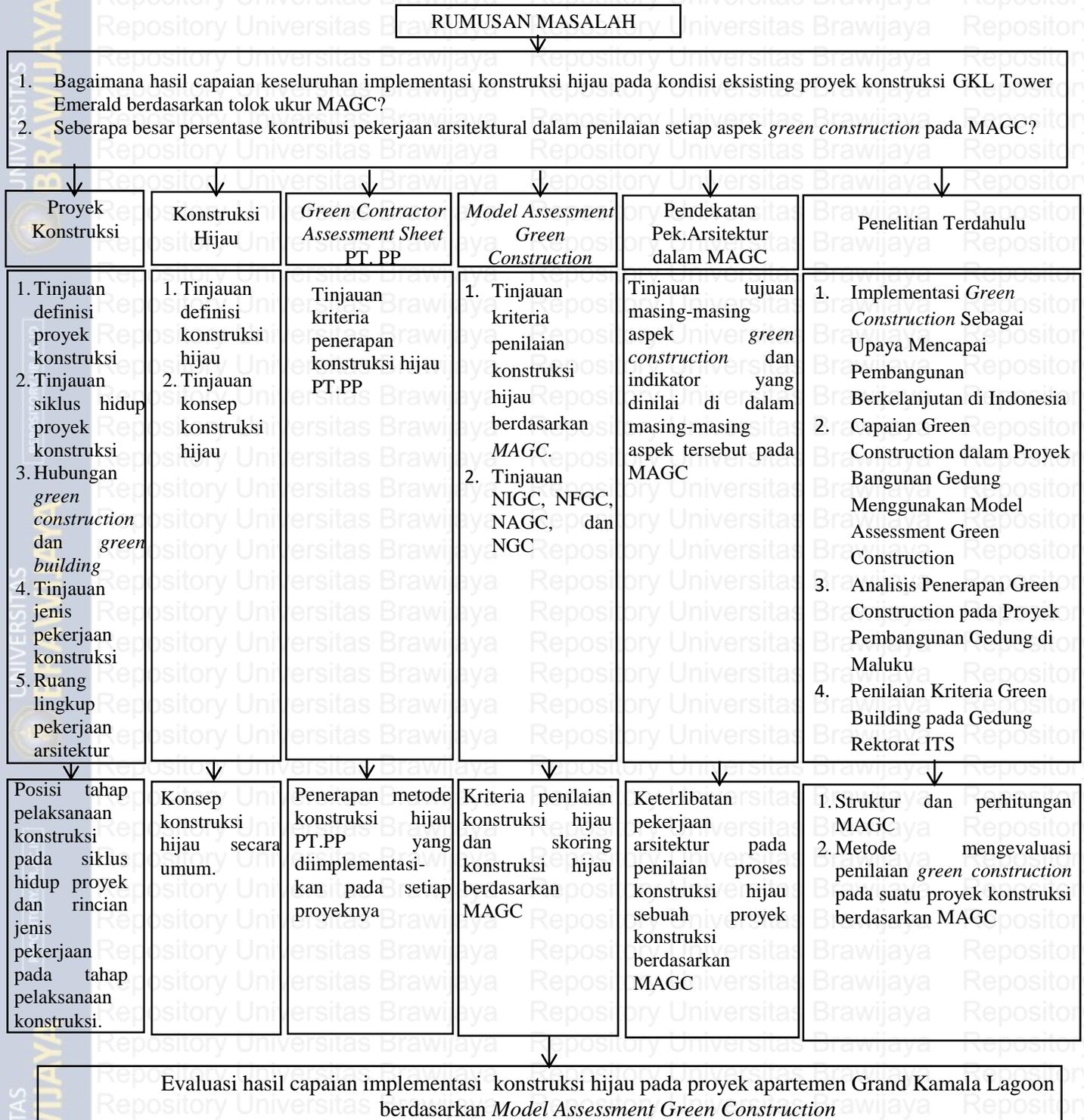


Diagram 2.3 Kerangka Tinjauan Pustaka



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif evaluatif. Penggunaan metode penelitian deskriptif evaluatif didasarkan atas tujuan pokok penelitian, yaitu berusaha menggambarkan keadaan yang sesungguhnya terkait penerapan konstruksi hijau pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon. Metode evaluatif yang digunakan untuk mengukur hasil capaian implementasi konstruksi hijau atas dasar *Green Construction Target* yang dimiliki oleh PT.PP dengan menggunakan sistem penilaian *Model Assessment Green Construction*. Pada sistem penilaian MAGC, penilaian harus dilakukan pada seluruh indikator agar didapatkan hasil akhir berupa Nilai *Green Construction* (NGC). Hasil akhir tersebut menunjukkan hasil capaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada proyek Grand Kamala Lagoon. Evaluasi selanjutnya difokuskan pada indikator *green construction* yang termasuk ke dalam pekerjaan arsitektur pada *Model Assessment Green Construction*. Evaluasi terhadap pekerjaan arsitektur pada penilaian konstruksi hijau MAGC dengan tujuan untuk mengetahui kontribusi pekerjaan arsitektur pada proses konstruksi hijau dan untuk menghasilkan rekomendasi untuk peningkatan hasil capaian implementasi konstruksi hijau pada proyek Grand Kamala Lagoon.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada salah satu proyek *residential* PT.PP Properti yakni proyek apartemen Grand Kamala Lagoon yang berlokasi di Jalan KH.Noer Ali, Bekasi Selatan, Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat pada koordinat 06°15'05.9"S 106°58'40.2"E. Proyek Grand Kamala Lagoon memiliki luas 24 hektar dan terdiri dari enam tahap pembangunan dengan total pengerjaan 32 tower dengan fungsi apartemen (*redential*), *office rent*, *retail*, *hotel*, sekolah, rumah sakit, dan *exhibition center*. Penyelesaian proyek Grand Kamala Lagoon akan memakan waktu 10-15 tahun untuk keseluruhan pembangunannya. Pembangunan tahap I dimulai pada kuartal III tahun 2014 dengan target pengerjaan tiga buah tower apartemen; Tower Emerald, Tower Barclay, Tower Isabelle. Tower pertama yang dibangun adalah Tower Emerald pada tanggal 1 Desember 2014. Penelitian berfokus pada Tower Emerald



yang merupakan gedung apartemen dengan jumlah 50 lantai terdiri dari 3 lantai basement (lantai B1,B2,B3), 4 lantai podium (LG, GF, UG dan Transisi), 42 lantai hunian (lantai 1 sampai dengan lantai 42), dan 1 lantai atap. Luas lahan Emerald adalah 8.274 m² dan luas bangunannya adalah 124.766 m². Tower Emerald terdiri dari dua buah tower yakni Emerald North dan Emerald South yang kedua massanya saling berimpitan. Peneliti memilih proyek apartemen Grand Kamala Lagoon karena apartemen tersebut merupakan salah satu dari proyek PT.PP yang menerapkan konstruksi hijau pada proses konstruksinya dan masih dalam proses pembangunan sampai pada tahun 2017. Hal tersebut sangat penting karena penelitian ini dilakukan pada tahap pelaksanaan konstruksi atau pembangunan sebagai bagian dari siklus hidup proyek konstruksi. Oleh karena itu, pemilihan proyek apartemen Grand Kamala Lagoon dinilai tepat karena bangunan gedung belum sepenuhnya terbangun sehingga dapat dilakukan pengamatan pada tahap konstruksi.



Gambar 3.1 Masterplan Grand Kamala Lagoon
(Sumber: Dokumen Project Overview PT.PP Properti, 2016)



Gambar 3.2 Siteplan Pembangunan Tahap I Grand Kamala Lagoon
(Sumber: Dokumen Project Overview PT.PP Properti, 2016)



3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian diperkirakan selama tiga bulan dimulai pada bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Maret 2017. Waktu tersebut digunakan untuk pengisian kuesioner *Model Assessment Green Construction* oleh narasumber, observasi yakni pengukuran di lapangan, wawancara, dan dokumentasi. Pengambilan data yang membutuhkan rekapitulasi data pada rentan waktu tertentu diambil tanggal 1 Desember 2014 sampai dengan 27 Januari 2017.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian

Tahapan	Uraian Kegiatan	Januari 2017		Febuari 2017		Maret 2017		April 2017	Mei 2017
		2-6	9-13	16-20	23-27	1-3	6-10	13-17	20-24
Pengumpulan Data	Pengisian Kuesioner oleh <i>Site Engineer Manager</i>	■							
	Wawancara Hasil Kuesioner								
	• <i>Site Engineer Manager</i> PT.PP Cabang III	■							
	Divisi Metode PT.PP Cabang III		■						
	Observasi Lapangan untuk Kuesioner	■	■	■	■				
	Wawancara Implementasi Konstruksi Hijau								
	• Divisi <i>Logistic</i> PT.PP Cabang III				■				
	• Arsitek PT.PP Properti				■				
	• Manajer Konstruksi				■				
	• SHE PT.PP Cabang III				■				
Pengolahan Data	Penilaian <i>Model Assessment Green Construction</i>						■	■	
	Rekomendasi								■

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data primer dalam penelitian bersumber dari kuesioner, wawancara dengan pihak proyek dan observasi langsung dengan parameter observasi sesuai indikator yang telah ditentukan dari *Model Assessment Green Construction*. Data sekunder berasal dari studi



dokumen (*content analysis*), kajian literatur, dan penelitian terdahulu yang terkait dengan topik penelitian. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan sebagai berikut.

1. Kuesioner

Penilaian implementasi konstruksi hijau berdasarkan *Model Assessment Green Construction* (MAGC) pertama kali dilakukan pengisian kuesioner yang diberikan kepada *site engineer manager* PT.PP Cabang III. Penilaian ini berupa *spreadsheet excel* yang didapatkan secara langsung oleh pengembang MAGC. Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan angka 1 pada indikator yang sudah diimplementasikan dan angka 0 pada indikator yang belum diimplementasikan. Pengisian dilakukan oleh *site engineer manager* karena sebagai pelaksana proyek yang dianggap paling mengerti pelaksanaan konstruksi di lapangan dan membawahi divisi-divisi lainnya di proyek.

2. Metode Interview atau Wawancara

Setelah dilakukan pengisian kuesioner oleh *site engineer manager* dilakukan wawancara mendalam untuk mengetahui deskripsi implementasi konstruksi hijau di proyek dan pengecekan kembali hasil pengisian kuesioner. Orang yang dijadikan narasumber selain *site engineer manager* adalah divisi *logistic*, divisi metode, dan K3 dari pihak kontraktor (PT.PP Cabang III), pengawas lapangan (manajer konstruksi dan *site engineer manager* PT.PP Properti) dan arsitek perencana dari pemilik proyek (PT.PP Properti). Pemilihan narasumber untuk wawancara atas rekomendasi yang diberikan oleh *site engineer manager* PT.PP Cabang III dengan pertimbangan bisa didapatkan informasi yang lebih dalam mengenai implementasi indikator yang melibatkan divisi-divisi tertentu.

3. Observasi

Teknik pengumpulan data primer yang terakhir dilakukan adalah melalui observasi. Observasi dilakukan dengan cara pengamatan, pencatatan, dan dokumentasi dengan kamera mengenai pelaksanaan implementasi konstruksi hijau di lapangan secara langsung. Tujuan menggunakan metode ini untuk menguji validitas data dari hasil kuesioner dan wawancara terhadap implementasi konstruksi hijau yang sudah diterapkan di proyek.

Adapun data sekunder merupakan data yang mendukung penelitian yang dilakukan, yaitu dilakukan dengan cara mencari studi dokumen studi pustaka yang berkaitan dengan permasalahan sebagai berikut:



1. Studi dokumen (*content analysis*)

Teknik pengumpulan data dengan studi dokumentasi (*content analysis*) dilakukan untuk pengumpulan data dengan meneliti dokumen proyek yang sangat erat hubungannya dengan objek penelitian seperti instrumen yang digunakan PT.PP untuk menerapkan konstruksi hijau pada proyeknya yakni *Green Contractor Assessment Sheet*, petunjuk pelaksanaan (juklak) pembangunan proyek Tower Emerald, serta rencana kerja dan syarat (RKS) proyek Tower Emerald. Tujuan digunakan metode ini untuk memperoleh data secara jelas dan konkret serta membandingkan antara target dan perencanaan PT.PP dalam implementasi konstruksi hijau di proyek dengan data hasil wawancara dan observasi lapangan.

2. Referensi pustaka

Referensi pustaka yang diambil dari penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik konstruksi hijau. Data tersebut berisi mengenai pengembangan *Model Assessment Green Construction*, konsep konstruksi hijau serta teori-teori yang digunakan untuk membandingkan dengan data primer di lapangan. Berikut ini adalah ringkasan tabel yang berisi rincian jenis, sumber, dan kegunaan data yang digunakan sebagai alat untuk menganalisis dalam penelitian ini.

Tabel 3.2 Jenis, Sumber, dan Kegunaan Data

Jenis Data	Sumber Data	Data	Kegunaan
Data Primer	Kuesioner, Wawancara, Observasi	Indikator pada pengelolaan lahan proyek dan rencana perlindungan lokasi pekerjaan	Menganalisis implementasi aspek tepat guna lahan
		Indikator pada efisiensi energi	Menganalisis implementasi aspek efisiensi dan konservasi energi
		Indikator pada efisiensi air	Menganalisis implementasi aspek efisiensi dan konservasi air
		Indikator pada manajemen lingkungan proyek	Menganalisis implementasi aspek manajemen lingkungan proyek
		Indikator pada pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi	Menganalisis implementasi aspek tepat guna lahan
		Indikator pada dokumentasi dan pelatihan bagi subkontraktor	Menganalisis implementasi aspek manajemen lingkungan proyek
		Indikator pada kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi	Menganalisis implementasi aspek kesehatan dan kenyamanan di area proyek
		Indikator pada program kesehatan dan keselamatan kerja	Menganalisis implementasi aspek kesehatan dan kenyamanan di area proyek
		Indikator pada kualitas udara dan pemilihan dan operasional peralatan konstruksi	Menganalisis implementasi aspek sumber dan siklus material



Jenis Data	Sumber Data	Data	Kegunaan
		Indikator pada penyimpanan dan perlindungan material	Menganalisis implementasi aspek kualitas udara
		Indikator pada rencana dan penjadwalan proyek	Menganalisis implementasi aspek sumber dan siklus material
		Indikator pada pengelolaan material	Menganalisis implementasi aspek sumber dan siklus material
		Indikator pada manajemen limbah konstruksi	Menganalisis implementasi aspek manajemen lingkungan proyek
		Indikator pada dokumentasi	Menganalisis implementasi aspek manajemen lingkungan proyek
	Dokumentasi	Foto implementasi konstruksi hijau di lapangan	Mendeskripsikan kondisi penerapan konstruksi hijau di lapangan
Sekun- Der	Dokumen Proyek	<i>Green Contractor Assessment Sheet</i>	Kriteria penerapan konstruksi hijau pada proyek PT.PP dan membantu dalam menganalisa
		Petunjuk pelaksanaan proyek Tower Emerald	Metode pelaksanaan konstruksi yang digunakan pada setiap pekerjaan di Tower Emerald
		Rencana kerja dan syarat	Spesifikasi material yang digunakan dan tahapan pelaksanaan pekerjaan
	Jurnal Ilmiah	Struktur <i>Model Assessment Green Construction</i>	Alat perhitungan utama untuk menilai tingkat pencapaian implementasi konstruksi pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon
		Penelitian terdahulu mengenai konstruksi hijau	Tinjauan pustaka dan membantu dalam menganalisa data
		Penelitian terdahulu mengenai siklus material	Tinjauan pustaka dan membantu dalam menganalisa data
	Literatur	Tinjauan mengenai <i>sustainability development</i> dan <i>sustainability construction</i>	Tinjauan pustaka dan alat analisa
		Tinjauan mengenai definisi konstruksi hijau, konsep konstruksi hijau, dan kriteria penilaian konstruksi hijau	Tinjauan pustaka dan membantu dalam menganalisa data
		Tinjauan mengenai aspek tepat guna lahan, konservasi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, manajemen lingkungan bangunan, dan kenyamanan lingkungan proyek konstruksi	Tinjauan pustaka dan membantu dalam menganalisa data

Alat pengumpulan data utama digunakan untuk kuesioner, wawancara dan observasi di proyek adalah tujuh aspek konstruksi hijau yang terdiri dari 16 faktor dan 142 indikator dari *Model Assessment Green Construction*.

Tabel 3.3 Aspek *Green Construction* dari *Model Assessment Green Construction*

Aspek	Faktor	Indikator
Tepat Lahan	Guna Pengelolaan lahan	Melakukan penanaman pohon di kontraktor <i>keet</i>



Aspek	Faktor	Indikator
Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi		Tidak melakukan penebangan pohon selama proses konstruksi
		Membuat sumur resapan untuk membuang air limbah maupun air limpasan
		Melakukan filterisasi air sebelum dibuang ke dalam drainase atau roil kota
		Membuat dokumen tentang konstruksi lahan sebelum dibangun dan merencanakan pelestariannya jika terdapat fitur budaya
		Membuat perencanaan lokasi penyimpanan peralatan berat (trailer, excavator, bulldozer, dll)
		Membuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman di lokasi proyek
		Menerapkan larangan menebang pohon dalam radius 12,2 meter dari bangunan
		Merencanakan dan melakukan simulasi pengaruh air limpasan di lokasi proyek yang berdampak negatif terhadap lingkungan
		Merencanakan, mengevaluasi, dan memilih metode <i>land clearing</i> yang ramah lingkungan.
		Rencana perlindungan lokasi pekerjaan
		Melakukan pengukuran air limpasan akibat proses konstruksi terhadap lokasi di sekitar proyek
		Merencanakan tindakan pencegahan terjadinya erosi di lokasi proyek akibat kegiatan konstruksi
		Mencegah terjadinya kebisingan yang ditimbulkan oleh pelaksanaan pekerjaan selama proses konstruksi
		Memanfaatkan <i>top soil</i> hasil <i>land clearing</i>
		Merencanakan pelestarian dengan cara memindahkan atau mengganti vegetasi atau pohon yang terkena dampak proyek konstruksi
		Merencanakan cara-cara melindungi vegetasi atau pohon di lokasi proyek.
		Merencanakan dan melakukan pengelolaan air limbah akibat proses konstruksi
		Melakukan pengaturan area simpan dan bongkar material atau produk dari moda transportasi
		Menetapkan batas proyek dengan memasang pagar disekeliling lokasi proyek.
		Membatasi pergerakan kendaraan dan alat di lokasi proyek
Konservasi Energi	Efisiensi energi	Mencegah terjadinya erosi akibat limpasan air permukaan
		Menggunakan standarisasi penerangan untuk mendukung pekerjaan di lokasi proyek baik di dalam maupun di luar
		Menggunakan lampu hemat energi
		Meminimalkan polusi yang ditimbulkan oleh lampu penerangan
		Mengatur penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan
		Pemasangan KWH meter pada sistem beban
		Membuat perhitungan pengurangan CO ₂ yang didapatkan dari efisiensi energi
		Melakukan monitoring pemakaian listrik setiap bulan
		Memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan di kontraktor <i>keet</i> paling tidak 50% dari jumlah ruangan
		Penggunaan <i>water reservoir</i> untuk penyimpanan air bersih
		Membuat tata tertib atau ketentuan penggunaan peralatan kantor (lampu, <i>air conditioning</i> , dispenser, mesin fotokopi, computer, pompa air, dll)
		Mengatur temperature <i>air conditioning</i> pada posisi 25°C ± 1
		Membuat jadwal transportasi bagi pekerja konstruksi dan karyawan proyek.
		Menyediakan mess karyawan proyek di sekitar lokasi proyek.
		Penggunaan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek.
		Melakukan pengukuran intensitas cahaya sesuai ketentuan (min 300 lux)
		Melakukan pengukuran getaran selama proses konstruksi berlangsung
		Melakukan pengukuran kebisingan selama proses konstruksi



Aspek	Faktor	Indikator		
Efisiensi energi	Efisiensi energi	Menyediakan absorban untuk penyimpanan material berbahaya dan beracun (B3)		
		Memastikan bahwa semua kendaraan dan alat berat yang digunakan dalam proyek lulus uji emisi gas buang.		
		Menggunakan peralatan AC dengan COP min. 10% lebih standar SNI 03-6390-2000		
Konservasi Air	Efisiensi Air	Menampung air hujan untuk digunakan kembali dalam berbagai kegiatan yang tidak disyaratkan air layak minum.		
		Pemasangan alat meteran air di setiap keluaran sumber air bersih (PDAM, air tanah)		
		Melakukan monitoring pemakaian air setiap bulan		
		Menggunakan kran otomatis untuk <i>wasthtafel</i> di kantor proyek		
		Memasang stiker “gunakan air secukupnya” di tempat sumber keluaran air		
		Penggunaan <i>shower</i> untuk mandi pekerja konstruksi		
		Membuat perencanaan dalam pemanfaatan air <i>dewatering</i>		
		Membuat <i>recharge well</i> berupa sumur resapan dana tau lubang biopori.		
		Memasang <i>piezo</i> meter untuk memonitor muka air tanah.		
		Memanfaatkan air <i>dewatering</i> untuk kegiatan di lapangan.		
		Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	Dokumentasi	Melakukan pencatatan terkait dengan jumlah material sisa
Melakukan pencatatan jumlah penggunaan material terbarukan				
Melakukan pencatatan jumlah kandungan material daur ulang (<i>recycle</i>)				
Melakukan pencatatan terkait dengan jumlah kandungan material lokal				
Melakukan pencatatan penggunaan produk dari kayu bersertifikat				
Melakukan pencatatan tentang jumlah pengiriman material serta cara-cara melindunginya				
Mendokumentasikan mengenai program kualitas udara di proyek konstruksi.				
Membuat dokumentasi tentang manajemen limbah konstruksi				
Manajemen Lingkungan Proyek	Manajemen Lingkungan Proyek			Menyediakan tempat sampah konstruksi
				Melakukan pemilahan sampah konstruksi sesuai jenisnya
		Penyediaan tempat sampah ruamh tangga (organic, anorganik, bahan berbahaya, dan beracun) disekitar lokasi kerja		
		Melakukan pemilihan sampah rumah tangga sesuai dengan jenisny		
		Bekerja sama dengan pihak ketiga (pengepul, penampung)		
		Memonitoring atau pencatatan sampah yang dikeluarkan		
		Menyajikan makanan dan minimum menggunakan dengan sistem <i>catering</i> untuk meminimalkan timbulnya sampah		
		Tidak menggunakan minuman kemasan		
		Menyediakan minuman isi ulang dalam gallon		
		Menggunakan <i>veldples</i> untuk air minum		
		Pemakaian kertas balok balik (dua sisi) untuk kebutuhan umum		
		Menyediakan cetakan untuk sisa agregat beton		
		Penggunaan bekas bobokan bangunan atau puing untuk timbunan		
Memaksimalkan pemanfaatan sisa potongan besi tulangan (<1 meter)				
Membuat lubang biopori untuk mengurangi erosi akibat air permukaan.				
Pelatihan bagi subkontraktor	Pelatihan bagi subkontraktor	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi mengenai cara-cara mengurangi timbulnya limbah konstruksi		
		Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi mengenai cara-cara mengelola limbah konstruksi		
		Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi yang difokuskan terhadap kegiatan yang menghasilkan debu		
		Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi untuk menjaga kualitas udara di lokasi proyek		
Manajemen limbah konstruksi	Manajemen limbah konstruksi	Melakukan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan		



Aspek	Faktor	Indikator	
Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	Manajemen limbah konstruksi	Meminimalisasi kemasan dalam pengiriman material	
		Menggunakan ukuran produk standar untuk jenis material tertentu	
		Melakukan pemilihan dan penetapan metode konstruksi untuk mengurangi limbah proses konstruksi	
		Mengemas material bangunan untuk mengurangi limbah.	
		Mengoptimalkan penggunaan material bangunan untuk mengurangi limbah	
		Meningkatkan tingkat akurasi dalam estimasi penggunaan bahan bangunan untuk mengurangi timbulnya limbah	
		Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) limbah konstruksi	
		Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) material hasil dekonstruksi	
		Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (<i>downcycle</i>)	
		Melakukan daur ulang limbah konstruks yang bernilai sama dengan sebelumnya (<i>recycle</i>)	
Sumber dan Siklus Material	Pengelolaan material	Menggunakan material bekas bangunan lama di lokasi pekerjaan dari tempat lain untuk mengurangi penggunaan bahan mentah sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian bahan atau material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA)	
		Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan	
		Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya atau bersertifikat	
		Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material untuk mengurangi sampah konstruksi	
		Mengurangi jejak karbon yang diimbulkan oleh pengadaan material atau produk dengan cara menggunakan material di sekitar proyek atau produk lokal sehingga mampu mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri.	
		Penggunaan <i>container</i> untuk kantor di lokasi proyek	
		Penggunaan fasilitas sementara (<i>temporary facility</i>) dalam proses konstruksi.	
		Menggunakan material prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	
		Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan	
		Menggunakan material lokal sebagai bahan konstruksi	
Rencana dan penjadwalan material	Rencana dan penjadwalan material	Mengutamakan dan kemampuan supplier lokal dalam menyediakan kebutuhan material	
		Memberikan perhatian terhadap perlindungan material	
		Memberikan perhatian terhadap perlindungan peralatan	
		Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan material	
Kesehatan dan Kenyamanan di Proyek	Program kesehatan dan keselamatan kerja	Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan peralatan	
		Membuat jadwal untuk kegiatan yang menimbulkan emisi untuk mengurangi dampaknya terhadap pekerjaan konstruksi.	
		Memisahkan bedeng pekerja dari lokasi proyek	
	Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi	Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi	Menjamin terjadinya sirkulasi udara selama proyek berlangsung khususnya pada fasilitas tertentu (misalnya lorong)
			Memberikan prioritas terhadap kesehatan pekerja konstruksi
			Memberikan perhatian terhadap kesehatan masyarakat umum yang berada di sekitar lokasi proyek konstruksi
		Memberikan pemilihan metode konstruksi didasarkan pada minimalisasi debu agar tercipta lingkungan kerja yang sehat	



Aspek	Faktor	Indikator		
Kesehatan dan Kenyamanan di Proyek	Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi	Melakukan pemilihan metode konstruksi didasarkan pada minimalisasi bahan atau benda yang menyebabkan pencemaran (polutan)		
		Mengganti peralatan tahun pembuatan lama dengan yang baru agar konsumsi energi lebih efisien dan rendah emisi		
		Memperhatikan timbulnya debu yang dihasilkan oleh kegiatan dekonstruksi		
		Memberikan perhatian terhadap material yang mengandung zat berbahaya (cat, lem, <i>sealant</i>)		
		Memasang tanda dilarang merokok di kantor proyek		
		Memasang tanda dilarang merokok di lokasi peerja		
		Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar kontraktor <i>keet</i>		
		Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar lokasi kerja		
		Tidak menggunakan material asbes		
		Tidak menggunakan lampu merkuri untuk penerangan di lokasi proyek dan kantor proyek		
		Tidak menggunakan <i>sterofoam</i> untuk insulasi panas		
		Melakukan pemasangan <i>safety net</i> untuk keamanan atau pengamanan agarmaterial tidak jatuh saat proses konstruksi		
		Melakukan penyiraman lapangan di lokasi proyek untuk mengurangi timbulnya debu		
		Mengadakan fasilitas <i>washing bay</i> untuk menjaga kebersihan jalan sebagai fasilitas umum		
Kualitas Udara	Kualitas udara dalam proyek	Membuat program udara bersih sesuai persyaratan yang telah ditetapkan oleh pemerintahan		
		Melakukan pengukuran kualitas udara secara berkala		
		Menjamin bahwa seluruh <i>stake holder</i> memahami, bertanggung jawab, dan menerapkan program udara bersih		
		Melakukan pertemuan secara rutin bersama seluruh <i>stake holder</i> untuk mematuhi komitmen tentang persyaratan kualitas udara		
		Memenuhi persyaratan kualitas udara sebagaimana yang ditetapkan dalam dokumen lelang atau kontrak		
		Menyertakan kesanggupan memnuhi persyaratan kualitas udara dalam dokumen tender dan kontrak		
		Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi	Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi	Melakukan pengamaan terhadap waktu kerja peralatan berupa informasi <i>cycle time</i> untuk meningkatkan produktivitas
				Memberikan pelatihan bagi operator peralatan agar dapat dicapai produktivitas yang ditetapkan
				Memnimalkan waktu jeda yang ditimbulkan oleh peralatan agar dapat dicapai tingkat efisiensi tertentu
				Mengganti bahan bakar fosil demgan sumber energi alternative untuk peralatan konstruksi
Penyimpanan dan perlindungan material	Penyimpanan dan perlindungan material	Mengutamakan penggunaan transportasi umum bagi pekerja konstruksi		
		Merencanakan cara-cara menyimpan dan melindungi berbagai jenis material agar tidak mengalami kerusakan		
		Merencanakan agar tidak terkontaminasi oleh debu, kelembaban, dan kotoran lainnya untuk jenis materia tertentu (misalnya pipa untuk saluran air, saluran untuk pendingin udara (AC)		
		Menyimpan material tertentu yang rawan terhadap debu untuk disimpan diluar lokasi proyek konstruksi		
		Melakukan penyimpanan material tertentu dengan cara di lem secara sempurna		
Melindungi pipa-pipa yang akan digunakan dengan cara menutup dikedua ujungnya				

3.4 Uji Validitas Data

Uji validitas data dapat dilakukan dengan triangulasi data. Sutopo (2006) dalam Hastuti dkk (2013) menyatakan triangulasi merupakan pendekatan untuk pengumpulan data yang bersifat menggabungkan berbagai teknik pengumpulan data dan sumber. Triangulasi berawal dari pemikiran bahwa isu yang diteliti jika dilihat dari beberapa sudut pandang akan diperoleh validitas data yang tinggi. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis triangulasi.

a. Triangulasi sumber data

Metode ini digunakan untuk memeriksa kebenaran data melalui sumber data yang berbeda. Pengumpulan data primer diperoleh melalui kuesioner, wawancara dan observasi lapangan, untuk data sekunder diperoleh melalui dokumen perusahaan seperti RKS, *Green Construction Assessment Sheet*, *Juklak (Petunjuk Pelaksanaan) Pembangunan Tower Emerald* dan dokumentasi proyek oleh kontraktor. Peneliti juga menggunakan narasumber yang berbeda untuk memeriksa kebenaran informasi yakni *site engineer manager*, divisi *logistic*, divisi metode, dan K3 dari pihak kontraktor (PT.PP Cabang III), pengawas lapangan (manajer konstruksi dan *site engineer manager*) dan perencana desain dari pemilik proyek (PT.PP Properti). Triangulasi sumber data dapat dilihat pada diagram berikut.

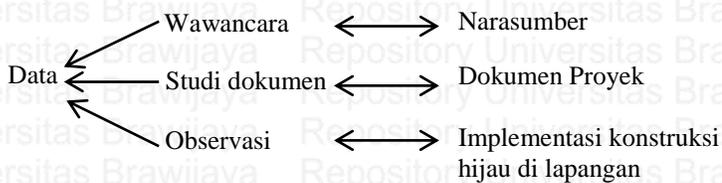


Diagram 3.1 Triangulasi Sumber
(Sumber: Sutopo (2006) dalam Hastuti, Sri Puji. dkk (2013))

b. Triangulasi metode

Cara ini dilakukan dengan membandingkan data dengan metode pengumpulan data yang berbeda. Untuk mendapatkan kebenaran informasi dan gambaran yang utuh mengenai implementasi konstruksi hijau di proyek, peneliti menggunakan kuesioner MAGC, wawancara, observasi dan studi dokumen untuk mengecek kebenaran data.

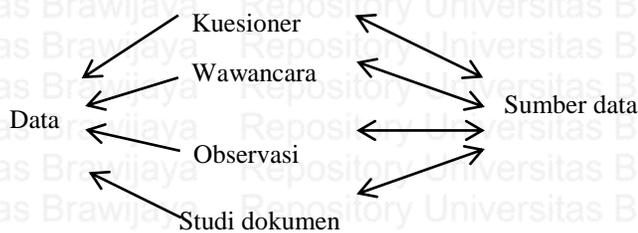


Diagram 3.2 Triangulasi Metode



3.5 Analisis Data

Metode analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif untuk 142 indikator yang didapatkan dari tujuh aspek utama *Model Assessment Green Construction* yakni tepat guna lahan, konservasi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, kesehatan dan kenyamanan proyek konstruksi, manajemen lingkungan bangunan, dan kualitas udara.

1. Analisis I

Setelah dilakukan penilaian pada indikator *green construction* yang sudah dan belum diimplementasikan di proyek, diberikan ringkasan penilaian pada setiap aspek *green construction* dengan cara membandingkan Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) yang diperoleh dengan NAGC_{Terbaik} yang didapatkan oleh pengembang MAGC. NAGC_{Terbaik} adalah Nilai Aspek *Green Construction* yang didapatkan setelah pengembang melakukan penilaian pada beberapa proyek di Indonesia. Hal tersebut dilakukan karena dalam model penilaian ini tidak memiliki kategorisasi untuk tingkat penilaian implementasi sehingga NAGC_{Terbaik} dapat menjadi acuan sementara untuk memberikan analisis pada tingkat aspek *green construction*.

2. Analisis II

Untuk mengetahui seberapa besar persentase kontribusi pekerjaan arsitektur dalam penilaian MAGC dilakukan tahapan sebagai berikut.

1. Pemilihan keseluruhan indikator *green construction* yang termasuk ke dalam pekerjaan arsitektur pada setiap aspek *green construction* untuk dihitung total persentase indikator tersebut terhadap jumlah total indikator.
2. Perhitungan indikator yang masuk ke dalam pekerjaan arsitektur baik yang sudah diimplementasikan di proyek.

Berikut adalah penjelasan analisis dari masing – masing aspek:

1) Tepat Guna Lahan

Penilaian dalam kriteria ini dilakukan setelah melalui pengamatan langsung dan wawancara kepada pihak terkait. Penilaian pada aspek ini terdiri dari tiga faktor yaitu pengelolaan lahan (4 indikator), pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi (6 indikator), dan rencana perlindungan lokasi pekerjaan (12 indikator).

2) Konservasi Energi



Penilaian dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara kepada pihak terkait. Penilaian dilakukan pada faktor efisiensi energi berjumlah 20 indikator.

3) Konservasi Air

Penilaian dalam kriteria ini dilakukan dengan meninjau langsung dan wawancara kepada pihak terkait. Pengukuran dilakukan pada faktor efisiensi air yang memiliki 10 indikator.

4) Sumber dan siklus material

Pengukuran dilakukan dengan wawancara dan observasi kepada pihak terkait. Pengukuran dilakukan pada dua faktor yakni penggunaan material yang terdiri dari 10 indikator dan perencanaan dan penjadwalan proyek yang terdiri dari 5 indikator.

5) Kesehatan dan Kenyamanan dalam proyek

Pengukuran dilakukan dengan wawancara dan meninjau langsung kepada pihak terkait. Pengukuran dilakukan pada dua faktor yakni program kesehatan dan keselamatan kerja terdiri dari 3 indikator dan kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi terdiri dari 17 indikator.

6) Manajemen lingkungan bangunan

Pengukuran dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara kepada pihak terkait. Pengukuran dilakukan pada empat faktor dokumentasi yang terdiri dari 8 indikator, manajemen lingkungan proyek terdiri dari 15 indikator, pelatihan bagi subkontraktor terdiri dari 4 indikator, dan manajemen limbah konstruksi terdiri dari 12 indikator.

7) Kualitas udara

Pengukuran dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara kepada pihak terkait. Pengukuran dilakukan pada tiga faktor yakni kualitas udara dalam proyek yang terdiri dari 6 indikator, pemilihan dan operasional peralatan konstruksi yang terdiri dari 5 indikator, dan penyimpanan dan perlindungan material terdiri dari 5 indikator.

Sistem penilaian *Model Assessment Green Construction* versi 1.2 merupakan model penilaian konstruksi hijau yang dikembangkan oleh Ervianto. Model penilaian ini berupa *spreadsheet* Microsoft Excel yang terdiri dari delapan *sheet* untuk mendapatkan hasil keseluruhan implementasi konstruksi hijau yang telah dicapai oleh suatu proyek. Model penelitian *spreadsheet* ini diperoleh secara langsung dengan menemui pengembang MAGC. Rincian delapan sheet tersebut adalah sebagai berikut.

1. Cover

Berisikan halaman judul yakni Model *Assessment Green Construction* untuk Proyek Gedung di Indonesia Versi 1.2 Tahun 2015 dikembangkan oleh: Wulfram I. Ervianto

2. Petunjuk Pengisian

Petunjuk pengisian berisi bagaimana cara menggunakan *spreadsheet* dan mengisi penilaian pada MAGC. Berikut adalah petunjuk pengisian yang tertera pada sheet.

a. Tahap I

1) Membuka *sheet* “Input Data Proyek”

2) Melengkapi data proyek dengan cara mengisi sesuai dengan karakteristik proyek.

Data yang diperlukan adalah sebagai berikut: Nama Proyek, Lokasi Proyek, Jenis Struktur Bangunan, Jumlah Tingkat, Jumlah Basement, Luas Bangunan, Kontraktor, Kepemilikan perusahaan, Grade Kontraktor, dan Progres saat Penilaian.

b. Tahap II

1) Membuka *sheet* “Input Model Penilaian”

2) Mengisi kolom “Input data” dan melakukan penilaian pada setiap indikator *green construction* dengan cara memilih angka “1” bila indikator tersebut telah dilaksanakan di proyek atau memilih angka “0” bila belum dilaksanakan di proyek. Jika mencari secara manual, Nilai Indikator *Green Construction* (NIGC) diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{NIGC} = (\sum_{i=1}^n I_i \cdot \text{BP}_{k=0,4 \text{ atau } 0,6}) \dots \dots \dots (1)$$

- Setiap indikator akan dinilai 1 jika sudah diimplementasikan dan 0 jika belum diimplementasikan pada variable.
- Variabel BP yakni bobot prioritas,
- k bernilai 0,6 untuk prioritas I dan 0,4 untuk prioritas II yang sudah ditetapkan dalam penelitian terdahulu mengenai Pengelompokan Indikator *Green Construction* berdasarkan prioritas oleh pengembang.

3) Untuk melihat hasil Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) dan Nilai Aspek *Green Construction* (NFGC) dilakukan dengan cara sebagai berikut.

a) Membuka *sheet* “Diagram Nilai Faktor *Green Construction*” (NFGC)



Secara langsung *spreadsheet* MAGC akan menunjukkan nilai yang menggambarkan capaian proyek pada level faktor *green construction*.

Secara manual nilai faktor *green construction* diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{NFGC} = \sum_{i=1}^j (\text{Total NIGCi} \cdot \text{BFGCi}) \dots\dots\dots(3)$$

- *i* adalah banyaknya faktor *Green Construction*.
- Total NIGC adalah Nilai Indikator *Green Construction* di setiap faktor yang telah dihitung pada tahap pertama.
- BFGC adalah nilai untuk Bobot Faktor *Green Construction*.

Setelah didapatkan Nilai Faktor *Green Construction* di setiap aspek maka dilanjutkan pada notasi matematis sebagai berikut untuk mendapatkan Nilai Faktor *Green Construction* di setiap aspeknya.

$$\text{TOTAL NFGC} = \sum_{i=1}^m \text{NIGCi} \dots\dots\dots(4)$$

- Total NFGC adalah Nilai Faktor *Green Construction* di setiap aspek.
- Variabel *i* adalah banyaknya faktor *Green Construction*.

b) Membuka *sheet* “Diagram Nilai Aspek *Green Construction*” (NAGC)

Secara langsung *spreadsheet* MAGC akan menunjukkan nilai yang menggambarkan capaian proyek pada level Aspek *Green Construction*.

Secara manual nilai faktor *green construction* diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{NAGC} = \sum_{i=1}^j (\text{Total NFGCi} \cdot \text{BAGCi}) \dots\dots\dots(5)$$

- Total NFGC adalah Nilai Faktor *Green Construction* di setiap aspek yang sudah didapatkan pada tahap kedua.
- BAGC adalah Bobot Aspek *Green Construction*.
- Variabel *i* adalah banyaknya aspek *green construction*.

Setelah didapatkan Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) pada setiap aspek *green construction* maka tahap selanjutnya adalah mendapatkan Total Nilai Aspek *Green Construction* dengan notasi matematis sebagai berikut.



$$\text{TOTAL NAGC} = \sum_{i=1}^m \text{NFGCi} \dots \dots \dots (6)$$

c) Membuka *sheet* “Diagram Nilai *Green Construction*” (NGC)

Secara langsung *spreadsheet* MAGC akan menunjukkan nilai yang menggambarkan capaian proyek pada level *Green Construction*. Nilai tersebut menunjukkan hasil capaian konstruksi hijau di proyek Tower Emerald Grand Kamala Lagoon.

Secara manual Nilai *Green Construction* (NGC) dapat diperoleh sebagai berikut.

$$\text{TOTAL NGC} = \sum_{i=1}^j \text{NAGCi} \dots \dots \dots (7)$$

- NGC adalah Nilai *Green Construction*.
- *i* adalah banyaknya nilai aspek dalam sebuah aspek *green construction*
- NAGC adalah nilai Aspek *Green Construction*.

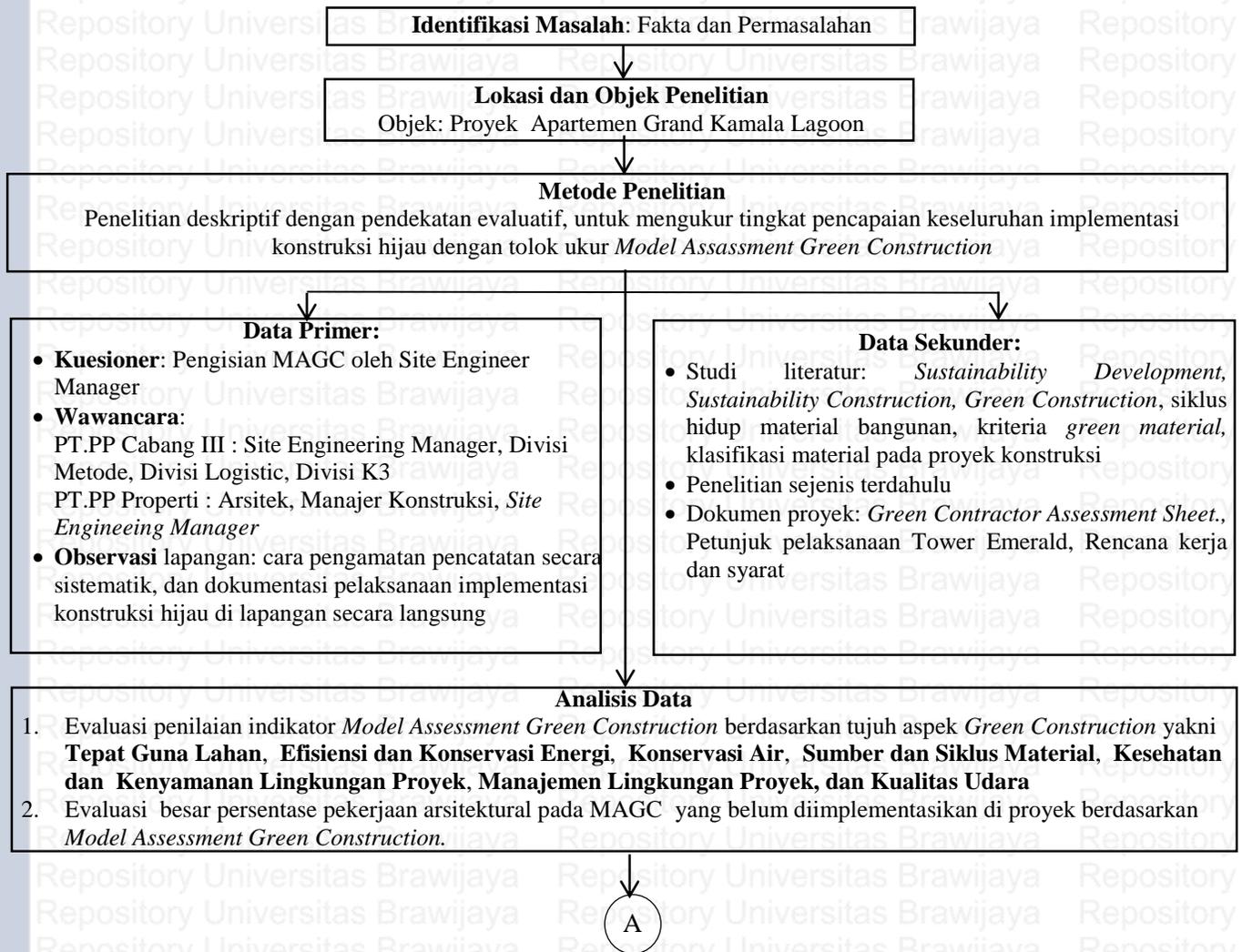
3.6 Sintesis Data

Melalui *spreadsheet excel Model Assessment Green Construction* akan didapatkan sintesis data dari penilaian berdasarkan *Model Assessment Green Construction* yakni Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC), Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC), dan Nilai *Green Construction* (NGC) yang disajikan dalam bentuk diagram. Nilai akhir adalah berupa Nilai *Green Construction* yang menunjukkan hasil capaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau di proyek yang akan dibandingkan dengan Nilai *Green Construction* Ideal (NGC_{ideal}) yang telah ditetapkan pada penilaian *Model Assessment Green Construction*. Nilai *Green Construction* Ideal (NGC_{ideal}) merupakan nilai maksimum *Model Assessment Green Construction* yang akan tercapai apabila seluruh indikator *green construction* terpenuhi oleh suatu proyek gedung di Indonesia yakni sebesar 21,92 sehingga dapat diketahui pencapaian nilai konstruksi hijau di proyek pembangunan Grand Kamala Lagoon terhadap implementasi konstruksi hijau ideal pada proyek konstruksi hijau di Indonesia.

MAGC belum mampu menyatakan apakah proyek termasuk ke dalam kategori *green* atau tidak dari hasil capaian dari NGC yang didapat. Oleh karena itu, pengembang menyatakan batas antara *green* atau tidaknya proses konstruksi yang dilakukan oleh sebuah proyek konstruksi dapat didasarkan pada indikator *green construction* yang telah dapat diimplementasikan oleh beberapa proyek konstruksi yang dinilai oleh pengembang yang dinamakan dengan Nilai *Green Construction* Terbaik (NGC_{Terbaik}) di Indonesia sebesar 15,47.

3.7 Kerangka Penelitian

Berikut adalah kerangka yang menunjukkan tahapan dari penelitian ini.



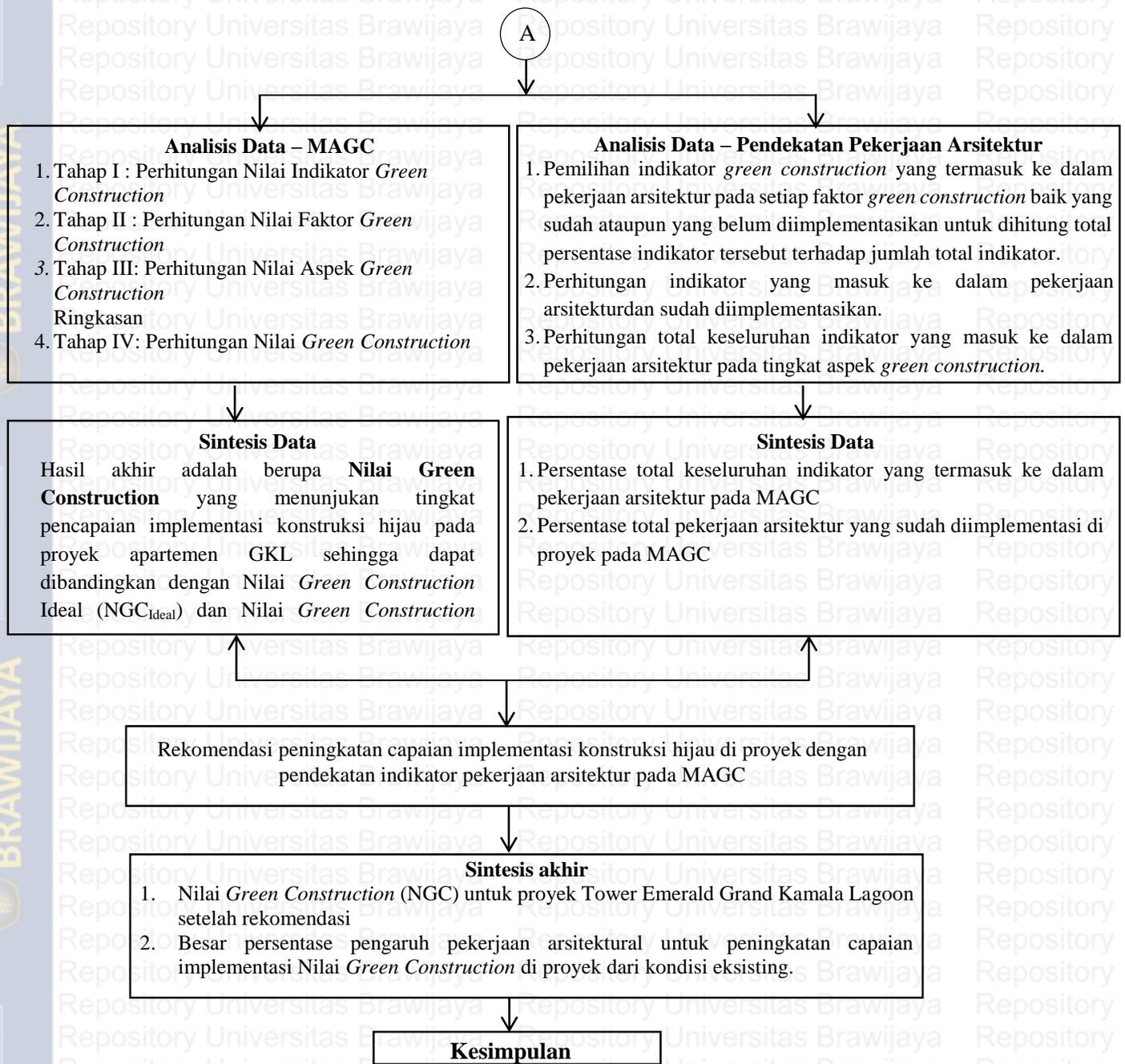


Diagram 3.3 Kerangka Metode Penelitian



Gambar 4.2 Kawasan Proyek Grand Kamala Lagoon (Sumber: Dokumen Project Overview PT.PP Properti, 2016)

Berdasarkan data primer dari hasil wawancara, proyek apartemen Tower Emerald merupakan salah satu proyek PT.PP pada proyek Grand Kamala Lagoon yang secara umum dalam pelaksanaan proses konstruksinya sudah mengimplementasikan konstruksi hijau sesuai dengan program *Green Construction Target* dari PT. PP. Berikut ini adalah data proyek penelitian yang diisi langsung oleh Site Engineer PT.PP Cabang III pada *spreadsheet* Microsoft Excel *Model Assessment Green Construction*.

Nama Proyek	: Grand Kamala Lagoon (Tower Emerald)
Lokasi Proyek	: Lainnya (Bekasi)
Jenis Struktur Bangunan	: Struktur Beton
Jumlah Tingkat	: > 10 Lantai
Luas Bangunan	: 5.000 sampai <10.000 meter persegi
Kontraktor	: P.T. Pembangunan Perumahan
Kepemilikan Perusahaan	: Badan Usaha Milik Negara (BUMN)
Progres Saat Penilaian	: 68%



Gambar 4.3 Pembangunan Grand Kamala Lagoon Tahap I (Sumber: Pembangunan Grand Kamala Lagoon PT.PP Properti)



Gambar 4.4 Foto Udara Progres Pembangunan Proyek Grand Kamala Lagoon – Tower Emerald per Januari 2017 (Sumber: Progres Pembangunan Tower Emerald PT.PP Properti)

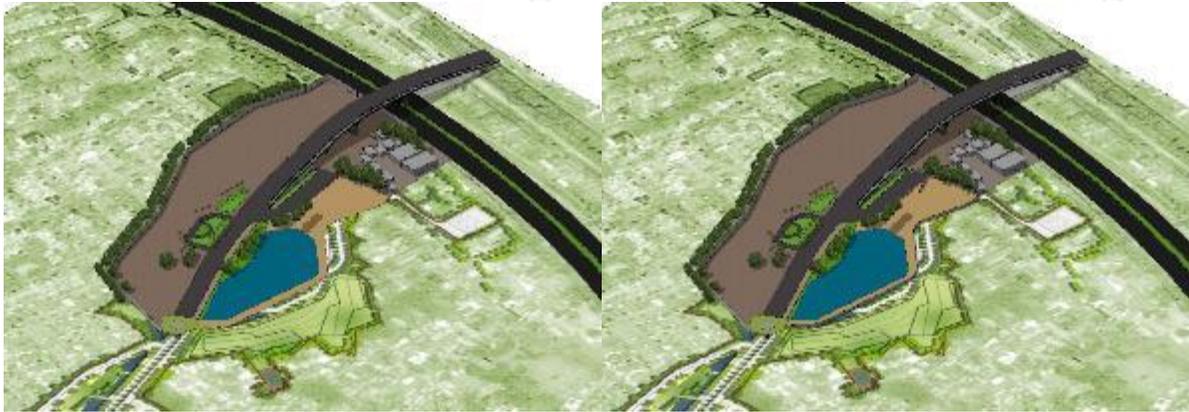
4.1.1 Kondisi Eksisting Proyek Grand Kamala Lagoon Tower Emerald

Luas lahan pembangunan tahap I adalah 40.235 m². Dari tabel 4.1, pembangunan tahap I memiliki persentase luas lahan sebesar 16.5% dari luas total proyek Grand Kamala Lagoon. Pembangunan tahap I dimulai pada kuartal III tahun 2014 dengan target pengerjaan empat buah tower apartemen. Tower pertama yang dibangun adalah Tower Emerald pada tanggal 1 Desember 2014. Luas lahan Emerald adalah 8.274 m² dan luas bangunannya adalah 124.766 m². Tower Emerald merupakan gedung apartemen dengan jumlah 50 lantai terdiri dari 3 lantai basement (lantai B1,B2,B3), 4 lantai podium (LG, GF, UG dan Transisi), 42 lantai hunian (lantai 1 sampai dengan lantai 42), dan 1 lantai atap. Tower Emerald terdiri dari dua buah tower yakni Emerald North dan Emerald South yang kedua massanya saling berimpitan. Keduanya berorientasi ke arah Barat-Timur.



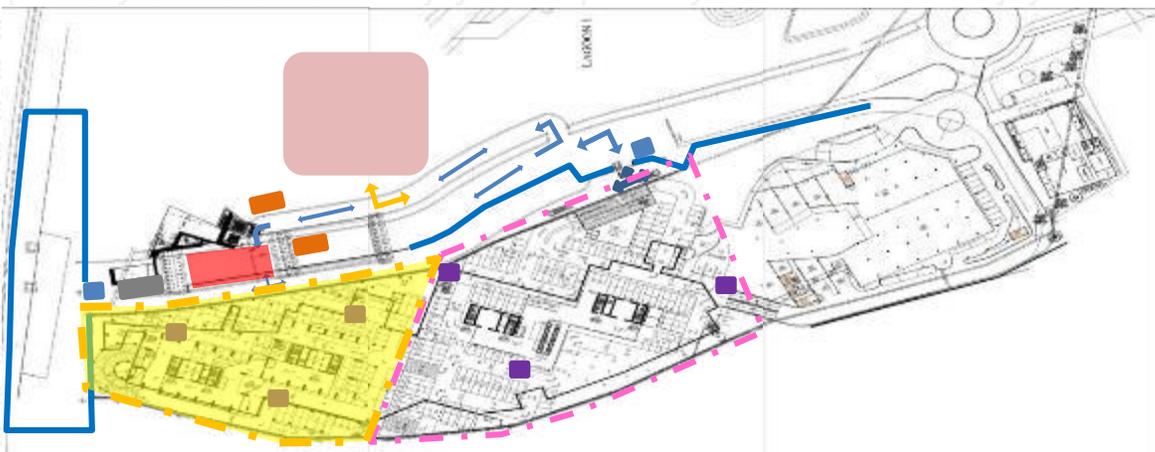
Gambar 4.5 Siteplan Pembangunan Tahap I Proyek Grand Kamala Lagoon

Pada pekerjaan persiapan pembangunan tahap I dilakukan penetapan batas proyek dengan pemasangan pagar proyek untuk pemberian batas terhadap lahan yang akan dibangun. Bahan yang digunakan berupa seng setinggi dua meter yang diperkuat dengan batang besi di sekeliling proyek.



Gambar 4.6 Pemasangan Pagar Proyek pada Pembangunan Tahap I

Untuk mencapai ke *site* proyek dari akses utama yakni Jalan KH Noer Ali, proyek GKL membangun jembatan sebagai akses penghubung utama menuju Grand Kamala Lagoon dan kawasan lain di sekitarnya yang berada di atas tol Jakarta-Cikampek. Total panjang jembatan penghubung tersebut adalah 216 meter. Pada proyek Grand Kamala Lagoon telah diatur alur pergerakan atau sirkulasi kendaraan dan alat berat untuk membatasi pergerakan kendaraan dan alat di lokasi proyek. Kendaraan di proyek adalah kendaraan pribadi, *truck mixer*, dan truk pompa untuk pengecoran sedangkan untuk alat berat di proyek seperti *forklift*. Untuk sirkulasi di proyek belum ada perbedaan sirkulasi antara sirkulasi kendaraan dan manusia. Untuk sirkulasi barang yakni material dan peralatan di proyek dipusatkan di area transit di lokasi area Tower Emerald. Di area transit dilakukan pembongkaran dan penanganan material untuk selanjutnya dilakukan penyimpanan material di gudang.



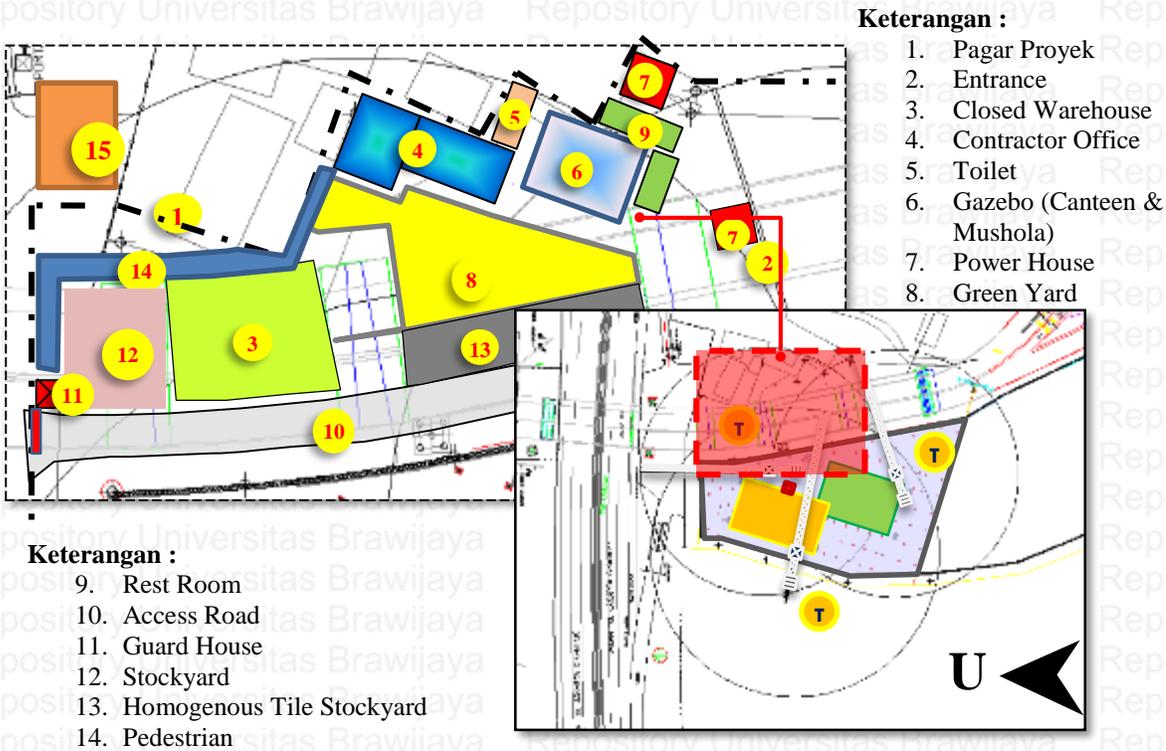
Gambar 4.7 Rencana *Site Installation*



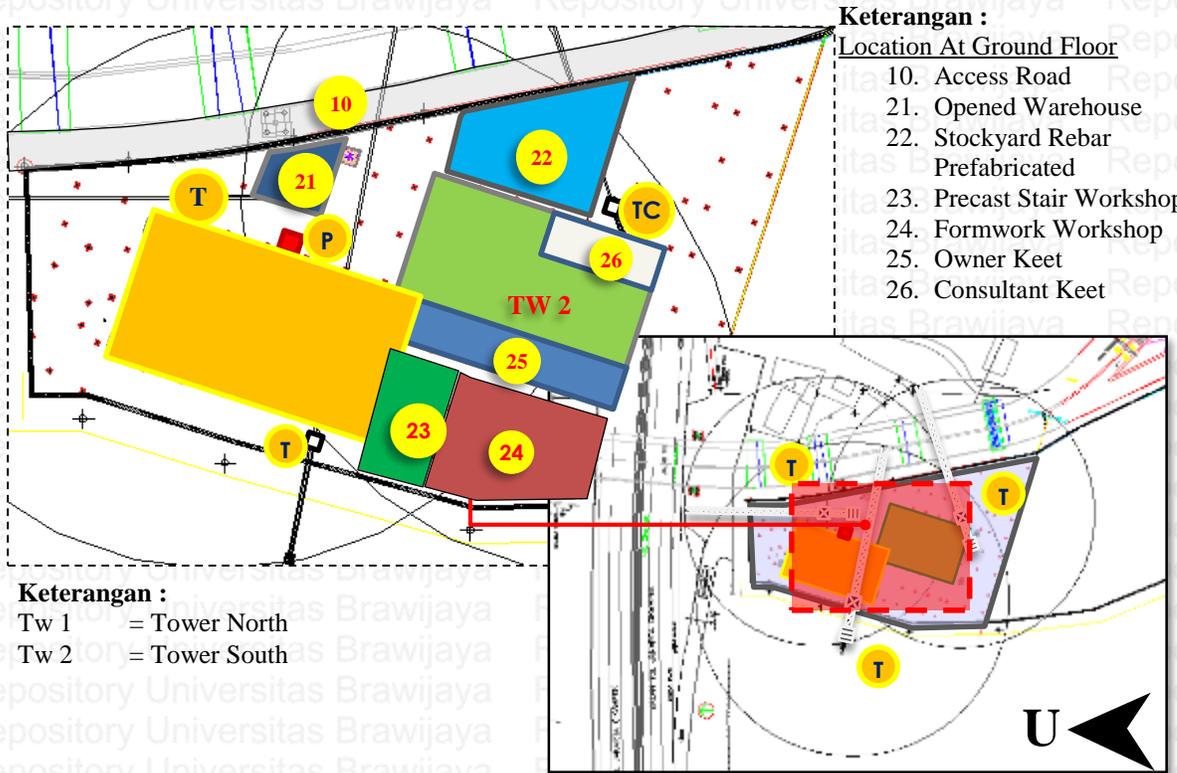
Keterangan

- Pagar Proyek
- Alur *Truck Mixer* dan Alat Berat
- Alur Kendaraan Pribadi
- Area Tower Emerald
- Gardu PLN
- Pos Security
- Area Parkir kendaraan Pribadi
- Tower Crane
- Area transit
- Area Tower Barclay

Selanjutnya pada pekerjaan persiapan pembangunan dilakukan perencanaan berupa *project layout* di proyek untuk mengatur tata letak kelengkapan proyek seperti gudang material dan peralatan (*closed warehouse*), kantor proyek (*contractor office*), toilet pekerja, *stockyard* dan fasilitas temporer lainnya. Pada proyek Grand Kamala Lagoon, area podium Tower juga dipergunakan untuk keperluan proyek seperti gudang terbuka material, kantor konsultan, *workshop* cetak tangga *precast*, prafabrikasi besi, *workshop* bekisting dan los penyimpanan besi.



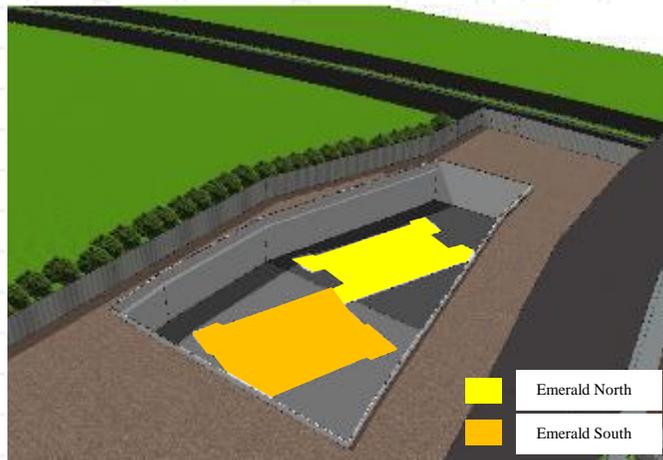
Gambar 4.8 Layout Proyek Area Kontraktor *Keet*



Gambar 4.9 Layout Proyek Area Tower

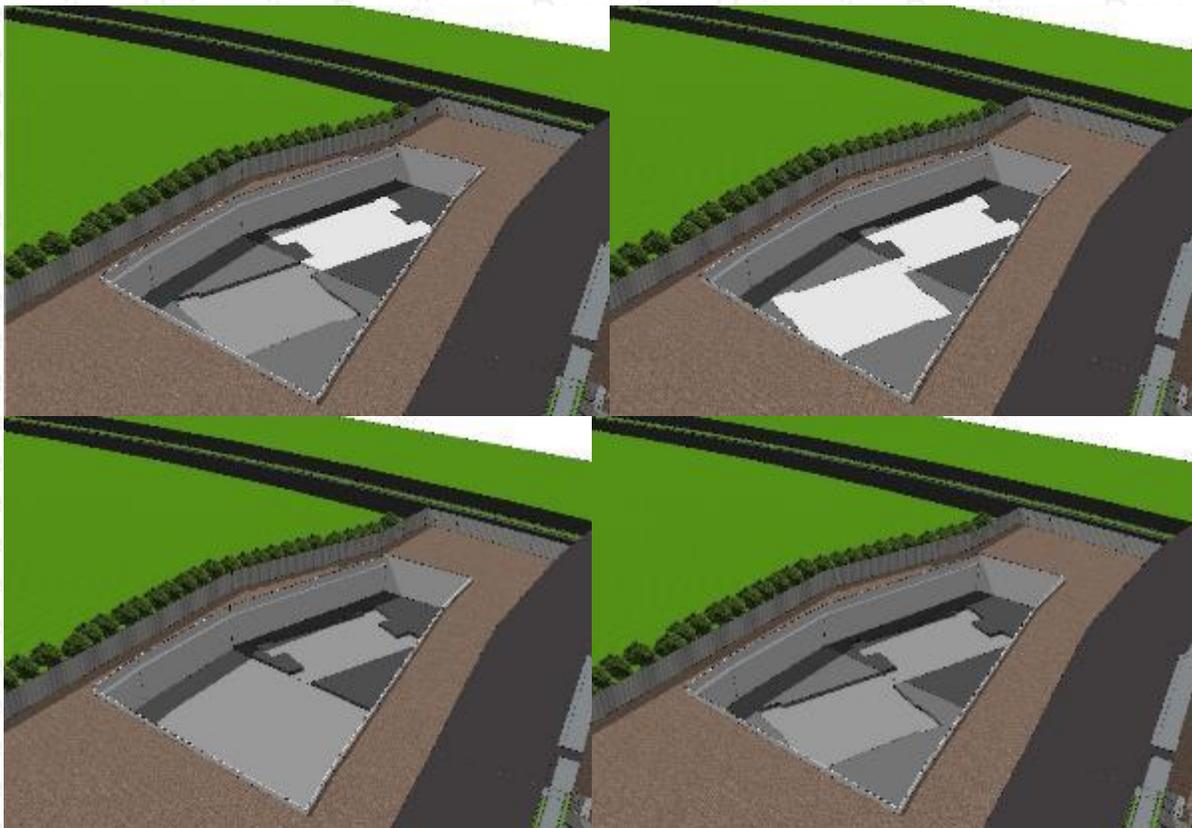
4.1.2 Tahapan Pekerjaan Proyek

Tahapan/*sequence* pekerjaan proyek Grand Kamala Lagoon dimulai dari pekerjaan *dewatering* yakni pekerjaan pembuatan lantai bawah tanah atau *basement*. Pekerjaan ini dilakukan dengan membuang air tanah pada area Tower Emerald dan diharapkan tetap tidak mencemari dan tidak mengganggu muka air tanah di sekitar proyek. Selanjutnya pembuatan *diaphragm wall* atau d-wall. D-wall adalah dinding penahan tanah (*retaining wall*) sekaligus berfungsi sebagai dinding lantai *basement*. Pengerjaannya dengan cara melakukan pengeboran sebelum pekerjaan galian tanah, pemasangan besi *anchor* kemudian diakhiri dengan pengecoran. Dilanjutkan dengan tahap pembuatan lantai kerja dan pembesian seluruh zona. Pembuatan lantai kerja bawah tanah dengan kedalaman sedalam 18 meter untuk pembuatan lantai LG, B1, B2, dan B3.



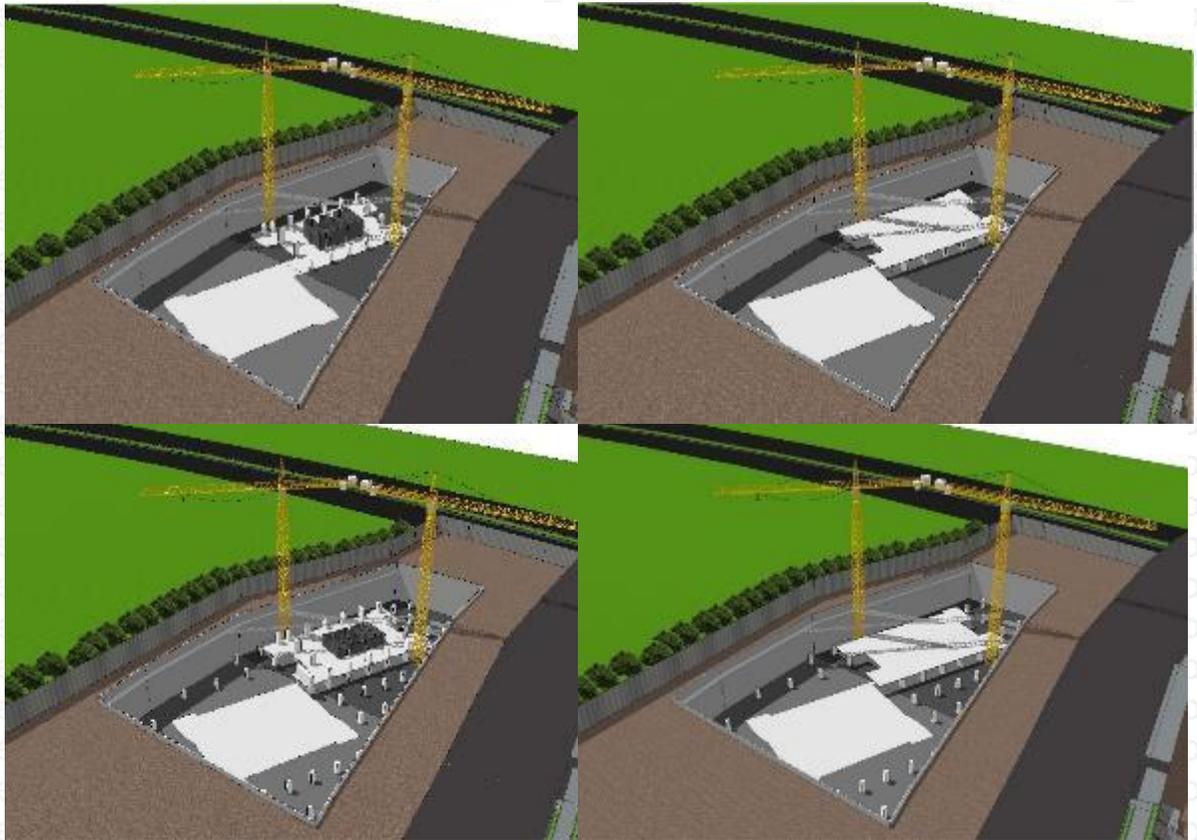
Gambar 4.10 Pembuatan Lantai Kerja dan Pembesian Seluruh Zona

Setelah itu dilanjutkan dengan pengecoran sesuai zona atau area yang telah ditentukan.



Gambar 4.11 Pengecoran Setiap Zona

Pekerjaan dimulai dengan pengecoran vertikal dan pengecoran horizontal area Tower Emerald North lantai B3 dan dilanjutkan dengan pengecoran vertikal area podium.



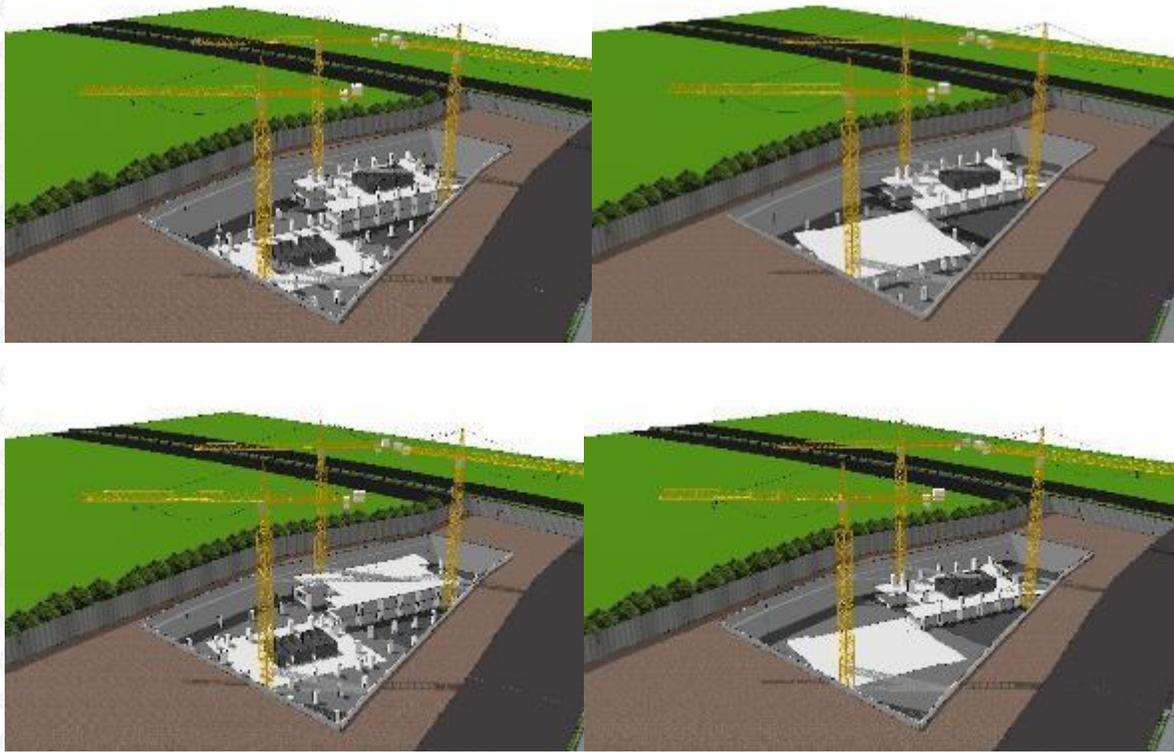
Gambar 4.12 Mulai Pengecoran Tower Emerald North

Selanjutnya dilanjutkan dengan pekerjaan pengecoran horizontal Tower Emerald North lantai B2, pengecoran vertikal area Tower Emerald South lantai B3, dan pembesian vertikal podium lantai B3.



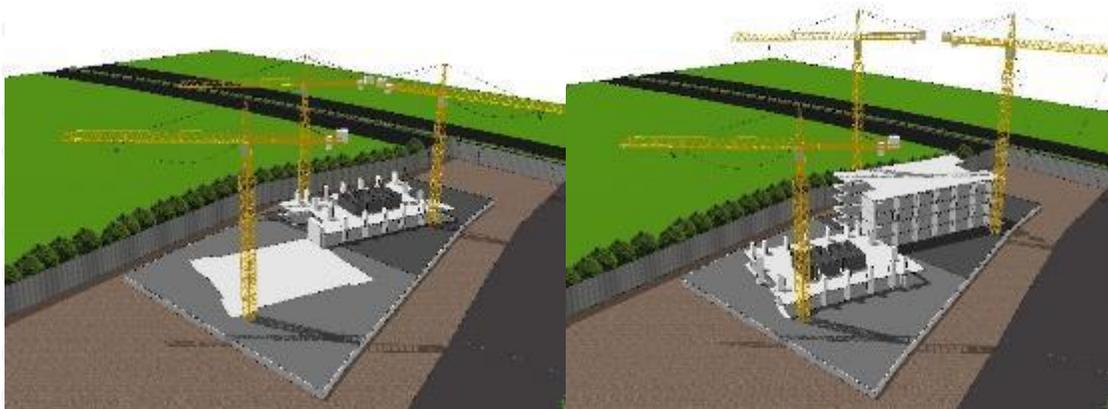
Gambar 4.13 Tahapan Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan dilanjutkan dengan pengecoran vertikal tower Emerald North lantai B1, pengecoran horizontal Tower Emerald South lantai B2, pengecoran vertikal pada area podium, dan pembesian vertikal podium untuk pembuatan lantai B2, B1, dan lantai LG.

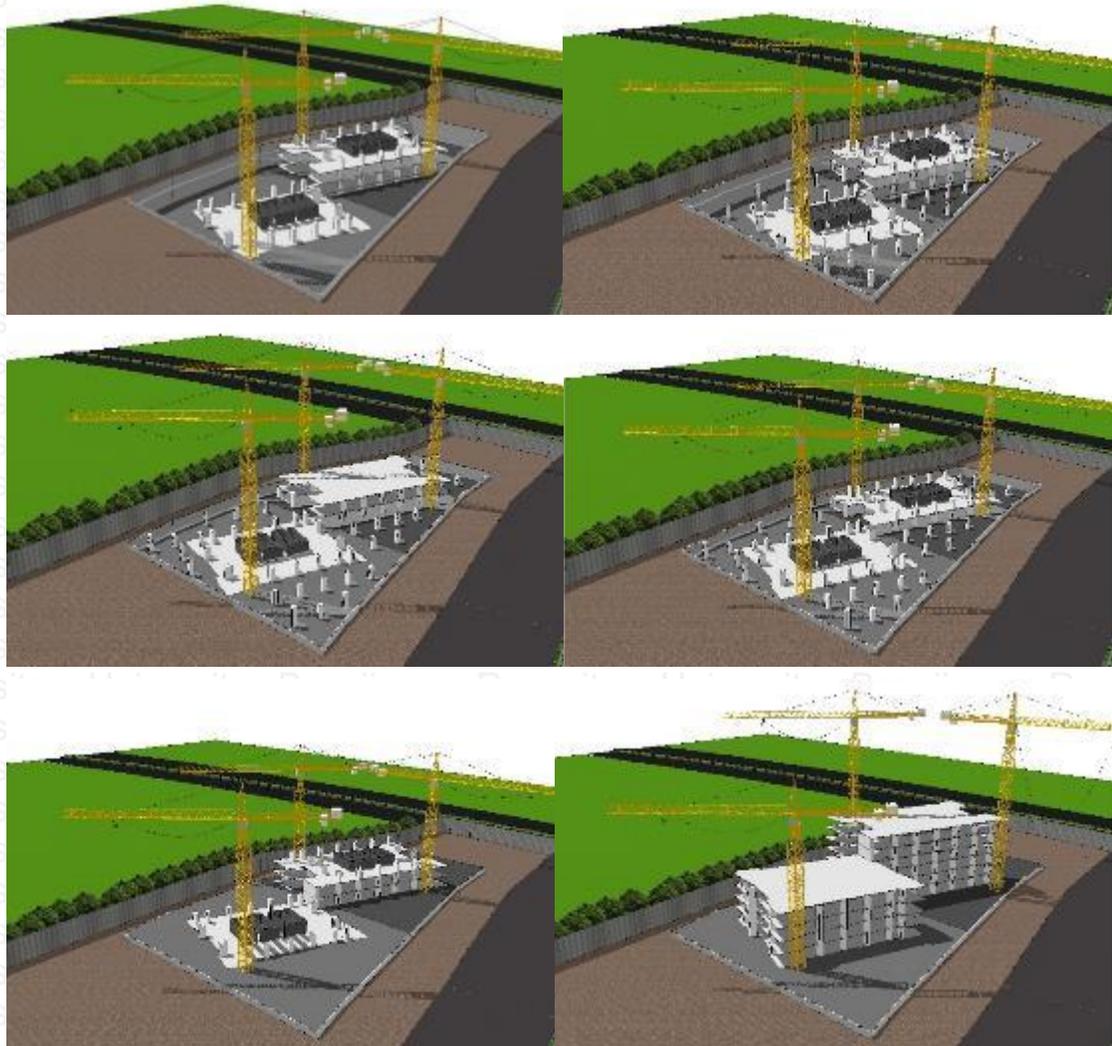


Gambar 4.14 Tahapan Pekerjaan Pengecoran

Setelah *topping off* lantai LG (*Lower Ground*) dilanjutkan kembali pengecoran vertikal Tower Emerald North lantai GF (*Ground Floor*), pengecoran horizontal Tower Emerald South, pembesian Tower Emerald North lantai UG (*Upper Ground*) dan seterusnya.

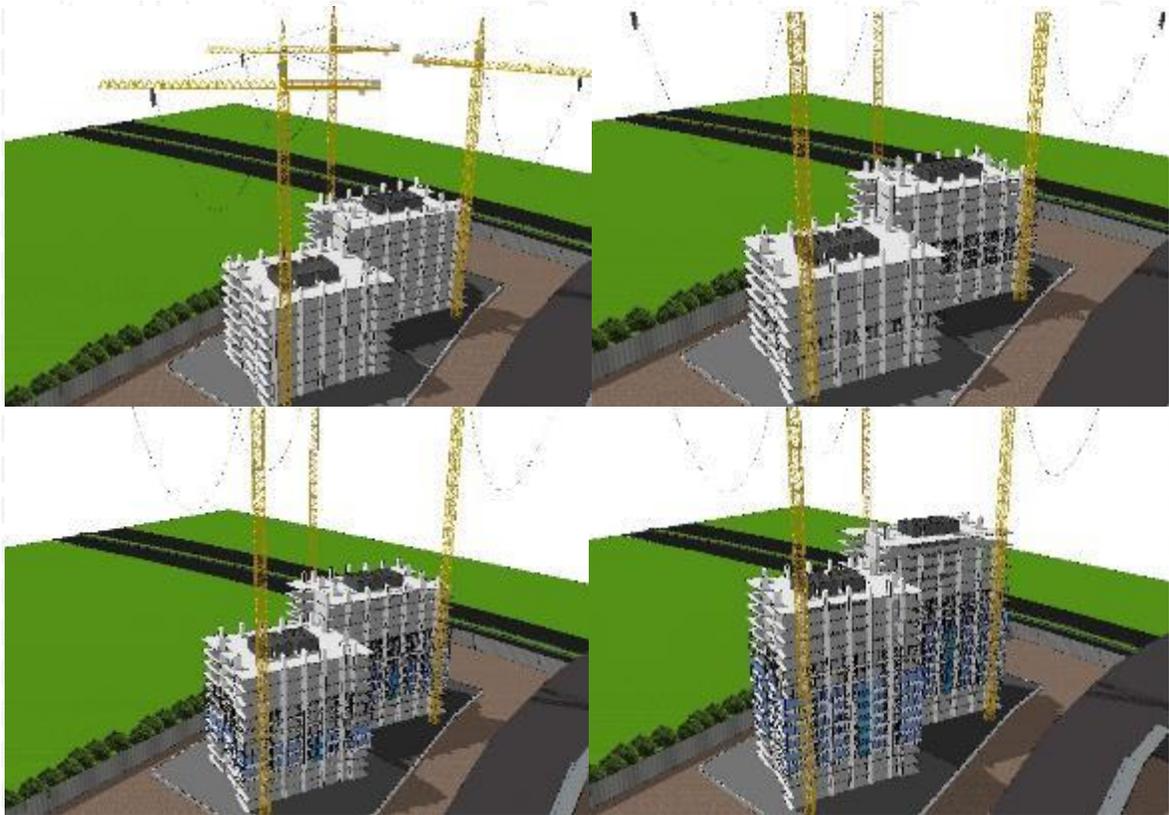


Gambar 4.15 Tahapan Pekerjaan Pengecoran



Gambar 4.16 Tahapan Pekerjaan Struktural

Pada saat pekerjaan struktural lantai 8 Tower Emerald North dan lantai 6 Tower Emerald South dimulai pekerjaan arsitektural pada Tower Emerald North dan Emerald South. Hampir seluruh material baik material struktural maupun material arsitektural yang digunakan digunakan di proyek Grand Kamala Lagoon merupakan material lokal yang diperoleh di sekitar proyek atau dalam radius 1000 km. Penggunaan material lokal dapat mengurangi jejak karbon atau emisi gas CO₂ dari moda transportasi pengangkutan material, efisiensi energi pada saat transportasi, dan mendukung pertumbuhan ekonomi dalam negeri. Namun penggunaan material impor masih dilakukan di proyek seperti penggunaan Aluminium Composit Panel (ACP) dan lantai *homogenous tile* (HT) yang diimpor dari produsen China.



Gambar 4.17 Tahapan Pekerjaan Proyek

Pekerjaan arsitektural dimulai dengan pemasangan bata ringan untuk interior dan pemasangan kaca *curtain wall* dan rangka ACP untuk area eksterior atau fasad. Pekerjaan arsitektural dengan pekerjaan struktural pada progress proyek keseluruhan dikerjakan *overlapping* sehingga dikerjakan tidak menunggu sampai keseluruhan pekerjaan struktural selesai. Berikut ini adalah alur tahapan atau *sequence* pekerjaan arsitektural pada Tower Emerald.

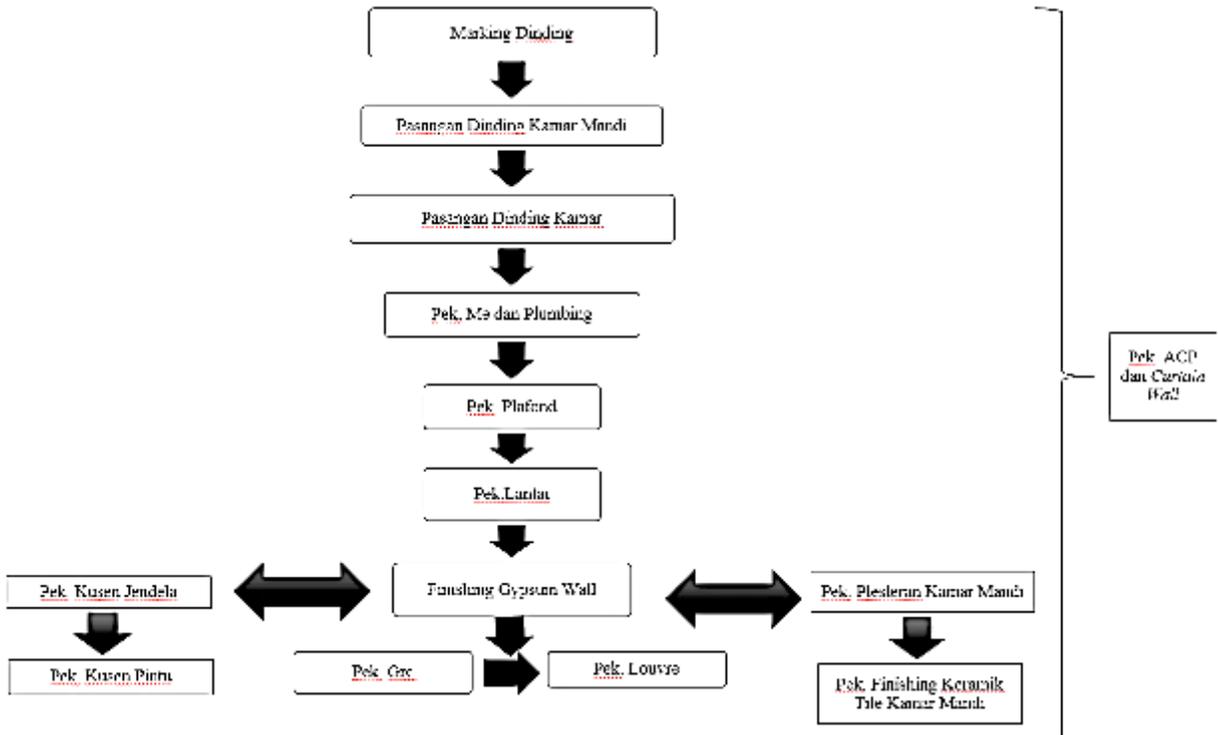
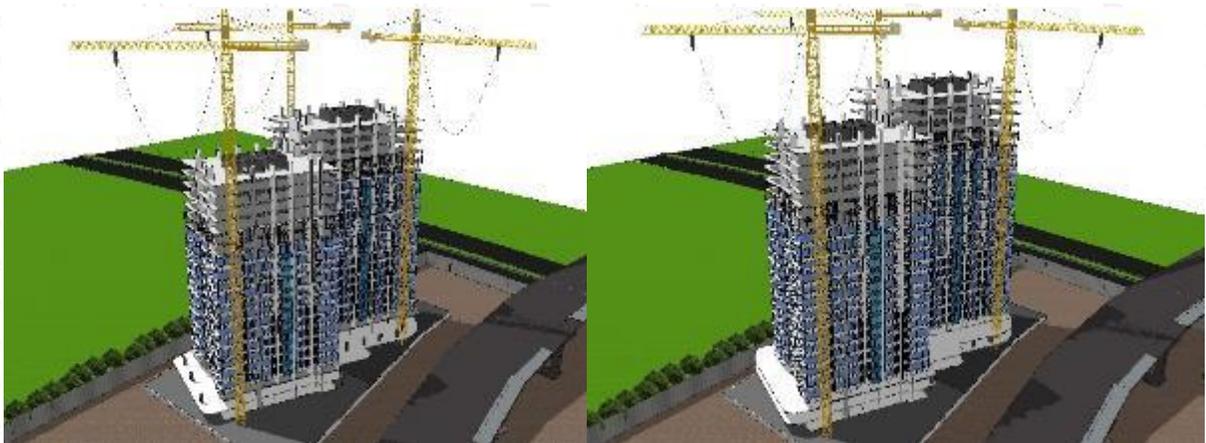


Diagram 4.1 Alur Tahapan Pekerjaan Arsitektural

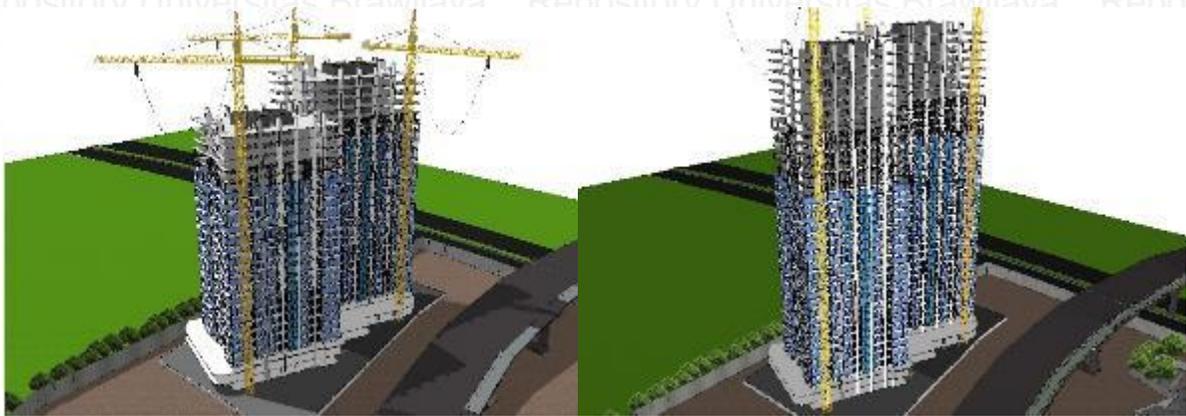
Pengerjaan area podium dilaksanakan ketika sedang dilakukan pekerjaan struktural lantai 20 Tower Emerald North dan lantai 18 Tower Emerald South sehingga pengerjaan podium tidak dilaksanakan pada tahap awal pembangunan.



Gambar 4.18 Tahapan Pekerjaan Proyek



Pada saat penilaian konstruksi hijau pada proyek Grand Kamala Lagoon, pengerjaan Tower Emerald sampai pada progress pengerjaan 68%. Pekerjaan struktural sampai pada lantai 41 Tower Emerald North dan lantai 38 Tower Emerald South sedangkan pekerjaan arsitektural di bawah lantai 30. Area podium depan pada Tower Emerald South pada saat penilaian belum terbangun.



Gambar 4.19 Tahapan Pekerjaan Proyek pada Saat Penilaian

4.2 Penilaian Indikator Konstruksi Hijau berdasarkan *Model Assessment Green Construction*

Model Assessment Green Construction memiliki tujuh aspek utama penilaian yang terdiri dari tepat guna lahan, konservasi air, konservasi energi, sumber dan siklus material, manajemen lingkungan proyek, kesehatan dan kenyamanan dalam proyek dan kualitas udara. Ketujuh aspek tersebut terdiri dari faktor-faktor *green construction*. Setiap faktor *green construction* tersusun dari indikator-indikator *green construction* yang telah dinilai implementasinya pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon. Penilaian dilakukan pada *spreadsheet excel Model Assessment Green Construction* yang dikembangkan oleh Ervianto. Pada *sheet Input-Model Penilaian*, kolom Implementasi di Proyek akan diisi dengan nilai 1 apabila indikator *green construction* sudah diimplementasikan dan nilai 0 apabila belum diimplementasikan di proyek apartemen Grand Kamala Lagoon.

4.2.1 Aspek Tepat Guna Lahan

Aspek tepat guna lahan terdiri dari tiga faktor yakni faktor pengelolaan lahan, pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi dan rencana perlindungan lokasi pekerjaan.

a. Pengelolaan lahan



Tujuan dari faktor pengelolaan lahan adalah mempertimbangkan dalam pemilihan lokasi proyek konstruksi yang berdampak pada kinerja dari gedung yang akan dibangun dalam hal pemilihan lahan, gangguan pada lingkungan dan pengelolaan air. Implementasi faktor pengelolaan lahan pada proyek ini memenuhi tiga dari empat indikator dan memperoleh Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) sebesar 0.61 dari nilai maksimum 0.84. Indikator yang belum dicapai berjumlah satu dari empat indikator yakni terkait pengelolaan air.

Tabel 4.2 Penilaian pada Faktor Pengelolaan Lahan

No	Pengelolaan Lahan	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Melakukan penanaman pohon di sekitar kontraktor <i>keet</i> .	1	Di sekitar kontraktor <i>keet</i> telah dilakukan penanaman pohon. Penanaman pohon di proyek telah meningkatkan kehijauan lingkungan di sekitar proyek dan mengurangi CO ₂ yang disebabkan oleh aktivitas konstruksi.
			
2	Tidak melakukan penebangan pohon selama proses konstruksi.	1	Selama proses konstruksi Tower Emerald tidak dilakukan penebangan pada pohon yang memiliki diameter lebih dari 20 cm dan telah dilakukan upaya-upaya pemindahan pohon pada pohon eksisting
			
3	Membuat sumur resapan untuk membuang air limbah maupun air limpasan.	1	Pembuatan sumur resapan pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald berupa <i>recharge well</i> untuk membuang air dari proses <i>dewatering</i> .
4	Melakukan filterisasi air sebelum dibuang ke dalam drainase atau riol kota.	0	Pada proyek Grand Kamala Lagoon Tower Emerald belum dilakukan upaya pengolahan air dengan filterisasi sebelum air dibuang ke drainase disebabkan oleh perlunya biaya tambahan untuk pembuatan sumur filtrasi.



b. Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi

Tujuan dari faktor ini adalah efisiensi penggunaan sumberdaya alam pada proses konstruksi sebagai upaya mengurangi jejak ekologi. Implementasi konstruksi hijau pada faktor pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi hanya mampu memenuhi satu indikator sehingga hanya memiliki NFGC sebesar 0.12 dari nilai maksimum 0.90. Hal tersebut menunjukkan tujuan dari faktor ini yakni efisiensi penggunaan sumberdaya alam kurang tercapai.

Tabel 4.3 Penilaian pada Faktor Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi

No	Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Membuat dokumen tentang kondisi lahan sebelum dibangun dan merencanakan pelestariannya jika terdapat fitur budaya.	1	Telah dibuat dokumen tentang kondisi lahan sebelum dibangun namun tidak terdapat perencanaan pelestarian karena fungsi lahan sebelumnya berupa rawa-rawa sehingga tidak ditemukan fitur budaya.
2	Membuat perencanaan lokasi penyimpanan peralatan berat (<i>trailer, excavator, bulldozer, dll</i>).	0	Pengerjaan proyek tidak menuntut penggunaan alat berat yang sifatnya khusus dan alat berat seperti <i>excavator, trailer, dan bulldozer</i> hanya digunakan pada tahap pembangunan awal sehingga tidak dibuat perencanaan lokasi penyimpanan peralatan berat.
3	Membuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman di lokasi proyek.	0	Penanaman pohon di sekitar lokasi proyek sudah dilakukan namun tidak dibuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman agar tidak rusak seperti pemberian pagar atau penghalang batas pada seluruh tanaman.
			
4	Menerapkan larangan menebang pohon dalam radius 12,2 meter dari bangunan.	0	Belum ditetapkan larangan menebang pohon pada radius 12,2 meter dari bangunan di proyek.
5	Merencanakan dan melakukan simulasi pengaruh air limpasan di lokasi proyek yang berdampak negatif terhadap lingkungan	0	Segala hal yang berkaitan dengan air limpasan seperti perencanaan, simulasi pengaruh air limpasan dan pengukuran air limpasan belum dilakukan di proyek Grand Kamala Lagoon. Apabila dilakukan perhitungan debit air limpasan di proyek hasilnya akan signifikan karena proyek gedung memiliki lokasi yang luas.



No	Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
6	Merencanakan, mengevaluasi dan memilih metoda <i>land clearing</i> yang ramah lingkungan.	0	Pada proyek Grand Kamala Lagoon dilaksanakan pekerjaan <i>land clearing</i> (pembersihan lahan) secara menyeluruh. Lahan yang digunakan merupakan lahan kosong bekas rawa sehingga hanya ditumbuhi tanaman kecil dan pepohonan. Metode <i>land clearing</i> yang dilakukan pada pekerjaan pendahuluan dikerjakan secara konvensional dan tidak direncanakan metode <i>land clearing</i> yang ramah lingkungan.

c. Rencana perlindungan lokasi pekerjaan

Tujuan dari faktor ini adalah mengurangi kerusakan ekologi dan kerusakan lainnya dan menjalin relasi yang baik dengan berbagai pihak selama proses konstruksi. Implementasi konstruksi hijau pada faktor ini memiliki jumlah yang sebanding antara indikator yang sudah diimplementasikan dengan indikator yang belum diimplementasikan. NFGC dari faktor ini adalah sebesar 1.28 dari nilai maksimum 2.23.

Tabel 4.4 Penilaian pada Faktor Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan

No	Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Merencanakan penggunaan air dalam proses konstruksi.	1	Perencanaan penggunaan air dilakukan dengan mengatur perletakkan <i>water reservoir</i> setiap lima lantai pada area tower. Perencanaan penggunaan air ini dilakukan mengatur tersedianya kebutuhan air untuk proses konstruksi.
2	Melakukan pengukuran air limpasan akibat proses konstruksi terhadap lokasi di sekitar proyek.	0	Belum dilakukan pengukuran pada air limpasan yakni air yang mengalir di atas permukaan karena penuhnya kapasitas infiltrasi (perembesan) tanah akibat proses konstruksi terhadap lokasi di sekitar proyek.
3	Merencanakan tindakan pencegahan terjadinya erosi di lokasi proyek akibat kegiatan proyek.	0	Belum dilakukan tindakan pencegahan terjadinya erosi di lokasi proyek akibat kegiatan proyek.



Gambar 4.23 *Water Reservoir* pada Lantai 23



No	Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
4	Mencegah terjadinya kebisingan yang ditimbulkan oleh pelaksanaan pekerjaan selama proses konstruksi.	1	Pencegahan kebisingan akibat pelaksanaan pekerjaan selama proses konstruksi dilakukan dengan penggunaan komponen alat proyek yang merupakan inovasi baru dari proyek Grand Kamala Lagoon yakni <i>table form</i> yang merupakan <i>scaffolding</i> (perancah) fabrikasi. Penggunaan <i>table form</i> mengurangi kebisingan akibat pelaksanaan pekerjaan yang umumnya ditimbulkan dari perakitan dan pemasangan <i>scaffolding</i> (perancah) untuk kegiatan pengecoran.
			 <p>Gambar 4.24 <i>Table Form</i> sebagai Perancah di Proyek</p>
5	Memanfaatkan <i>top soil</i> hasil <i>land clearing</i> .	1	Kondisi awal tanah proyek Grand Kamala Lagoon merupakan rawa-rawa sehingga dilakukan <i>cut and fill</i> dan banyak terdapat <i>top soi</i> . <i>Top soil</i> hasil <i>land clearing</i> digunakan sebagai tanah urugan.
			 <p>Gambar 4.25 Kondisi Awal Proyek Grand Kamala Lagoon (Sumber: Juklak Pembangunan Tower Emerald)</p>
6	Merencanakan pelestarian dengan cara memindahkan atau mengganti vegetasi/pohon yang terkena dampak proyek konstruksi.	1	Perencanaan pelestarian vegetasi pada proyek Grand Kamala Lagoon dilakukan dengan mengganti vegetasi atau pohon yang terkena dampak proyek konstruksi.
			 <p>Gambar 4.26 Vegetasi di dalam Lokasi Proyek Konstruksi</p>
7	Merencanakan cara-cara melindungi vegetasi/pohon di lokasi proyek.	0	Telah dilakukan perlindungan pada beberapa vegetasi di proyek namun belum ada perencanaan cara untuk melindungi seluruh vegetasi atau pohon di lokasi proyek



No	Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---------------------------------------	------------------------	---

seperti pemberian pagar atau penghalang batas pada setiap vegetasi.



Gambar 4.27 Perlindungan Vegetasi di Lokasi Proyek

8	Merencanakan dan melakukan pengelolaan air limbah akibat proses konstruksi.	0
---	---	---

Pada proyek Grand Kamala Lagoon belum dilakukan perencanaan pengelolaan air limbah akibat proses konstruksi.

9	Melakukan pengaturan area simpan dan bongkar material/produk dari moda transportasi.	1
---	--	---

Pangaturan area simpan dan bongkar material/produk dari moda transportasi telah ditetapkan pada Rencana *Site Installation*. Perencanaan pengaturan area simpan dan bongkar ini dilakukan agar tidak terjadinya kerusakan material akibat tidak terencananya penanganan material.



Gambar 4.28 Penurunan Material pada Lokasi Transit Material



Gambar 4.29 Penyimpanan Material pada area Transit

10	Menetapkan batas proyek dengan memasang pagar di sekeliling lokasi proyek.	1
----	--	---

Pemasangan pagar proyek di sekeliling lokasi proyek Grand Kamala Lagoon telah dilakukan. Pagar proyek ini berfungsi sebagai pembatas aktivitas konstruksi dengan permukiman warga sekitar.



No	Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---------------------------------------	------------------------	---



Gambar 4.30 Pemasangan Pagar Proyek Berbatasan dengan Jl.Tol Jakarta



Gambar 4.31 Pemasangan Pagar Proyek Berbatasan dengan Perumahan Grand Galaxy

11 Membatasi pergerakan kendaraan dan alat di lokasi proyek. 1

Alur kendaraan dan alat di lokasi proyek telah diatur pada rencana *site installation*. Pengaturan ini telah membatasi pergerakan kendaraan dan alat di lokasi proyek sehingga tidak mengganggu aktivitas proyek.



Gambar 4.32 Rencana *Site Installation* (Sumber: Juklak Tower Emerald)

- Pagar Proyek
- Alur TM dan Alat Berat
- Alur Kendaraan Pribadi
- Rencana Gudang
- Area EMERALD
- Gardu PLN
- Pos Security
- Area Parkir kendaraan Pribadi
- Tower Crane
- Area BARCLAY

12 Mencegah terjadinya erosi akibat limpasan air permukaan. 0

Belum dilakukan upaya pencegahan erosi akibat limpasan air permukaan.

Dari tiga faktor tersebut dapat diperoleh Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) terkait nilai eksisting aspek tepat guna lahan yakni sebesar 0.68 dari nilai maksimum sebesar



1.30. Total indikator yang telah diimplementasikan pada aspek ini sebanyak 11 indikator dari seluruh 22 indikator. Adapun Nilai Aspek *Green Construction* Terbaik (NAGC_{Terbaik}) dari aspek tepat guna lahan adalah 0.75. Dari NAGC yang didapatkan di proyek dapat disimpulkan implementasi aspek tepat guna lahan di proyek masih kurang baik. Proyek apartemen Grand Kamala Lagoon sudah melakukan upaya-upaya dalam memelihara kehijauan lingkungan serta mengurangi CO₂ dan polutan namun upaya dalam pencegahan erosi mengelola air limbah dan mengurangi beban drainase kota yang disebabkan oleh limpasan air hujan baik dalam aspek dan jumlah kualitas air akibat proses konstruksi belum dilaksanakan.

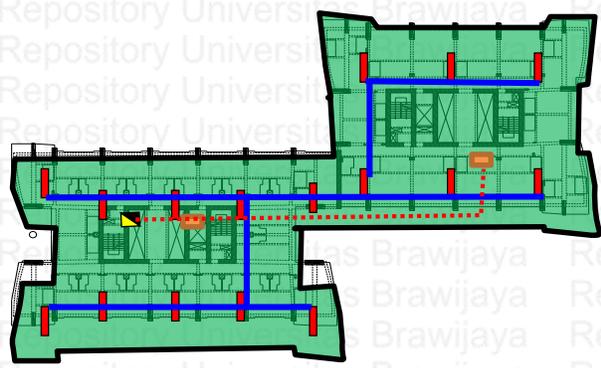
4.2.2 Aspek Konservasi Energi

Aspek konservasi energi hanya terdiri dari satu faktor yakni efisiensi faktor yang terdiri 20 indikator penilaian. Tujuan dari faktor efisiensi energi adalah melakukan efisiensi energi baik di kantor proyek maupun di lokasi pekerjaan selama proses konstruksi berlangsung. Implementasi konstruksi hijau pada faktor efisiensi energi memperoleh NFGC sebesar 6.00 dari nilai maksimum 10.00.

Tabel 4.5 Penilaian pada Faktor Efisiensi Energi

No	Efisiensi Energi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	------------------	------------------------	---

1	Menggunakan standarisasi penerangan untuk mendukung pekerjaan di lokasi proyek baik di dalam maupun diluar ruangan.	1	Penetapan standarisasi penerangan sudah dilakukan pada lokasi proyek baik di dalam maupun di luar ruangan.
---	---	---	--



Gambar 4.33 Rencana Instalasi Listrik dan Lampu Temporer Area Tower

- Keterangan :
- Lampu TL tipe balok 1 x 36 W
 - Panel Lampu Penerangan
 - ▲ Panel Listrik temporer
 - ⋯ Kabel NYM 2 x 2,5 mm
 - Kabel NYM 4 x 25 mm



No	Efisiensi Energi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	------------------	------------------------	---

1	Menggunakan standarisasi penerangan untuk mendukung pekerjaan di lokasi proyek baik di dalam maupun diluar ruangan.	1	
---	---	---	--



Gambar 4.34 Penerangan Buatan di Lantai Basement dan Core Area Tower



Gambar 4.35 Penerangan Alami di Lokasi Proyek Area Tower

2	Menggunakan lampu hemat energi.	0	
---	---------------------------------	---	--

Pada lokasi kantor kontraktor *keet* menggunakan lampu LED yakni lampu yang lebih hemat energi namun pada proyek konstruksi belum menggunakan jenis lampu hemat energi. Hal tersebut sangat disayangkan karena belum diimplementasikannya indikator tersebut sementara pada *Green Construction Target* PT.PP menyatakan selama proyek konstruksi berlangsung menggunakan lampu hemat energi.



Gambar 4.36 Penerangan pada Proyek Konstruksi

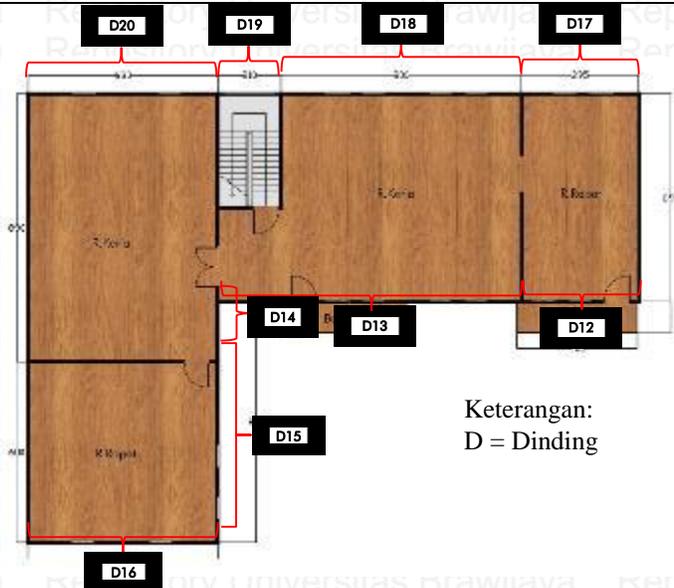


Gambar 4.37 Penerangan pada Ruang Rapat Kontraktor Keet

No	Efisiensi Energi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
3	Meminimalkan polusi yang ditimbulkan oleh lampu penerangan.	1	Meminimalkan polusi yang ditimbulkan oleh lampu penerangan dilakukan dengan peletakan titik lampu penerangan yang tepat melalui Rencana Instalasi Listrik dan Lampu Temporer sehingga tidak ada ruangan dengan keadaan cahaya yang berlebih dan tidak terjadi pemborosan energi dengan menghamburkan listrik.
4	Mengatur penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan.	0	Belum dilakukan pengaturan penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan.
5	Pemasangan KWH meter pada sistem beban.	0	Belum dilakukan pemasangan KWH meter pada sistem beban di lokasi proyek.
6	Membuat perhitungan pengurangan CO ₂ yang didapatkan dari efisiensi energi.	0	Belum dilakukan perhitungan pengurangan CO ₂ dari hasil upaya efisiensi energi.
7	Melakukan monitoring pemakaian listrik setiap bulan.	1	Rekapitulasi pemakaian listrik setiap bulan telah dicatat pada Lembar Monitoring Pemakaian Listrik.
8	Memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan di kontraktor <i>keet</i> paling tidak 50% dari jumlah ruangan.	0	Kontraktor <i>keet</i> dengan dua lantai tipikal memiliki luas 351.29 m ² , lantai satu seluas 175.72 m ² dan lantai dua seluas 175.57 m ² . Pemanfaatan cahaya sinar matahari pada kontraktor <i>keet</i> dengan memanfaatkan jendela. Untuk itu, bidang jendela yang tembus cahaya menjadi penting untuk penerangan di kontraktor <i>keet</i> . Satu jendela berjenis <i>awning</i> memiliki bidang lubang cahaya efektif berukuran 64x84 cm (0.54 m ²). Berdasarkan SNI 03-2396-2001, banyaknya lubang cahaya ideal dalam suatu ruangan dinyatakan oleh nilai WWR (<i>Window to Wall Ratio</i>) yaitu nilai ideal bukaan adalah 20% dari luas dinding keseluruhan pada orientasi yang sama.



Gambar 4.38 Denah Lantai Satu Kontraktor *Keet*



Keterangan:
D = Dinding

Gambar 4.39 Denah Lantai Dua Kontraktor Keet

Tabel 4.6 Lubang Cahaya Efektif pada Kontraktor Keet

Dinding	Luas Dinding (m ²)	Lubang Cahaya Ideal / nilai WWR (m ²)	Lubang Cahaya Efektif (m ²)
D1	10.20	2.04	1.09
D2	10.20	2.04	0.54
D3	10.20	2.04	1.09
D4	4.94	0.98	0
D5	10.20	2.04	0.54
D6	10.20	2.04	0.54
D7	6.22	1.24	0
D8	10.20	2.04	0.54
D9	10.20	2.04	0.54
D10	10.20	2.04	0.54
D11	16.70	3.34	1.09
D12	16.70	3.34	1.09
D13	27.00	5.40	2.18
D14	5.13	1.02	0
D15	16.20	3.24	1.09
D16	16.20	3.24	1.09
D17	10.26	2.05	1.09
D18	27.00	5.40	2.18
D19	8.00	1.60	6.00
D20	23.37	4.67	1.09

Dari hasil perhitungan luas keseluruhan dinding lubang cahaya efektif belum ada yang mencapai nilai WWR atau lubang cahaya ideal. Pada kondisi eksisting, siang hari seluruh ruangan masih memanfaatkan pencahayaan buatan dari lampu LED.



No	Efisiensi Energi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	------------------	------------------------	---



Gambar 4.40 Pemanfaatan Penerangan Buatan pada Ruang Kerja



Gambar 4.41 Pemanfaatan Sinar Matahari pada Area Tangga

9 Penggunaan *water reservoir* untuk penyimpanan air bersih.

1 Penggunaan *water reservoir* untuk penyimpanan air bersih sudah digunakan untuk proses konstruksi. Penggunaan *water reservoir* ini karena digunakannya sistem *up-feed*.



Gambar 4.42 Penyimpanan Air Bersih pada *Water Reservoir*

10 Membuat tata tertib atau ketentuan penggunaan peralatan kantor (lampu, Air *Conditioning*, dispenser, mesin foto copy,

1 Tata tertib penggunaan peralatan kantor telah dilakukan dengan pemasangan stiker pada peralatan kantor seperti lampu dan AC. Tata tertib berfungsi mengingatkan para pegawai kontraktor untuk melakukan upaya-upaya efisiensi energi.



No	Efisiensi Energi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	------------------	------------------------	---

komputer, pompa air, dll).



Gambar 4.43 Stiker Tata Tertib Peralatan Kantor

11	Mengatur temperatur Air Conditioning pada posisi $25^{\circ}\text{C} \pm 1$	1	Penggunaan AC telah diatur dan diusahakan pada posisi 25°C . Pada negara tropis, suhu 25° dinilai sudah cukup nyaman dan guna penghematan biaya dan energi listrik karena semakin rendah suhu AC yang dipasang akan menaikkan biaya listrik karena semakin keras kerja mesin dan komponen AC yang menyebabkan penggunaan listrik lebih banyak.
----	---	---	---



Gambar 4.44 Penggunaan AC pada Kontraktor Keet

12	Membuat jadwal transportasi bagi pekerja konstruksi dan karyawan proyek	1	Jadwal transportasi telah dibuat dari mess pekerja yang berlokasi di Perumahan Jaka Permai ke lokasi proyek berupa bus karyawan yang beroperasi pukul 08.00 pagi hari dan pukul 21.00 malam hari.
----	---	---	---

13	Menyediakan mess karyawan proyek di sekitar lokasi proyek.	1	Para karyawan proyek telah disediakan mess yang berada di Perumahan Jaka Permai yang berada dekat dengan lokasi proyek berjarak sekitar 1,8 km dari lokasi proyek.
----	--	---	--

14	Penggunaan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek.	0	Belum digunakan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek.
----	--	---	---

15	Melakukan pengukuran intensitas cahaya sesuai ketentuan (min 300 lux).	0	Pengukuran intensitas cahaya telah dilakukan pada kontraktor keet namun tidak mencapai angka minimum standar ruangan kerja. Pengukuran telah dilakukan oleh kontraktor pada beberapa titik ukur dan hasil pengukuran menunjukkan rata-rata intensitas cahaya pada angka 253 lux. Hal tersebut menandakan masih kurangnya pencahayaan alami yang masuk ke ruangan untuk mencapai penerangan yang sesuai standar ruang kerja yakni 300 lux.
----	--	---	---



No	Efisiensi Energi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	------------------	------------------------	---



Gambar 4.45 Pengukuran Intensitas Cahaya (Sumber: Juklak Pembangunan Tower Emerald)

16	Melakukan pengukuran getaran selama proses konstruksi berlangsung.	1	Pengukuran getaran selama proses konstruksi berlangsung telah dilakukan pada tahap awal pembangunan. Pengukuran getaran dilakukan untuk mengetahui seberapa besar getaran agar tidak mengganggu kenyamanan.
----	--	---	---

17	Melakukan pengukuran kebisingan selama proses konstruksi.	1	Tes kebisingan sudah dilakukan selama proses konstruksi. Tes kebisingan bertujuan untuk mengukur bising yang ditimbulkan akibat proses konstruksi agar proses konstruksi tidak mengganggu aktivitas permukiman warga yang berada di sekitar lokasi proyek konstruksi. Dari hasil pengukuran kebisingan dan keluhan warga sekitar akibat pelaksanaan pembangunan, proyek Grand Kamala Lagoon mengeluarkan inovasi pada komponen proyek yakni <i>scaffolding</i> fabrikasi yang dinamakan <i>table form</i> .
----	---	---	---



Gambar 4.46 Pengukuran Kebisingan (Sumber: Juklak Pembangunan Tower Emerald)

18	Menyediakan absorban untuk penyimpanan material Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).	1	Absorban untuk penyimpanan material Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) telah disediakan di proyek konstruksi. Adsorben berfungsi untuk menyerap material B3 tersebut dengan membentuk suatu larutan.
----	---	---	--



Gambar 4.47 Absorban B3 di Proyek



No	Efisiensi Energi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
19	Memastikan bahwa semua kendaraan dan alat berat yang digunakan dalam proyek lulus uji emisi gas buang.	0	Belum ada kebijakan untuk melakukan uji emisi gas buang terhadap alat berat yang akan digunakan di proyek sehingga tidak dapat dipastikan alat berat yang digunakan dalam proyek telah lulus uji emisi gas buang.
20	Menggunakan peralatan AC dengan COP minimum 10% lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000	1	Kontraktor <i>keet</i> telah menggunakan peralatan AC dengan COP minimum 10% lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000.

Setelah diketahui NFGC dari faktor efisiensi faktor, maka diperoleh Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) dari aspek konservasi faktor yakni sebesar 6.00 dari nilai maksimum sebesar 10.00. NAGC dari aspek ini memiliki nilai yang sama dengan NFGC karena aspek ini hanya terdiri dari satu factor *green construction*. Sebanyak 12 indikator dari jumlah total 20 indikator telah berhasil diimplementasikan pada proyek ini. Adapun Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC_{Terbaik}) aspek ini adalah 7.00. Oleh karena itu dapat disimpulkan implementasi aspek konservasi energi masih kurang di proyek perlu dilakukan langkah efisiensi energi pada indikator yang belum tercapai dan dapat diimplementasikan seperti menggunakan lampu hemat energi, memanfaatkan pencahayaan alami secara maksimal, menggunakan sensor cahaya untuk lampu penerangan, dan memasang KWH meter pada setiap sistem beban.

4.2.3 Aspek Konservasi Air

Aspek konservasi air terdiri dari faktor efisiensi air yang memiliki sepuluh indikator penilaian. Tujuan dari faktor efisiensi adalah untuk menjaga keseimbangan dan ketersediaan air. Implementasi konstruksi hijau dari faktor efisiensi air hanya mampu memenuhi empat indikator dari sepuluh indikator yang ada sehingga memperoleh NFGC sebesar 2.00 dari nilai maksimum 4.80.

Tabel 4.7 Penilaian pada Faktor Efisiensi Air

No	Efisiensi Air	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Menampung air hujan untuk digunakan kembali dalam berbagai kegiatan yang tidak disyaratkan air layak minum.	0	Belum dilakukan upaya menampung air hujan untuk digunakan pada aktivitas proyek konstruksi.



No	Efisiensi Air	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---------------	------------------------	---

2	Pemasangan alat meteran air di setiap keluaran sumber air bersih (PDAM, air tanah).	0	
---	---	---	--

Pada setiap keluaran sumber air bersih belum dipasang alat meteran air untuk mengukur banyaknya aliran air secara terus menerus pada proses konstruksi. Salah satu penyebabnya adalah tidak diharuskan oleh pemilik proyek.



Gambar 4.48 Water Reservoir di Proyek

3	Melakukan monitoring pemakaian air setiap bulan.	1	
---	--	---	--

Pencatatan pemakaian air pada lembar pemakaian air per bulan telah dilakukan untuk mengetahui volume kumulatif pemakaian air setiap bulan sehingga dapat mengontrol pemakaian air untuk upaya penghematan.

4	Menggunakan kran otomatis untuk <i>washafel</i> di kantor proyek.	0	
---	---	---	--

Kran pada *washafel* di kantor proyek masih menggunakan kran manual. Apabila kran otomatis diterapkan di proyek dapat menghemat pemakaian air karena air tidak banyak terbuang yang menimbulkan pemborosan.



Gambar 4.49 Wastafel pada Kantor Proyek

5	Memasang stiker “gunakan air secukupnya” di tempat sumber keluaran air.	1	
---	---	---	--

Pada setiap tempat keluaran air telah dipasang stiker “gunakan air secukupnya”. Pemasangan stiker di proyek berfungsi untuk mengingatkan para pegawai dan pekerja konstruksi untuk penghematan air.



Gambar 4.50 Pemasangan Stiker “Gunakan Air Secukupnya”



No	Efisiensi Air	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
6	Penggunaan <i>shower</i> untuk mandi pekerja konstruksi.	1	Penggunaan <i>shower</i> pada kamar mandi pekerja telah dilakukan untuk menghemat konsumsi air sehingga air lebih sedikit terbuang dibandingkan penggunaan gayung. 
Gambar 4.51 Penggunaan <i>Shower</i> pada Kamar Mandi Pekerja			
7	Membuat perencanaan dalam pemanfaatan air <i>dewatering</i> .	0	Pekerjaan <i>dewatering</i> mengendalikan air tanah agar tidak mengganggu proses konstruksi struktur yang ada di dalam tanah atau di bawah muka air tanah dengan melakukan pengeringan air. Proses <i>dewatering</i> dilakukan saat muka air tanah pertama menggenang, muka air tanah akan dihisap dengan pompa. Pada tahap pembangunan awal proyek tidak dilakukan perencanaan untuk memanfaatkan limbah air dari hasil pekerjaan <i>dewatering</i> . Air hasil <i>dewatering</i> di proyek dialirkan ke sumur resapan atau <i>recharge well</i> .
8	Membuat <i>recharge well</i> berupa sumur resapan atau lubang biopori.	1	Pembuatan lubang biopori telah dilakukan pada halaman kontraktor <i>keet</i> . Lubang biopori pada proyek berfungsi untuk meningkatkan daya resapan air dan mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh genangan air. 
Gambar 4.52 Lokasi Lubang Biopori di Lokasi Proyek			
9	Memasang piezo meter untuk memonitor muka air tanah.	0	Pemasangan piezo meter untuk mengukur muka air tanah belum diimplementasikan di proyek.
10	Memanfaatkan air <i>dewatering</i> untuk kegiatan di lapangan	0	Belum dilakukan perencanaan untuk memanfaatkan limbah air dari hasil pekerjaan <i>dewatering</i>



Berdasarkan perolehan NFGC pada faktor efisiensi air, maka didapatkan NAGC pada aspek konservasi air yakni sebesar 2.00 dari nilai maksimum 4.80. NAGC pada aspek konservasi air memiliki nilai yang sama dengan faktor *green construction*nya karena aspek ini hanya terdiri dari satu faktor. Dalam aspek ini, proyek konstruksi mampu mengimplementasikan empat indikator dari total sepuluh indikator yang ditetapkan. Adapun NAGC_{Terbaik} dari aspek ini adalah 3.00. Hal tersebut menunjukkan implementasi aspek konservasi air masih kurang di proyek seperti upaya dalam melakukan pemantauan pemakaian air, penghematan konsumsi air dan melakukan daur ulang pemakaian air selama proses konstruksi.

4.2.7 Aspek Sumber dan Siklus Material

Aspek sumber dan siklus material terdiri dari dua faktor *green construction* yakni pengelolaan material yang memiliki sepuluh indikator serta lima indikator perencanaan dan penjadwalan proyek.

1. Pengelolaan material

Tujuan dari faktor ini adalah penggunaan bahan bangunan ramah lingkungan. Implementasi konstruksi hijau pada faktor pengelolaan material di proyek mampu memenuhi 4 indikator dari 10 indikator yang dinilai. NFGC yang diperoleh sebesar 1.02 dari nilai maksimum 2.37. Indikator yang diimplementasikan bernilai setengah dari nilai maksimum sehingga perlu dilakukan upaya untuk mencapai tujuan dari pengelolaan material yakni penggunaan bahan bangunan ramah lingkungan.

Tabel 4.8 Penilaian pada Faktor Pengelolaan Material

No	Pengelolaan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
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 (TPA).	0	Penggunaan material bekas bangunan lama dari tempat lain belum diterapkan di proyek. Seluruh material yang digunakan pada pekerjaan arsitektural dan pekerjaan struktural merupakan material baru yang diperoleh langsung dari produsen maupun <i>supplier</i> .
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	0	Dalam pengadaan material di proyek tidak ada persyaratan material maupun manajemen vendor bersertifikasi <i>green</i> (menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan) sehingga dari pihak kontraktor maupun <i>owner</i> dan perencana tidak mengetahui bahan bangunan yang telah



No	Pengelolaan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	----------------------	------------------------	---

			tersertifikasi ramah lingkungan. Total material untuk indikator ini adalah minimum 30%.
--	--	--	---

3	Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya/bersertifikat.	0	Pada proyek Grand Kamala Lagoon, terdapat tiga jenis penggunaan kayu yakni kusen kayu, daun pintu kayu, dan kayu <i>phenol film</i> untuk bekisting pengecoran. Kusen dan daun pintu kayu sudah bersertifikat sementara kayu <i>Phenol Film</i> sebagai bodeman bekisting balok dan plat lantai belum bersertifikat. Salah satu penyebabnya adalah harga kayu yang bersertifikat lebih mahal dan tidak diharuskan oleh pemilik proyek. Nilai 0 diberikan karena indikator berlaku untuk seluruh penggunaan kayu di proyek (100% total biaya material)
---	--	---	---



Gambar 4.53 Kayu pada Kusen Kayu



Gambar 4.54 Kayu *Phenol Film* untuk Bodeman Bekisting Balok

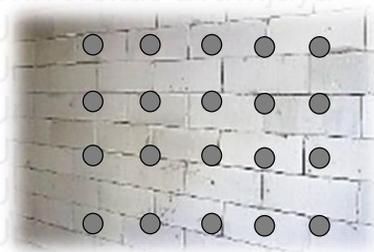
4	Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material untuk mengurangi sampah konstruksi.	1	Beberapa upaya untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material untuk mengurangi sampah konstruksi dilakukan di proyek dengan cara sebagai berikut:
---	--	---	---

- a. Efisiensi dilakukan pada saat perencanaan dimensi ruang yang didasarkan dengan penggunaan ukuran standar material pabrik untuk semua material bangunan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya limbah yang di hasilkan dari sisa pemotongan material.
- b. Perencanaan ukuran pemotongan besi pada *shop drawing* sehingga besi habis terpakai serta penggunaan metode yang paling efisien, pembuatan rangkaian besi beton seperti *overlapping 4d* (diameter tulangan) dan



No	Pengelolaan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	----------------------	------------------------	---

			<p>menetapkan maksimum $waste \geq 3\%$ dengan minimumnya jumlah $waste$ besi di lapangan</p> <p>c. Penetapan ukuran pemotongan material arsitektural seperti $\geq \frac{1}{2}$ badan keramik dan <i>homogenous tile</i> untuk penutup lantai, $\geq \frac{1}{3}$ badan keramik untuk dinding sehingga mengurangi sisa potongan yang tidak efisien.</p> <p>d. Pemesanan kaca sesuai dengan dimensi kaca yang dibutuhkan pada <i>curtain wall schedule</i> untuk mengurangi banyaknya sisa pemotongan kaca.</p> <p>e. Perhitungan volume yang akurat untuk pemakaian <i>ready mix</i> juga dilakukan untuk mengurangi limbah sisa pengecoran dan merencanakan urutan pekerjaan pengecoran yang terstruktur.</p> <p>f. Penggunaan <i>table form</i> sebagai upaya efisiensi pemakaian kayu untuk bekisting</p> <p>g. Pemilihan penggunaan <i>wiremesh</i> sebagai pengganti pemakaian besi beton konvensional.</p> <p>h. Penetapan jarak penempelan kepalaan perekat pada pemasangan gypsum <i>board</i> ke bata ringan untuk mengurangi pemakaian <i>compound</i>.</p>
--	--	--	--



Gambar 4. 55 Peletakan Kepalaan Perekat Gypsum

5	Mengurangi jejak karbon yang ditimbulkan oleh pengadaan material/produk dengan cara menggunakan material disekitar proyek atau produk lokal sehingga mampu mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri.		
1			<p>Penggunaan produk di sekitar proyek yang berada di area Jabodetabek dalam radius 1.000 km dari proyek telah dilakukan pada proyek Grand Kamala Lagoon untuk mengurangi jejak karbon dari pengadaan material. Adapun jarak tempuh distribusi material dari <i>supplier</i> material ke proyek sebagai berikut.</p> <p>a. <i>Supplier</i> besi beton:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PT. Cakratunggal Steel (12.7 km) • PT. Delco Prima (27.5 km) <p>b. <i>Supplier</i> beton <i>ready-mix</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • PT. Adhimix Precast Indonesia Plant Cakung (14.2 km), Plant Pulogadung (14.8 km) • PT. PP Alat Konstruksi Plant Bekasi (≤ 200 meter)



No	Pengelolaan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
			<p>c. <i>Supplier</i> kayu <i>phenol film</i> : PT. Supra Manunggal Sejati (36.1 km)</p> <p>d. <i>Supplier wiremesh</i> : PT. Union Metal (21.2 km)</p> <p>e. <i>Supplier</i> lantai <i>homogenous tile</i> : PT. Bintang Jaya Makmur (34.5 km)</p> <p>f. <i>Supplier</i> lantai keramik : distributor resmi Platinum Ceramics Industry (35.9 km)</p> <p>g. <i>Supplier</i> bata ringan dan semen instan : PT. Powerblock Indonesia (21.5 km), PT. Barindo (36.6 km)</p> <p>h. <i>Supplier</i> gypsum <i>board</i> : CV. Widodo Makmur (4.4 km)</p> <p>i. <i>Supplier</i> keramik dinding : PT. Alfa Eka Sapta (13.6 km)</p> <p>j. <i>Supplier</i> kusen aluminium, transom dan mullion (rangka <i>curtain wall</i>), : PT. Alexindo (7.5 km)</p> <p>k. <i>Supplier</i> kusen kayu dan pintu kayu : PT. Mega Selaras Utama (23.3 km)</p> <p>l. <i>Supplier</i> kaca panasap: PT. Maruni <i>Glass</i> (40.6 km)</p> <p>m. <i>Supplier</i> aluminium <i>composit</i> panel: PT. Indoflex Jaya Sakti (12.7 km) dan PT. Sinar Surya Alumindo (30.0 km)</p> <p>n. <i>Supplier</i> bahan baku GRC: <ul style="list-style-type: none"> • <i>fiber glass</i> : PT. Delima Karya Putra (44.1 km) • semen : PT. Inti Niaga (< 50 km) • pasir : PT. Ida Bagus (<50 km) </p>
6	Penggunaan <i>container</i> untuk kantor di lokasi proyek.	0	Kontraktor <i>keet</i> pada lokasi proyek tidak menggunakan <i>container</i> tetapi menggunakan multipleks 9 mm. Dari penggunaan multipleks memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah kemudahan material multipleks setelah masa konstruksi untuk di daur ulang. Sementara kekurangannya adalah penggunaan lebih banyak material baru seperti kayu (multipleks) dan tidak memanfaatkan sisa limbah seperti <i>container</i> . Kendala implementasi di proyek karena <i>container</i> dinilai tidak mampu memenuhi kebutuhan ruang untuk kontraktor.



Gambar 4.56 Kontraktor *Keet* PT.PP Cabang III



No	Pengelolaan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
7	Penggunaan fasilitas sementara (<i>temporary facility</i>) dalam proses konstruksi.	1	Seluruh fasilitas dalam proses konstruksi menggunakan multipleks 9 mm sehingga bangunannya bersifat sementara.
8	Menggunakan metoda prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan.	0	Total material untuk indikator ini adalah minimum 30%. Metode konvensional dalam pelaksanaan pekerjaan struktural maupun arsitektural lebih banyak dilakukan dibandingkan dengan penggunaan metode prafabrikasi. Metode prafabrikasi hanya dilakukan pada pekerjaan plat lantai <i>precast</i> dan tangga <i>precast</i> . Salah satu kendalanya adalah tidak semua sistem struktur dapat dilakukan prafabrikasi terkait ketersediaan <i>workshop</i> prafabrikasi di proyek.
			
(a) (b) Gambar 4.57 (a) Prafabrikasi Plat Lantai <i>Precast</i> dan (b) Tangga <i>Precast</i>			
9	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	0	Dari pihak kontraktor dan perencana pada <i>owner</i> pada Tower Emerald menyatakan tidak ada material yang terkategori material hasil proses daur ulang. Total material untuk indikator ini minimal 30%
10	Menggunakan material lokal sebagai bahan konstruksi.	1	Untuk total material untuk indikator ini minimal 50%. Material lokal sebagai bahan konstruksi telah digunakan pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon dengan mendatangkan produk yang diproduksi dalam radius 500 mil (800 km). Penggunaan material lokal selain mendukung pertumbuhan ekonomi dalam negeri juga menjadi pertimbangan jarak material ke lokasi pekerjaan menjadi relatif lebih dekat sehingga berpotensi untuk mereduksi emisi yang bersumber dari penggunaan bahan bakar yang berdampak pada emisi CO ₂ . Yang termasuk material lokal di proyek adalah semua material yang digunakan di proyek kecuali lantai <i>homogenous tile</i> yang digunakan untuk unit apartemen dan aluminium <i>composit panel</i> yang digunakan untuk fasad yang keduanya diimpor dari China.

2. Perencanaan dan penjadwalan material

Tujuan dari faktor ini adalah menjaga keberlanjutan sumberdaya alam yang terbarukan dengan cara menerapkan pengelolaan yang baik sementara untuk sumberdaya alam tidak terbarukan dapat memperpanjang daur hidupnya. Semua indikator pada faktor

perencanaan dan penjadwalan proyek telah dipenuhi pada proyek ini sehingga memperoleh NFGC maksimum yakni 1.73.

Tabel 4.9 Penilaian pada Faktor Perencanaan dan Penjadwalan Material

No	Perencanaan dan Penjadwalan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Mengutamakan kemampuan <i>supplier</i> lokal dalam menyediakan kebutuhan material.	1	Material yang digunakan sebagian besar didatangkan dari <i>supplier-supplier</i> lokal yang berlokasi di area Jabodetabek (masih dalam radius 1000 km).
2	Memberikan perhatian terhadap perlindungan material.	1	Perlindungan terhadap material dilakukan dengan pemberian alas untuk penyimpanan material berupa palet kayu dan memberi bantalan-bantalan alas, penyimpanan material pada gudang tertutup untuk material sensitif dan penutupan material dengan terpal.



Gambar 4.58 Closed Warehouse Material



Gambar 4.59 Perlindungan terhadap Material Keramik dan Semen



Gambar 4.60 Los Penyimpanan Besi



Gambar 4.61 Penyimpanan Plywood pada Gudang Penyimpanan Terbuka



No	Perencanaan dan Penjadwalan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	--------------------------------------	------------------------	---



Gambar 4.62 Penyimpanan Semen Instan pada Area Transit



Gambar 4.63 Penyimpanan Kusen Aluminium



Gambar 4.64 Penyimpanan Aluminium *Hollow*



Gambar 4.65 Penyimpanan Cat di Gudang Penyimpanan Cat



Gambar 4.66 Penyimpanan GRC pada *Workshop* Fabrikasi



No	Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---	------------------------	---

3 Memberikan perhatian terhadap perlindungan peralatan.

1

Perhatian terhadap perlindungan peralatan telah diberikan dengan cara meletakkan peralatan gudang tertutup jika tidak terpakai, menutup peralatan yang rawan terhadap cuaca.



Gambar 4.67 Peralatan pada Gudang Tertutup



Gambar 4.68 Pelindungan Peralatan pada Ruang Luar



Gambar 4.69 Pengangkutan Peralatan dengan Tower Crane

4 Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan material.

1

Perhatian pada urutan pengadaan material telah dilakukan sesuai dengan prosedur dimulai pemesanan material sampai dengan penyimpanan material. Adapun urutan pengadaan material di proyek:

1. Pemesanan material dimulai dari pengeluaran SPP (Surat Perintah Pembelian) berdasarkan RAPK (Rencana Anggaran Biaya Proyek Pembangunan)
2. Pengeluaran IPB (Instruksi Pembelian Barang) sesuai jenis pekerjaan.
3. Setelah ada IPB, dilakukan PO (*Purchase Order*) kepada *supplier* material masing-masing sesuai dengan perhitungan kebutuhan material oleh kontraktor dengan persetujuan SOM (*Site Operational Manager*), SEM (*Site Engineer Manager*) dan POP (Pengendalian Operasional Proyek)
4. Setelah pesanan material sampai di proyek, dilakukan pengecekan *invoice* atau faktur mengenai jumlah material, spesifikasi material, dan kondisi material. Jika terdapat tidak kesesuaian jumlah dan spesifikasi dikembalikan ke *supplier* namun berdasarkan data



No	Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---	------------------------	---

divisi *logistic* belum terjadi kesalahan selama masa konstruksi saat pendaratan material.

5. Penanganan material dilakukan dengan hati-hati sampai ke gudang penyimpanan. Material yang memiliki bobot berat dan rawan pecah diturunkan menggunakan kendaraan forklift.
6. Material diberikan alas berupa palet kayu sehingga tidak menyentuh permukaan secara langsung yang dapat merusak material.

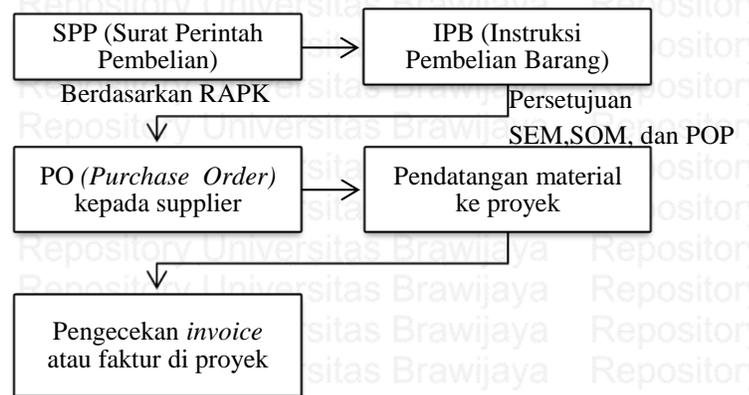


Diagram 4.2 Alur Pengadaan Material

Pengadaan material arsitektural seperti pekerjaan kusen, jendela, pintu, lantai, keramik, ACP, kaca dilakukan oleh *owner* sedangkan material struktural seperti bata ringan, mortar, besi, semen, pasir, *ready mix* dilakukan oleh kontraktor.

5	Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan peralatan.	1	<p>Pengadaan peralatan juga telah dilakukan sesuai dengan urutan pekerjaan oleh divisi peralatan. Pengadaan dimulai dari perencanaan kebutuhan peralatan terkait jenis peralatan apa saja yang perlu dilakukan pengadaan, spesifikasi utamanya antara lain kapasitas, berapa jumlah unit untuk tiap jenis peralatan kemudian pengadaan peralatan ditempuh dengan beberapa cara yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. dari milik sendiri yang sudah ada (PT.PP Cabang III) b. menyewa dari perusahaan sewa, apabila peralatan yang dibutuhkan tidak tersedia sendiri (melalui PT. PP Alat Konstruksi) <p>Pengadaan peralatan memiliki alur yang sama dengan pengadaan material hanya terdapat perbedaan pada divisi yang melakukan mengadakan peralatan dan sebelum dilakukan pemesanan (<i>purchase order</i>) selain atas persetujuan SOM, SEM, dan POP juga atas persetujuan konsultan MK (Manajemen Konstruksi).</p>
---	---	---	--

Aspek sumber dan siklus material memiliki dua faktor yakni pengelolaan material serta perencanaan dan penjadwalan proyek konstruksi yang masing-masing memiliki NFGC sebesar 1.02 dan 1.73. Dari kedua faktor tersebut dapat diperoleh NAGC dari aspek sumber dan siklus material yakni sebesar 0.26 dari nilai maksimum 0.38. Sebanyak 9 indikator dari



total 15 indikator yang ada terkait sumber dan siklus material sudah diimplementasikan pada proyek konstruksi. Adapun Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC_{Terbaik}) dari aspek ini adalah 0.31. Implementasi proyek dalam aspek sumber dan siklus material masih kurang untuk mencapai tujuannya yakni menahan eksploitasi laju sumberdaya alam tidak terbarukan untuk memperpanjang daur hidup material.

4.2.7 Aspek Kesehatan dan Kenyamanan dalam Proyek

Aspek ini terdiri dari dua faktor yakni program kesehatan dan keselamatan kerja yang memiliki 3 indikator dan faktor kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi memiliki 17 indikator.

a. Program kesehatan dan keselamatan kerja

Tujuan dari faktor ini adalah terjaminnya kesehatan dan keselamatan pekerja konstruksi selama pelaksanaan proyek konstruksi. Implementasi konstruksi hijau pada faktor ini mampu memenuhi semua indikator yang ada sehingga memperoleh nilai maksimum dari NFGC yakni sebesar 0.77. Dari perolehan nilai yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa tujuan dari faktor ini yakni terjaminnya kesehatan dan keselamatan pekerja konstruksi selama pelaksanaan proyek konstruksi sudah diperhatikan dengan sangat baik.

Tabel 4.10 Penilaian pada Faktor Program Kesehatan Dan Keselamatan Kerja

No	Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Membuat jadwal untuk kegiatan yang menimbulkan emisi untuk mengurangi dampaknya terhadap pekerja konstruksi.	1	Jadwal untuk kegiatan yang menimbulkan emisi seperti moda transportasi kedatangan material, pengangkutan dan pengangkutan material dengan kendaraan <i>forklift</i> , kegiatan pengecoran telah dibuat di proyek. Dengan adanya jadwal tersebut, emisi dari semua kendaraan dan mesin-mesin yang menghasilkan gas buang atau emisi CO ₂ menjadi lebih terkontrol.
2	Memisahkan bedeng pekerja dari lokasi proyek.	1	Bedeng pekerja telah dibuat terpisah dari lokasi proyek konstruksi Tower Emerald yakni berada di depan Tower Barclay yakni ±100 meter dari Tower Emerald.



Gambar 4.70 Bedeng Pekerja



No	Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
3	Menjamin terjadinya sirkulasi udara selama proyek berlangsung khususnya pada fasilitas tertentu (misalnya lorong).	1	Pada lorong area tower, selama proyek berlangsung sirkulasi udara dapat berlangsung dengan baik akibat udara yang masuk dari unit apartemen yang belum sepenuhnya tertutup fasad .



Gambar 4.71 Lorong Area Tower Proyek Konstruksi

b. Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi

Tujuan dari faktor ini adalah terciptanya lingkungan kerja dengan memperhatikan proses konstruksi yang efisien, efisiensi konsumsi energi, dan didukung moral pekerja. Implementasi konstruksi hijau pada faktor ini memenuhi 14 indikator dari 17 indikator yang ada. NFGC yang diperoleh sebesar 4.03 dari nilai maksimum 4.96. Indikator yang diperhatikan belum diimplementasikan pada proyek ini adalah belum dilakukannya pemilihan metode konstruksi didasarkan pada minimalisasi debu agar tercipta lingkungan kerja yang sehat.

Tabel 4.11 Penilaian pada Faktor Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi

No	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Memberikan prioritas terhadap kesehatan pekerja konstruksi.	1	Prioritas terhadap kesehatan pekerja konstruksi telah diberikan seperti meminimalisasi polusi yang ditimbulkan dari aktivitas konstruksi, menyediakan area khusus merokok, tidak menggunakan material yang berbahaya seperti asbes.
2	Memberikan perhatian terhadap kesehatan masyarakat umum yang berada di sekitar lokasi proyek konstruksi.	0	Perhatian terhadap masyarakat umum di sekitar lokasi proyek konstruksi belum diberikan dari PT.PP.
3	Melakukan pemilihan metoda konstruksi didasarkan pada minimalisasi debu agar tercipta lingkungan kerja yang sehat.	1	Pemilihan metode konstruksi didasarkan pada minimalisasi debu sudah dilakukan di proyek dengan cara beberapa pekerjaan dilakukan dengan metode prefabrikasi.



No	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
4	Melakukan pemilihan metoda konstruksi didasarkan pada minimalisasi bahan/benda yang menyebabkan pencemaran (polutan).	0	Di proyek belum dilakukan pemilihan bahan/benda berdasarkan kandungan polutannya untuk minimalisasi bahan/benda yang menyebabkan polutan pada pemilihan metode konstruksi.
5	Mengganti peralatan tahun pembuatan lama dengan yang baru agar konsumsi energi lebih efisien dan rendah emisi.	1	Peralatan yang digunakan merupakan pembuatan baru. Kriteria yang ditetapkan oleh proyek yang dikelola oleh PT. PP adalah usia alat harus dibawah 5 tahun sedangkan uji emisi belum ditetapkan sebagai kriteria.
6	Memperhatikan timbulnya debu yang dihasilkan oleh kegiatan dekonstruksi.	0	Kegiatan dekonstruksi yang dilakukan pada proyek ini ketika dilakukan pembobokan dinding di sekitar bukaan karena ukuran bukaan yang tidak sesuai dengan ukuran kusen aluminium untuk jendela. Perhatian terhadap timbulnya debu yang dihasilkan oleh kegiatan konstruksi belum dilakukan.
7	Memberikan perhatian terhadap material yang mengandung zat berbahaya (cat, lem, <i>sealant</i>)	1	Perhatian terhadap material yang mengandung bahan-bahan kimia dilakukan dengan menutup rapat (cat, lem, <i>sealant</i>). Hal tersebut berguna untuk menjaga residu bahan dari kemungkinan terkontaminasinya bahan dengan bahan kimia di lokasi bangunan.



Gambar 4.72 Dekonstruksi pada Dinding Unit Apartemen



Gambar 4.73 Penutupan Rapat pada Lem



No	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
8	Memasang tanda dilarang merokok di kantor proyek.	1	Pemasangan tanda dilarang merokok di kantor proyek telah diimplementasikan. Pemasangan tanda tersebut bertujuan untuk mengingatkan pegawai untuk tetap menjaga kualitas udara di kantor proyek.
			
<p>. Gambar 4.74 Pemasangan Tanda Dilarang Merokok di Kantor <i>Keet</i></p>			
9	Memasang tanda dilarang merokok di lokasi kerja.	1	Pemasangan tanda dilarang merokok di lokasi kerja telah diimplementasikan. Pemasangan tanda tersebut bertujuan untuk mengingatkan pekerja konstruksi untuk tetap menjaga kualitas udara di kantor proyek.
			
<p>Gambar 4.75 Pemasangan Tanda Dilarang Merokok di Lokasi Proyek</p>			
10	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar kontraktor <i>keet</i> .	1	Penyediaan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar kontraktor <i>keet</i> telah disediakan.
			
<p>Gambar 4.76 Gazebo (Kantin dan Area Merokok)</p>			
11	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar lokasi kerja.	1	Penyediaan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar lokasi kerja telah disediakan. Fasilitas tersebut <i>shelter</i> yang diletakan di dua titik lokasi kerja.



No	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---	------------------------	---



Gambar 4.77 Shelter untuk Merokok

12	Tidak menggunakan material asbes.	1
----	-----------------------------------	---

Di dalam lokasi proyek konstruksi tidak digunakan material asbes termasuk atap untuk *temporary facility*. Dewasa ini semakin disadari bahaya paparan debu asbes bagi keselamatan dan kesehatan pekerja. ILO (1982) menyebutkan bahaya kesehatan yang ditimbulkan dari debu asbes adalah asbestosis (fibrosis), kanker paru-paru termasuk kanker batang tenggorokan dan mesothelioma yakni kanker pada bagian lain saluran pernapasan seperti kanker pleura.



Gambar 4.78 Tidak Menggunakan Asbes untuk Atap

13	Tidak menggunakan lampu merkuri untuk penerangan di lokasi proyek dan kantor proyek.	1
----	--	---

Di lokasi proyek menggunakan lampu TL dan pada kantor proyek menggunakan lampu LED sehingga tidak ditemukan penggunaan lampu merkuri.



Gambar 4.79 Lampu TL pada Lokasi Proyek dan LED pada Kantor Proyek



No	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---	------------------------	---

14	Tidak menggunakan styrofoam untuk insulasi panas.	1	
----	---	---	--

Pada insulasi panas saat pengeringan beton tidak digunakan styrofoam. Alat insulasi yang digunakan pada proyek ini menggunakan air (*precooling of concrete*) dan menggunakan *plastic sheets (surface insulation)*. Styrofoam merupakan material yang tidak ramah lingkungan karena membutuhkan waktu yang lama untuk terurai.



Gambar 4.80 *Precooling of Concrete*



Gambar 4.81 *Surface Insulation*

15	Melakukan pemasangan <i>safety net</i> untuk keamanan atau pengaman agar material tidak jatuh saat proses konstruksi.	1	
----	---	---	--

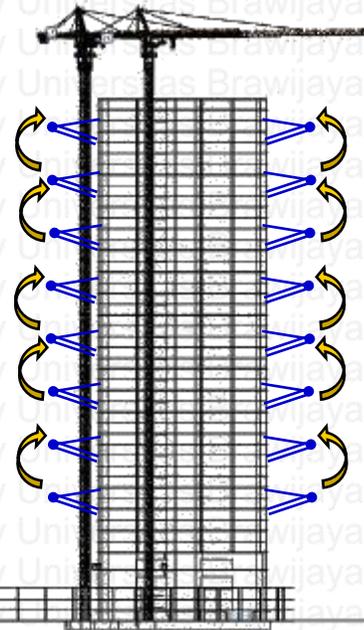
Pemasangan *safety net* pada titik tertentu telah dilakukan untuk melindungi material agar tidak jatuh saat proses konstruksi. Pemasangan *safety net* di proyek dipasang setiap lima lantai. *Safety net* juga berfungsi sebagai penyaring debu yang ditimbulkan dari aktivitas konstruksi



Gambar 4.82 Pemasangan *Safety Net*



No	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---	------------------------	---



Gambar 4.83 Pemasangan Safety Net (Sumber: Juklak PT.PP Cabang III – Pembangunan Tower Emerld)

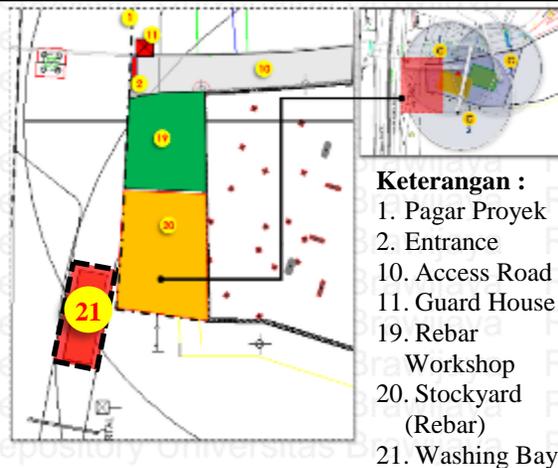
16	Melakukan penyiraman lapangan di lokasi proyek untuk mengurangi timbulnya debu.	1	Penyiraman lapangan di lokasi proyek telah dilakukan dengan truck <i>sprinkle</i> untuk mengurangi timbulnya debu.
17	Mengadakan fasilitas <i>washing bay</i> untuk menjaga kebersihan jalan sebagai fasilitas umum.	1	Fasilitas <i>washing bay</i> di dalam lokasi proyek konstruksi dilakukan pada malam hari. <i>Washing bay</i> adalah area cuci truk <i>mixer</i> yang disediakan di proyek agar kendaraan (roda truk) tidak mengotori jalan umum.



Gambar 4.84 Fasilitas *Washing Bay* di Proyek (Sumber: Dokumentasi PT.PP Cabang III)



No	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---	------------------------	---



Gambar 4.85 Site Installation

Aspek kesehatan dan keselamatan kerja memiliki dua faktor yakni program kesehatan dan keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi yang masing-masing memperoleh NFGC sebesar 0.77 dan 4.03. Dari kedua faktor tersebut, NAGC yang diperoleh dari aspek kesehatan dan keselamatan kerja adalah 2.46 dari nilai maksimum 2.94. Sebanyak 17 indikator dari total 20 indikator telah diimplementasikan. Adapun Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC_{Terbaik}) dari aspek ini adalah 2.57. Oleh karena itu, dapat disimpulkan implementasi konstruksi hijau yang dilaksanakan melalui perhatian kepada kesehatan dan keselamatan kerja masih kurang tercapai.

4.2.6 Aspek Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi

Aspek ini terdiri dari 4 faktor *green construction* yakni dokumentasi yang memiliki 8 indikator, manajemen lingkungan proyek memiliki 15 indikator, pelatihan bagi subkontraktor yang terdiri dari 4 indikator, dan manajemen limbah konstruksi yang terdiri dari 12 indikator.

a. Dokumentasi

Tujuan dari faktor ini adalah untuk menyiapkan dan memastikan proses konstruksi yang akan dilaksanakan ramah lingkungan. Dari total delapan indikator konstruksi hijau pada faktor ini, baru dua faktor yang berhasil diimplementasikan pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon. NFGC yang diperoleh adalah 0.35 dari nilai maksimum 0.85. Dengan perolehan nilai pada faktor ini, dapat disimpulkan tujuan dari faktor ini yakni untuk



menyiapkan dan memastikan proses konstruksi yang akan dilaksanakan ramah lingkungan belum tercapai.

Tabel 4.12 Penilaian pada Faktor Dokumentasi

No	Dokumentasi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Melakukan pencatatan terkait dengan jumlah material sisa.	0	Pencatatan terkait jumlah material sisa belum diimplementasikan di proyek, divisi SHE hanya mencatat jumlah sampah yang akan dikeluarkan tetapi tidak membuat rincian jumlah sisa pada setiap material.
2	Melakukan pencatatan jumlah penggunaan material terbarukan.	0	Penggunaan material terbarukan belum dilakukan di proyek Grand Kamala Lagoon terkendala oleh keterbatasan informasi kontraktor dan ketersediaan jenis material yang terbarukan sehingga belum dilakukan pencatatan jumlah penggunaan material terbarukan.
3	Melakukan pencatatan jumlah kandungan material daur ulang (<i>recycle</i>).	0	Penggunaan material daur ulang (<i>recycle</i>) belum dilakukan di proyek Grand Kamala Lagoon sehingga tidak dilakukan pencatatan jumlah kandungan material daur ulang (<i>recycle</i>).
4	Melakukan pencatatan terkait dengan jumlah kandungan material lokal.	1	Pencatatan terkait jumlah kandungan material lokal atau TKDN (Tingkat Kandungan Dalam Negeri) telah dilakukan pada dokumen tender proyek. Pencatatan mengenai jumlah kandungan material lokal di proyek dilakukan untuk mendukung penggunaan material/produk lokal pada proyek-proyek pembangunan PT.PP di Indonesia.
5	Melakukan pencatatan penggunaan produk dari kayu bersertifikat.	0	Pencatatan mengenai produk-produk kayu yang bersertifikat belum dilakukan pada proyek.
6	Melakukan pencatatan tentang jumlah pengiriman material serta cara-cara melindunginya.	1	Pencatatan tentang jumlah pengiriman dan pemesanan material serta cara perlindungannya di proyek telah dilakukan oleh divisi <i>logistic</i> . Pencatatan ini guna mencegah terjadinya limbah material akibat kesalahan pemesanan dan penanganan material di proyek.
7	Mendokumentasikan mengenai program kualitas udara di proyek konstruksi.	0	Program kualitas udara belum diimplementasikan di proyek sehingga tidak ada dokumentasi terkait.
8	Membuat dokumentasi tentang manajemen limbah konstruksi.	1	Dokumentasi manajemen limbah konstruksi dilakukan oleh SHE (K3) PT.PP dengan cara pengambilan foto pada saat pengumpulan limbah di satu area dan pengangkutan limbah dengan kendaraan ke luar proyek. Dokumentasi dilakukan sebagai bukti telah ada upaya manajemen limbah konstruksi di proyek.



No	Dokumentasi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
			 <p>Gambar 4.86 Pengelolaan Limbah Konstruksi di Proyek (Sumber: Dokumentasi SHE PT.PP Cabang III)</p>

b. Manajemen lingkungan proyek konstruksi

Tujuan faktor ini adalah untuk mengurangi penggunaan berbagai material bangunan dengan cara memakai kembali dan mendaur ulang. Implementasi konstruksi hijau pada faktor manajemen lingkungan proyek konstruksi faktor memenuhi tujuannya yakni mengantisipasi dampak akibat proses konstruksi terhadap lingkungan di sekitar lokasi proyek. Hal tersebut karena pada faktor ini mampu mengimplementasikan 14 indikator dari 15 indikator yang ada sehingga memperoleh nilai 2.09 dari nilai maksimum 2.20.

Tabel 4.13 Penilaian pada Faktor Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi

No	Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Menyediakan tempat sampah konstruksi.	1	Tempat sampah konstruksi telah disediakan di lokasi proyek konstruksi sesuai dengan jenis sampah. Pembedaan tempat sampah konstruksi dilakukan oleh SHE untuk memudahkan pengelompokan sampah konstruksi pada saat pembuangan akhir. 
2	Melakukan pemilahan sampah konstruksi sesuai jenisnya.	1	Pemilahan sampah sesuai jenisnya telah dilakukan karena terdapat pembedaan tiga jenis tempat sampah.
3	Penyediaan tempat sampah rumah tangga (organik, anorganik, bahan berbahaya dan	1	Di sekitar lokasi kerja, penyediaan tempat sampah rumah tangga sudah dibedakan berdasarkan sampah organik, anorganik, bahan berbahaya dan beracun. Adapun yang termasuk sampah rumah tangga adalah semua sampah yang bukan sisa proses konstruksi seperti kertas, plastik.



No	Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
	beracun) disekitar lokasi kerja.		
4	Melakukan pemilihan sampah rumah tangga sesuai jenisnya.	1	Telah tersedianya pembedaan tempat sampah sesuai dengan jenisnya menyebabkan pekerja terlebih dahulu memilah sampah sebelum membuang.
5	Bekerja sama dengan pihak ketiga (pegepul, penampung).	1	PT.PP Cabang III telah melakukan kerjasama dengan pihak ketiga yang merupakan masyarakat di sekitar proyek konstruksi yakni karang taruna dan Wahyudi/Sudar.
6	Memonitoring atau pencatatan sampah yang dikeluarkan.	1	Monitoring sampah yang dikeluarkan dilakukan dengan pencatatan pada lembar rite sampah/limbah proyek. Pada tahun 2016 total akumulasi volume sampah yang dihasilkan adalah 1.001 m ³ berupa sampah konstruksi (kayu, besi, puing/bobokan) sementara akumulasi 2016 sampai Februari 2017 akumulasi volume sampah tercatat 1.224 m ³ berupa puing/ bobokan.
7	Menyajikan makanan dan minimum menggunakan dengan sistem <i>catering</i> untuk meminimalkan timbulnya sampah.	1	Makanan dan minuman yang disajikan untuk makan siang telah disiapkan dengan sistem <i>catering</i> . Penggunaan sistem <i>catering</i> bertujuan untuk mengurangi timbulnya sampah dari kemasan makanan yang digunakan oleh pegawai dan pekerja konstruksi.
			 <p>Gambar 4.88 Sistem <i>Catering</i> untuk Makan Siang Pekerja</p>
8	Tidak menggunakan minuman kemasan.	1	Telah tersedianya air minum dalam galon sehingga pekerja di dalam proyek tidak menggunakan minuman kemasan.
9	Menyediakan minuman isi ulang dalam galon	1	Pekerja telah disiapkan air minum yang berasal dari gallon.
			 <p>Gambar 4.89 Minuman Isi Ulang dalam Galon di Proyek</p>
10	Menggunakan <i>veldples</i> untuk air minum.	0	Di dalam lokasi proyek, para pekerja tidak menggunakan tempat air minum <i>veldples</i> untuk air minum. <i>Veldples</i> adalah tempat air minum yang dapat dikaitkan pada pakaian pegawai dan pekerja konstruksi sehingga dapat mengurangi sampah yang ditimbulkan dari air minum kemasan.



No	Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
11	Pemakaian kertas balok balik (dua sisi) untuk kebutuhan umum.	1	Pemakaian kertas bolak-balik (dua sisi) telah diimplementasikan untuk menghemat penggunaan kertas. 
12	Menyediakan cetakan untuk sisa agregat beton.	1	Sisa agregat beton dimanfaatkan untuk pembuatan <i>car stopper</i> dengan cetakan. 
13	Penggunaan bekas bobokan bangunan/puing bangunan untuk timbunan.	1	Bekas bobokan bangunan atau puing bangunan digunakan sebagai lantai kerja pada workshop precast half slab. Pemanfaatan bekas bobokan ini untuk mengurangi limbah sisa material konstruksi. 
14	Memaksimalkan pemanfaatan sisa potongan besi tulangan (<1 meter).	1	Sisa potongan besi tulangan digunakan untuk perkuatan-perkuatan bekisting kolom yang berfungsi sebagai <i>stake hand</i> pada Props Support. 

Gambar 4.90 Pemakaian Kertas Dua Sisi

Gambar 4.91 Workshop Precast Half Slab

Gambar 4.92 Penggunaan Sisa Besi sebagai Stake Hand pada Bekisting Kolom



No	Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	--	------------------------	---

15	Membuat lubang biopori untuk mengurangi erosi akibat air permukaan.	1	Pembuatan lubang biopori telah dilakukan pada halaman kontraktor <i>keet</i> .
----	---	---	--



Gambar 4.93 Lubang Biopori di Lokasi Proyek

c. Pelatihan bagi subkontraktor

Tujuan dari faktor ini adalah untuk meyakinkan proses konstruksi yang dilakukan oleh subkontraktor menjadi ramah lingkungan. Indikator yang telah diimplementasikan tiga dari total empat indikator. NFGC yang diperoleh 0.43 dari total 0.52. Indikator yang belum diimplementasikan terkait dengan pelatihan pada kegiatan yang menghasilkan debu.

Tabel 4.14 Penilaian pada Faktor Pelatihan bagi Subkontraktor

No	Pelatihan Bagi Subkontraktor	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	------------------------------	------------------------	---

1	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi mengenai cara-cara mengurangi timbulnya limbah konstruksi.	1	Para pekerja konstruksi telah diberikan pelatihan mengenai cara-cara mengurangi timbulnya limbah konstruksi melalui metode konstruksi material (penanganan, pemotongan, dan pemasangan material)
---	---	---	--

2	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi mengenai cara-cara mengelola limbah konstruksi.	1	Para pekerja konstruksi telah diberikan pelatihan mengenai pemilahan jenis sampah untuk memudahkan pengelolaan sampah.
---	--	---	--



Gambar 4.94 Pelatihan Pemilahan Jenis Sampah (Sumber: Juklak Tower Emerald)

3	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi yang difokuskan terhadap kegiatan yang menghasilkan debu.	0	Belum ada pelatihan di proyek bagi pekerja konstruksi terkait kegiatan yang menghasilkan debu.
---	--	---	--



No	Pelatihan Bagi Subkontraktor	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
4	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi untuk menjaga kualitas udara di lokasi proyek.	1	Para pekerja konstruksi telah diberikan upaya menjaga kualitas udara di lokasi proyek seperti merokok pada tempat yang telah disediakan (<i>shelter</i> merokok) melalui SHE Talk.

d. Manajemen limbah konstruksi

Tujuan dari faktor ini adalah mengurangi penggunaan berbagai material bangunan dengan cara memakai kembali dan mendaur ulang. Implementasi konstruksi hijau pada faktor manajemen limbah konstruksi mampu mengimplementasikan 8 indikator dari 12 indikator yang ada. NFGC yang diperoleh adalah sebesar 1.30 dari 1.83.

Tabel 4.15 Penilaian pada Faktor Manajemen Limbah Konstruksi

No	Manajemen Limbah Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Melakukan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan.	1	Pemesanan material yang digunakan pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon tidak sepenuhnya dilakukan oleh kontraktor tetapi dilakukan juga oleh <i>owner</i> . Pemesanan material telah dilakukan sesuai dengan perhitungan kebutuhan material sehingga mengantisipasi timbulnya limbah sisa material.
2	Meminimalisasi kemasan dalam pengiriman material.	1	Mengefisienkan kemasan dalam pengiriman material dilakukan dengan cara tidak melakukan pengepakan yang terlalu rumit sehingga menimbulkan banyak sampah dan buangan.
3	Menggunakan ukuran produk standar untuk jenis material tertentu.	1	Material-material pada proyek konstruksi telah menggunakan ukuran produk standar yang ada di pasaran untuk menghindari terjadinya limbah yang dihasilkan dari sisa pemotongan material.



(a) (b)

Gambar 4.95 Pengepakan (a) Aluminium dan (b) Semen Instan (Mortar)



(a) (b)

Gambar 4.96 Bata Ringan (600x200x100) mm dan Gypsum Board Dinding (9x200x100) mm



No	Manajemen Limbah Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	-----------------------------	------------------------	---



(a) (b)
Gambar 4.97 (a) Lantai HT (600x600) mm dan (b) Aluminium Composite Panel

4	Melakukan pemilihan dan penetapan metoda konstruksi untuk mengurangi limbah proses konstruksi.	1	Pemilihan dan penetapan metode konstruksi telah dilakukan pada Petunjuk Pelaksanaan (Juklak) Pembangunan – Emerald Tower seperti pemberian mortar pada area bekisting, pengecekan sambungan pada saat akan pengecoran untuk menghindari kebocoran.
5	Mengemas material bangunan untuk mengurangi limbah.	0	Pengemasan material bangunan belum dilakukan di proyek.
6	Mengoptimalkan penggunaan material bangunan untuk mengurangi limbah.	1	Pengoptimalan penggunaan material bangunan contohnya seperti menggunakan sisa pengecoran untuk mencetak <i>car stopper</i> , menggunakan sisa pemotongan bata ringan untuk membuat dinding ketinggian pada kenaikan lantai kamar mandi, menggunakan sisa potongan besi untuk <i>stake hand</i> pipa <i>support</i> bekisting kolom, PT.PP memiliki kebijakan dimana maksimum <i>waste</i> dari material bangunan yang digunakan adalah 3%.
7	Meningkatkan tingkat akurasi dalam estimasi penggunaan bahan bangunan untuk mengurangi timbulnya limbah.	1	Meningkatkan tingkat akurasi dalam penggunaan material telah dilakukan dengan cara perhitungan volume yang tepat berdasarkan <i>shop drawing</i> .
8	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) limbah konstruksi.	1	Limbah konstruksi seperti sisa potongan dari bata ringan digunakan untuk membuat kenaikan elevasi pada lantai kamar mandi unit apartemen yang pada proyek disebut dengan <i>raised floor</i> .



Gambar 4.98 Penggunaan Sisa Potongan Hebel pada Lantai Kamar Mandi



No	Manajemen Limbah Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
9	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) material hasil dekonstruksi.	1	Penggunaan kembali material hasil dekonstruksi seperti puing/bobokan di proyek dilakukan untuk pekerjaan urugan di proyek untuk lantai kerja di <i>workshop precast</i> , pengurugan jalan dan lahan pada tahapan pembangunan selanjutnya.
10	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (<i>downcycle</i>).	0	Belum dilakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (<i>downcycle</i>) terkait keterbatasan informasi kontraktor mengenai upaya daur ulang <i>downcycle</i> dan fasilitas peralatan untuk daur ulang.
11	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai sama dengan sebelumnya (<i>recycle</i>).	0	Belum dilakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai sama dengan sebelumnya (<i>recycle</i>) terkait keterbatasan fasilitas peralatan pendaur ulang.
12	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih tinggi dengan sebelumnya (<i>upcycle</i>).	0	Belum dilakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih tinggi dengan sebelumnya (<i>upcycle</i>) terkait keterbatasan fasilitas peralatan pendaur ulang.

Dari empat faktor *green construction* pada aspek manajemen lingkungan bangunan yakni dokumentasi dengan NFGC sebesar 0.35, manajemen lingkungan proyek dengan NFGC sebesar 2.09, pelatihan bagi subkontraktor dengan NFGC sebesar 0.43, dan manajemen limbah konstruksi yang memiliki NFGC sebesar 1.30 maka dapat diperoleh NAGC pada aspek ini yakni sebesar 1.13 dari total nilai maksimum 1.43. Pada aspek ini, sebanyak 28 indikator dari 39 indikator telah diimplementasikan pada pelaksanaan konstruksi. Nilai Aspek *Green Construction* Terbaik ($NAGC_{\text{Terbaik}}$) adalah 1.18. Oleh karena itu, aspek ini masih kurang diimplementasikan di proyek.

Adapun kendala untuk mencapai nilai maksimum pada aspek ini terdapat pada faktor dokumentasi dari jumlah total indikatornya sebanyak 8 indikator hanya mampu diimplementasikan sebanyak 2 indikator saja. Selanjutnya kendala pada aspek ini yakni pada faktor manajemen limbah konstruksi. Indikator yang diperhatikan pada faktor ini yang belum diimplementasikan adalah mengemas material bangunan untuk mengurangi limbah, melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (*downcycle*), melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai sama dengan sebelumnya (*recycle*), dan melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih tinggi dengan sebelumnya (*upcycle*). Dari kedua aspek tersebut menandakan dalam pembangunan

proyek apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald belum memberikan perhatian khusus terhadap siklus akhir material bangunan pada pelaksanaan proses konstruksi hijau.

4.2.7 Aspek Kualitas Udara

Aspek kualitas udara terdiri tiga faktor yakni kualitas udara tahap konstruksi yang memiliki enam indikator, pemilihan dan operasional peralatan konstruksi memiliki 5 indikator, penyimpanan dan perlindungan material yang terdiri dari 5 indikator.

a. Kualitas udara tahap konstruksi

Tujuan pada faktor ini adalah terciptanya udara segar tanpa ada kandungan polutan berbahaya sangat dibutuhkan untuk seluruh pekerja konstruksi selama proses konstruksi berlangsung. Pada faktor kualitas udara tahap konstruksi, dua indikator dari enam indikator penilaian sudah diimplementasikan. NFGC pada faktor ini sebesar 0.46 dari nilai maksimum 1.46. Nilai tersebut menunjukkan tujuan menciptakan udara segar di lingkungan proyek belum tercapai.

Tabel 4.16 Penilaian pada Faktor Kualitas Udara Tahap Konstruksi

No	Kualitas Udara Tahap Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Membuat program udara bersih sesuai persyaratan yang telah ditetapkan oleh pemerintah.	0	Belum ada program udara bersih di proyek sesuai persyaratan yang telah ditetapkan oleh pemerintah.
2	Melakukan pengukuran kualitas udara secara berkala.	0	Belum diimplementasikan pengukuran kualitas udara secara berkala di proyek karena tidak disyaratkan oleh pemilik proyek.
3	Menjaminan bahwa seluruh <i>stake holder</i> memahami, bertanggung jawab, dan menerapkan program udara bersih.	0	Belum ada penjaminan bahwa seluruh <i>stake holder</i> memahami, bertanggung jawab, dan menerapkan program udara bersih.
4	Melakukan pertemuan secara rutin bersama seluruh <i>stake holder</i> untuk mematuhi komitmen tentang persyaratan kualitas udara.	0	Belum diimplementasikan pertemuan secara rutin bersama seluruh <i>stake holder</i> untuk mematuhi komitmen tentang persyaratan kualitas udara. di proyek.
5	Memenuhi persyaratan kualitas udara sebagaimana yang ditetapkan dalam dokumen lelang atau kontrak.	1	Persyaratan kualitas udara sebagaimana yang telah ditetapkan dan dijelaskan dalam dokumen kontrak telah dipenuhi di proyek.
6	Menyertakan kesanggupan memenuhi persyaratan kualitas udara dalam dokumen tender dan kontrak.	1	Telah terdapat pernyataan kesanggupan memenuhi persyaratan kualitas udara di dalam dokumen tender.



b. Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi

Tujuan dari faktor ini adalah mengurangi pemakaian bahan bakar dan terjadinya polusi dari peralatan yang digunakan. Implementasi konstruksi hijau pada faktor pemilihan dan operasional peralatan konstruksi hanya mampu memenuhi satu indikator dari lima indikator yang ada sehingga tujuan dari pemilihan dan operasional peralatan untuk mnegurangi pemakaian bahan bakar dan polusi dari peralatan kurang tercapai. NFGC yang diperoleh adalah sebesar 0.14 dari nilai maksimum 0.60.

Tabel 4.17 Penilaian pada Faktor Pemilihan dan Operasional Peralatan Konstruksi

No	Pemilihan dan Operasional Peralatan Konstruksi	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Melakukan pengamatan terhadap waktu kerja peralatan berupa informasi <i>cycle time</i> untuk meningkatkan produktivitas.	0	Belum diimplementasikan di proyek.
2	Memberikan pelatihan bagi operator peralatan agar dapat dicapai produktivitas yang ditetapkan.	1	Telah diberikan pelatihan bagi operator peralatan agar dapat dicapai produktivitas yang ditetapkan dan operator peralatan harus memiliki sertifikat kompetensi dan ijin operator yang diakui oleh Kementerian Tenaga Kerja.
3	Meminimalkan waktu jeda yang ditimbulkan oleh peralatan agar dapat dicapai tingkat efisiensi tertentu.	0	Belum diimplementasikan di proyek.
4	Mengganti bahan bakar fosil dengan sumber bahan bakar alternatif untuk peralatan konstruksi.	0	Peralatan konstruksi di proyek masih menggunakan bahan bakar solar karena belum ada pengganti bahan bakar alternatif.
5	Mengutamakan penggunaan transportasi umum bagi pekerja konstruksi.	0	Pekerja konstruksi didominasi menggunakan transportasi pribadi berupa kendaraan bermotor baik mobil maupun sepeda motor untuk menuju ke proyek.

c. Penyimpanan dan perlindungan material

Tujuan dari faktor ini adalah menghindari dan mencegah terjadinya kerusakan material yang akan digunakan dalam proses konstruksi yang dapat menyebabkan material menjadi sampah konstruksi. Pada faktor penyimpanan dan perlindungan material mampu mengimplementasikan tiga indikator dari lima indikator yang ada sehingga memperoleh NFGC sebesar 0.50 dari nilai maksimum 0.82. Dari perolehan nilai yang didapatkan, dapat disimpulkan tujuan dari faktor ini untuk menghindari terjadinya kerusakan material yang akan digunakan dalam proses konstruksi sudah dilaksanakan dengan baik namun terkendala oleh indikator yang belum diimplementasikan di proyek terkait yakni upaya penyimpanan



material seperti menyimpan material tertentu yang rawan terhadap debu untuk disimpan diluar lokasi proyek dan menyimpan material tertentu dengan cara dilem secara sempurna.

Tabel 4.18 Penilaian pada Faktor Penyimpanan dan Perlindungan Material

No	Penyimpanan dan Perlindungan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
1	Merencanakan cara-cara menyimpan dan melindungi berbagai jenis material agar tidak mengalami kerusakan.	1	Penyimpanan pada hampir seluruh material dilakukan dengan cara disusun dengan alas berupa parket kayu kemudian diikat dengan tali. Untuk beberapa material sensitif diberi penutup.
			
2	Merencanakan agar tidak terkontaminasi oleh debu, kelembaban, dan kotoran lainnya untuk jenis material tertentu (misalnya pipa untuk saluran air, saluran untuk pendingin udara (AC)).	1	Perlindungan pipa untuk saluran air dan saluran pendingin udara (AC) agar tidak terkontaminasi oleh debu, kelembaban, dan kotoran dengan menutup kedua ujung pipa.
3	Menyimpan material tertentu yang rawan terhadap debu untuk disimpan diluar lokasi proyek konstruksi.	0	Seluruh material yang rawan debu seperti lantai dan gypsum board konstruksi disimpan di dalam lokasi proyek konstruksi. Tidak dilakukannya indikator ini karena memerlukan moda transportasi tambahan jika diterapkan.
			
4	Melakukan penyimpanan material tertentu dengan cara dilem secara sempurna.	0	Belum diimplementasikan penyimpanan material tertentu dengan cara dilem secara sempurna di proyek.
5	Melindungi pipa-pipa yang akan digunakan dengan cara menutup dikedua ujungnya.	1	Pada <i>central shaft</i> , pipa-pipa dilindungi dengan cara menutup kedua ujungnya dengan menggunakan sobekan dari pipa pada bagian atas.



No	Penyimpanan dan Perlindungan Material	Implementasi di Proyek	Deskripsi Implementasi pada Kondisi Eksisting
----	---------------------------------------	------------------------	---



Gambar 4.101 Pipa pada *Central Shaft*

Aspek kualitas udara terdiri tiga faktor yakni kualitas udara tahap konstruksi dengan NFGC sebesar 0.46, pemilihan dan operasional peralatan konstruksi dengan NFGC sebesar 0.23, dan penyimpanan dan perlindungan material dengan NFGC sebesar 0.50. Dari ketiga faktor tersebut diperoleh NAGC pada aspek kualitas udara yakni sebesar 0.42 dari total nilai maksimum 1.06. Pada aspek ini, sebanyak 7 indikator dari total 16 indikator telah diimplementasikan pada proyek ini. Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC_{Terbaik}) adalah 0.67. Oleh karena itu dapat disimpulkan, aspek kualitas udara pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon masih kurang diimplementasikan. Proyek sudah memiliki komitmen tentang persyaratan kualitas udara pada dokumen tender dan kontrak untuk mengurangi terjadinya pencemaran udara yang ditimbulkan akibat bahan bangunan dan peralatan yang digunakan selama proses konstruksi namun pada tujuan faktor pemilihan dan operasional peralatan konstruksi untuk mengurangi pemakaian bahan bakar dan terjadinya polusi yang ditimbulkan oleh peralatan yang digunakan kurang tercapai.

4.2.8 Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) Eksisting Proyek

Secara keseluruhan, Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) pada 16 faktor *green construction* terhadap nilai maksimum pada setiap faktornya dapat dilihat pada diagram di bawah ini.

Model Assessment Green Construction Untuk Proyek Gedung di Indonesia
[Nilai Faktor Green Construction - NFGC]

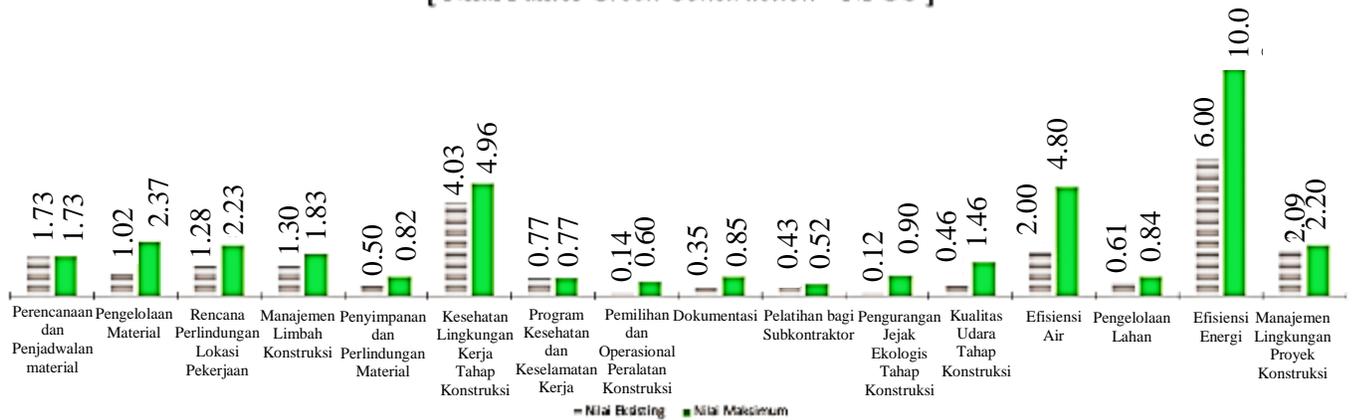


Diagram 4.3 Nilai Faktor Green Construction Eksisting

Nilai Faktor Green Construction (NFGC) pada 16 faktor green construction terhadap nilai maksimum pada setiap faktornya disajikan pula dalam bentuk tabel di bawah ini.

Tabel 4.19 NFGC Eksisting Proyek Apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald

Aspek Green Construction	Faktor Green Construction	Nilai Faktor Green Construction (NFGC) Eksisting	Nilai maksimum NFGC	Prosentase Nilai Eksisting
Tepat guna lahan	Pengelolaan lahan	0.61	0.84	72.61%
	Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi	0.12	0.90	13.33%
	Rencana perlindungan lokasi pekerjaan	1.28	2.23	57.40%
Konservasi energi	Efisiensi energi	6.00	10.00	60.00%
Konservasi air	Efisiensi air	2.00	4.80	41.67%
	Perencanaan dan penjadwalan material	1.73	1.73	100.00%
Sumber dan siklus material	Pengelolaan material	1.02	2.37	43.03%
	Dokumentasi	0.35	0.85	41.18%
Manajemen lingkungan bangunan	Manajemen lingkungan proyek konstruksi	2.09	2.20	95.00%
	Pelatihan bagi subkontraktor	0.43	0.52	82.70%
	Manajemen limbah konstruksi	1.30	1.83	71.04%
Kesehatan dan kenyamanan dalam proyek	Program kesehatan dan keselamatan kerja	0.77	0.77	100.00%
Kualitas udara	Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi	4.03	4.96	81.25%
	Kualitas udara dalam proyek	0.46	1.46	31.50%
	Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi	0.14	0.60	23.34%
	Penyimpanan perlindungan material	0.50	0.82	60.98%



Dari hasil penilaian faktor *green construction*, indikator yang telah mencapai nilai maksimum pada masing-masing faktor adalah perencanaan dan penjadwalan material dan program kesehatan dan keselamatan kerja. Adapun faktor yang telah mampu mencapai $\geq 80\%$ pada kondisi eksisting adalah faktor manajemen lingkungan proyek konstruksi, pelatihan bagi subkontraktor, dan kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi. Untuk faktor *green construction* yang memiliki Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) terendah adalah faktor pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi karena hanya mampu mengimplementasikan satu dari total enam indikator. Secara keseluruhan, capaian Nilai Faktor *Green Construction* dapat dilihat pada Radar NFGC berikut ini.

Capaian Nilai Faktor Green Construction

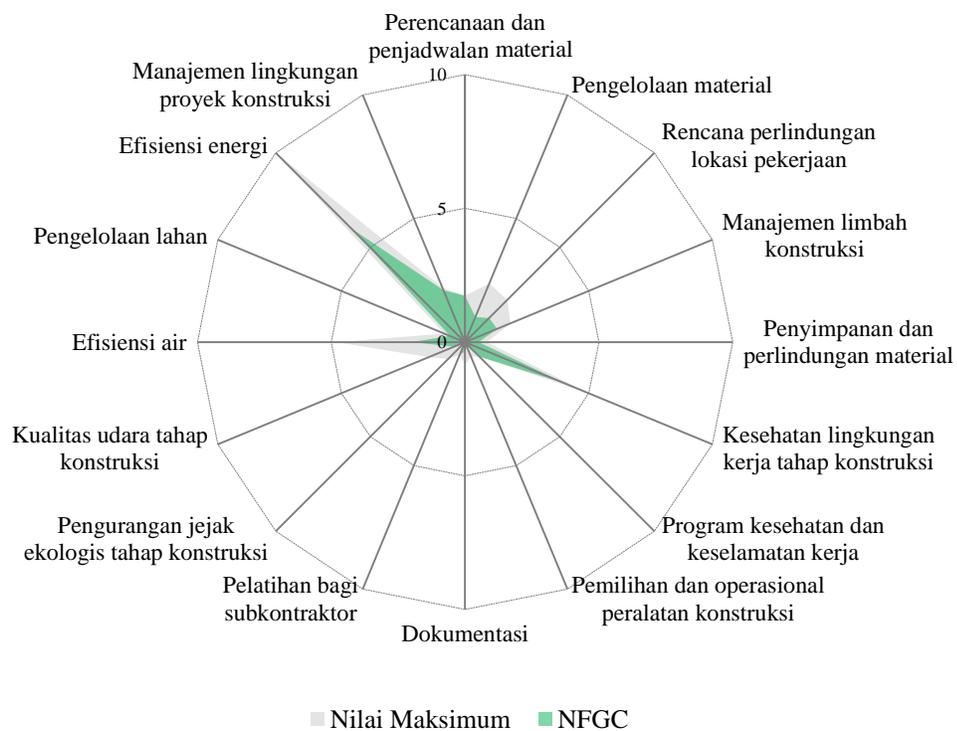


Diagram 4.4 Radar NFGC Eksisting

Pada Radar NFGC, warna hijau menunjukkan Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) sementara warna abu menunjukkan nilai maksimum NFGC. Apabila setiap faktor mencapai nilai maksimum yang telah ditetapkan pada masing-masing faktor seluruh bagian berwarna abu-abu akan tertutup oleh warna hijau. Dari Radar NFGC di atas diketahui, faktor yang sudah mencapai nilai maksimum adalah perencanaan dan penjadwalan material dan program kesehatan dan keselamatan kerja.

4.2.9 Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) Eksisting Proyek

Setelah didapatkan NFGC dari ke-16 faktor *green construction*, maka didapatkan Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) terhadap nilai maksimum pada setiap aspeknya dapat dilihat pada diagram berikut ini.

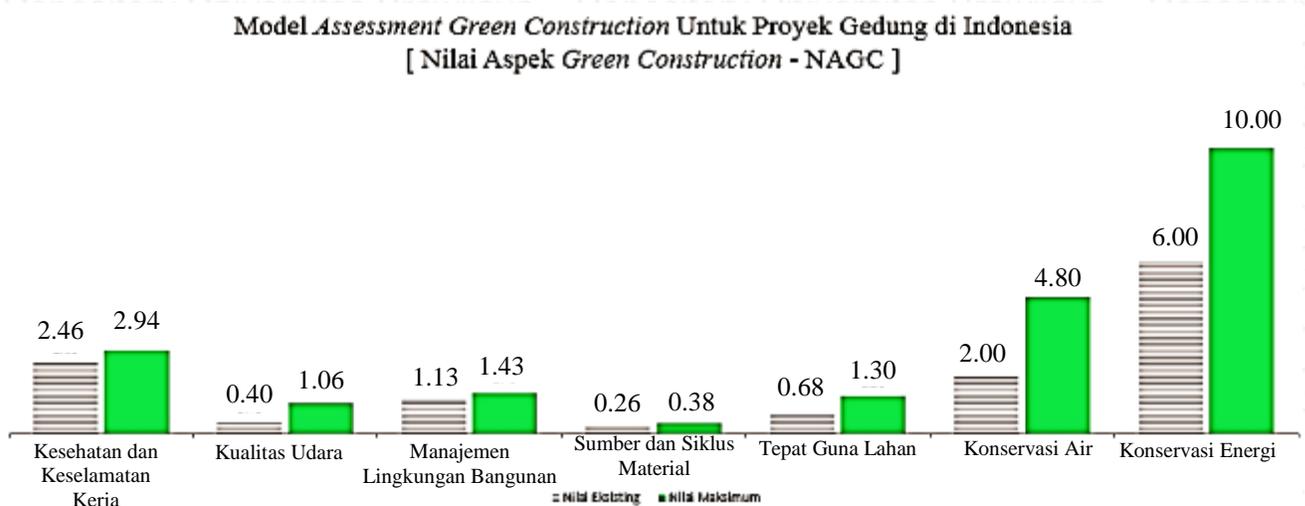


Diagram 4.5 Nilai Aspek *Green Construction* Eksisting

Nilai Aspek *Green Construction* pada ketujuh aspek *green construction* disajikan pula pada tabel berikut ini.

Tabel 4.20 NAGC Eksisting Proyek Apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald

Aspek <i>Green Construction</i>	Nilai Aspek <i>Green Construction</i> (NAGC)	Nilai Aspek <i>Green Construction</i> Terbaik (NAGC _{Terbaik})	Nilai maksimum NAGC	Prosentase Nilai
Tepat guna lahan	0.68	0.75	1.30	52.30%
Konservasi energi	6.00	7.00	10.00	60.00%
Konservasi air	2.00	3.00	4.80	41.67%
Sumber dan siklus material	0.26	0.31	0.38	68.42%
Manajemen lingkungan bangunan	1.13	1.18	1.43	79.02%
Kesehatan dan keselamatan kerja	2.46	2.57	2.94	83.67%
Kualitas udara	0.40	0.67	1.06	56.60%

Pada diagram di bawah ini menunjukkan NAGC eksisting di proyek dibanding terhadap NAGC_{Ideal} dan NAGC_{Terbaik}.

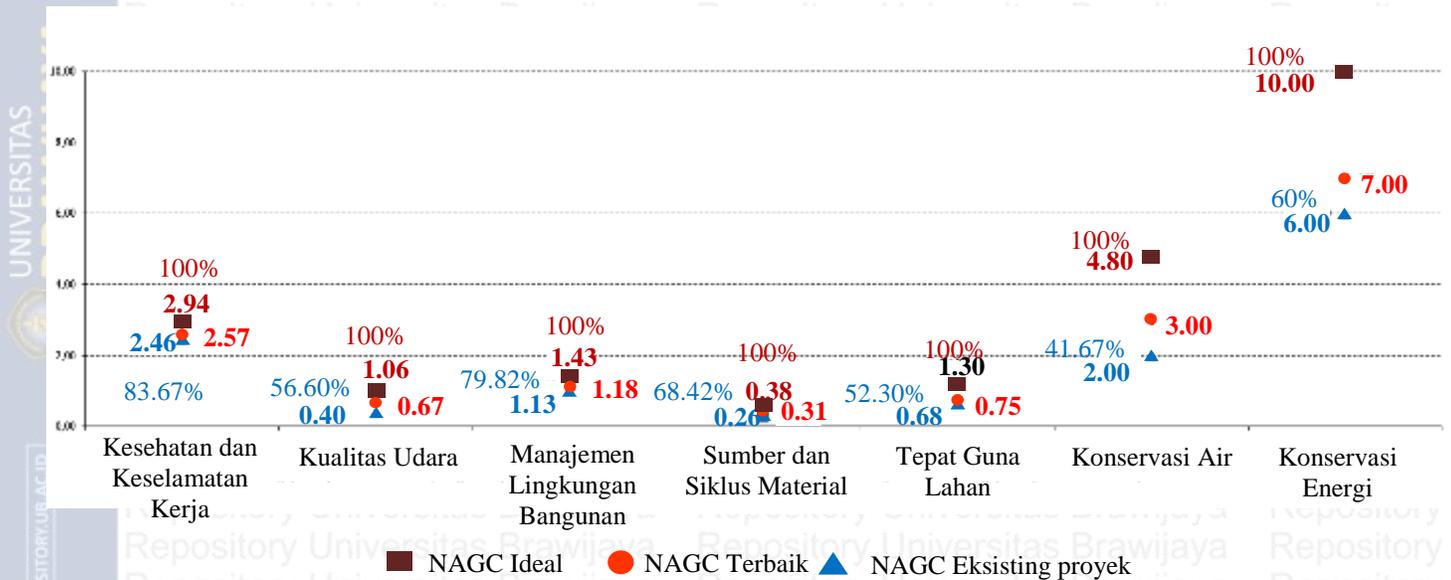


Diagram 4.6 NAGC Eksisting dibandingkan dengan NAGC_{Ideal} dan NAGC_{Terbaik}

Dari tabel dan diagram di atas Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) yang diperoleh di proyek belum ada yang mampu mencapai Nilai Aspek *Green Construction* Terbaik (NAGC_{Terbaik}) yakni NAGC indikator yang telah diimplementasikan di proyek konstruksi Indonesia maupun Nilai Maksimum NAGC (NAGC_{Ideal}). Oleh karena itu, dapat disimpulkan ketujuh aspek *green construction* eksisting di proyek belum ada yang berhasil mencapai tujuan dari masing-masing aspek *green construction*. Secara keseluruhan, capaian Nilai Aspek *Green Construction* dapat dilihat pada Radar NAGC berikut ini.



Capaian Nilai Aspek Green Construction

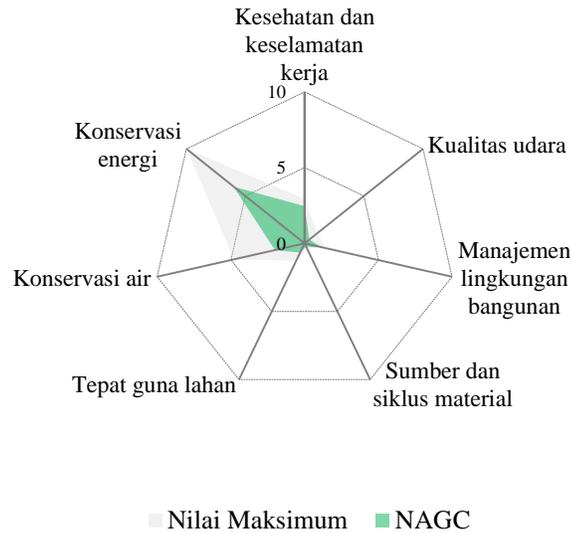


Diagram 4.7 Radar NAGC Eksisting

Pada Radar NAGC, warna hijau menunjukkan Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) sementara warna abu menunjukkan nilai maksimum NAGC. Apabila setiap aspek dapat mencapai nilai maksimum yang telah ditentukan dari masing-masing aspek, seluruh bagian berwarna abu-abu akan tertutup warna hijau. Dari Radar NAGC tersebut dapat diketahui, NAGC yang hampir mencapai nilai maksimumnya adalah aspek kesehatan dan keselamatan kerja dan aspek manajemen lingkungan bangunan.

4.2.8 Nilai *Green Construction* (NGC) Eksisting Proyek

Setelah dilakukan penilaian pada tujuh aspek *green construction* yang terdiri dari 16 faktor *green construction* dan tersusun dari 142 indikator *green construction*, diperoleh hierarki nilai terakhir yang menunjukkan tingkat ketercapaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald yakni Nilai *Green Construction* (NGC) sebesar 12,91. Dari total 142 indikator pelaksanaan konstruksi hijau berdasarkan *Model Assessment Green Construction*, 90 indikator telah diimplementasikan pada proses pembangunannya sementara 52 indikator lainnya belum diimplementasikan. Nilai *Green Construction* Ideal (NGC_{Ideal}) di Indonesia adalah sebesar 21.92. NGC_{Ideal} merupakan nilai yang didapatkan oleh suatu proyek apabila mampu mengimplementasikan 142 indikator konstruksi hijau pada pelaksanaan proyek



konstruksinya seperti yang telah dirumuskan pada *Model Assessment Green Construction*. Oleh karena itu, dengan perolehan NGC Proyek Apartemen Grand Kamala Lagoon sebesar 12,94, apabila diprosentasekan terhadap NGC_{Ideal} sebesar 21,92, maka tingkat ketercapaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada proyek ini adalah sebesar 58.90% dari total 100%.

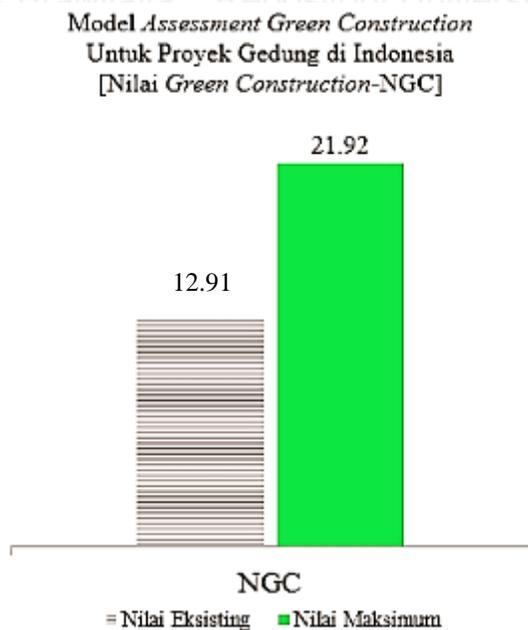


Diagram 4.8 Nilai *Green Construction* Eksisting Proyek

NGC eksisting di proyek juga belum mencapai $NGC_{Terbaik}$ di Indonesia yakni NGC dengan indikator yang telah diimplementasikan di proyek konstruksi Indonesia yakni 15,47. NGC di proyek GKL Tower Emerald terhadap $NGC_{Terbaik}$ di Indonesia adalah sebesar 83%. Dari nilai tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan proses konstruksi pada proyek pembangunan apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald masih perlu ditingkatkan aktivitas proses konstruksi di proyek.

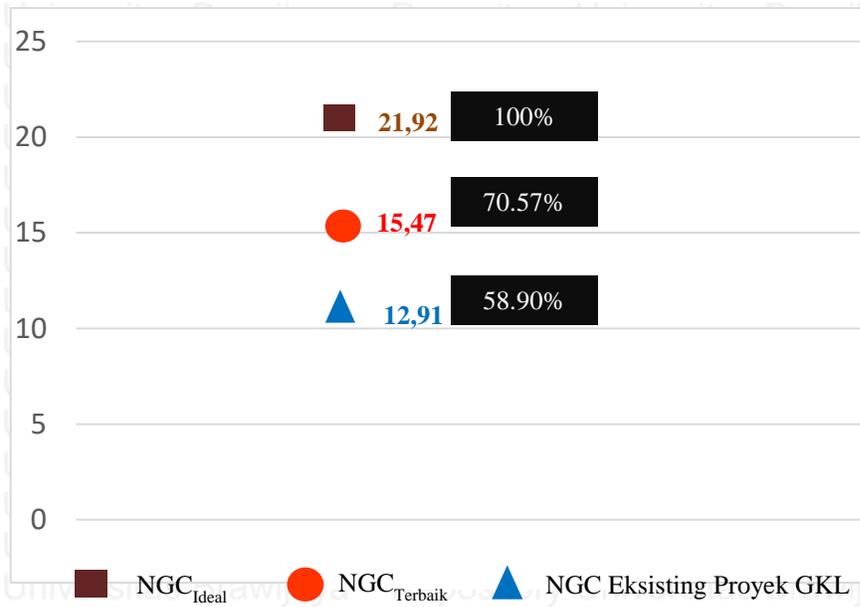


Diagram 4.9 NAGC Eksisting terhadap NAGC yang Telah Diimplementasikan di Proyek Indonesia

4.3 Evaluasi Pendekatan Pekerjaan Arsitektur dalam Model Assessment Green Construction

Dari hasil evaluasi dapat diketahui hasil capaian keseluruhan implementasi konstruksi hijau pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon belum mencapai nilai maksimum (NGC_{Ideal}) maupun NGC_{Terbaik}. Oleh karena itu, capaian implementasi konstruksi hijau pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald dapat ditingkatkan melalui indikator *green construction* MAGC yang belum diimplementasikan. Dalam upaya meningkatkan nilai NGC pada kondisi eksisting, dilakukan evaluasi pekerjaan arsitektur pada indikator *Model Assessment Green Construction*. Selain untuk meningkatkan capaian implementasi konstruksi hijau di proyek, evaluasi tersebut juga dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi pekerjaan arsitektur pada penilaian proses konstruksi hijau. Hal tersebut sebagai pendekatan yang memandang pekerjaan arsitektur sebagai bagian dari sistem yang diperhitungkan dalam konteks proses konstruksi hijau sebagai salah satu tahapan dalam menghasilkan produk bangunan gedung. Dari hasil evaluasi keseluruhan diharapkan didapatkan rekomendasi terkait indikator pekerjaan arsitektur yang dapat diimplementasikan di proyek untuk meningkatkan hasil capaian implementasi konstruksi hijau pada proyek Grand Kamala Lagoon Tower Emerald.



4.3.1 Aspek Tepat Guna Lahan

Dari aspek ini terdapat tiga faktor *green construction* yakni pengelolaan lahan, pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi dan rencana perlindungan lokasi kerja. Adapun indikator yang termasuk pekerjaan arsitektur pada aspek tepat guna lahan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.21 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Tepat Guna Lahan

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Pengelolaan Lahan	Melakukan penanaman pohon di sekitar kontraktor <i>keet</i> .	1
	Tidak melakukan penebangan pohon selama proses konstruksi	1
	Membuat sumur resapan untuk membuang air limbah atau air limpasan	1
Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi	Membuat dokumen tentang kondisi lahan sebelum dibangun dan merencanakan pelestariannya jika terdapat fitur budaya.	1
	Membuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman di lokasi proyek	0
Rencana perlindungan lokasi pekerjaan	Merencanakan pelestarian dengan cara memindahkan atau mengganti vegetasi/pohon yang terkena dampak proyek konstruksi	1
	Merencanakan cara-cara melindungi vegetasi/pohon di lokasi proyek	0
	Merencanakan dan melakukan pengelolaan air limbah akibat proses konstruksi	0
	Menetapkan batas proyek dengan memasang pagar disekeliling lokasi proyek	1

Dari total 22 indikator aspek tepat guna lahan sebanyak 9 indikator dapat dikategorikan ke dalam pekerjaan arsitektur. Dengan begitu kontribusi pekerjaan arsitektur dalam aspek ini adalah sebesar 40.91%. Indikator yang telah diimplementasikan di proyek sebanyak 6 indikator (27.62%) dan sisanya sebanyak 3 indikator sisanya (13.63%) belum diimplementasikan di proyek.

4.3.2 Aspek Konservasi Energi

Dari aspek ini terdapat satu faktor *green construction* yakni efisiensi energi. Total indikator dari faktor efisiensi air adalah 20 indikator. Adapun indikator yang termasuk dapat dikategorikan ke dalam pekerjaan arsitektural pada aspek konservasi energi adalah sebagai berikut.



Tabel 4.22 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Konservasi Energi

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Efisiensi energi	Menggunakan standarisasi penerangan untuk mendukung pekerjaan di lokasi proyek baik di dalam maupun di luar ruangan	1
	Menggunakan lampu hemat energi	0
	Meminimalkan polusi yang ditimbulkan oleh lampu penerangan	1
Efisiensi energi	Mengatur penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan	0
	Pemasangan kWh meter pada sistem beban	0
	Membuat perhitungan pengurangan CO ₂ yang didapatkan dari efisiensi energi	0
	Melakukan monitoring pemakaian listrik setiap bulan	1
	Memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan di kontraktor <i>keet</i> paling tidak 50% dari jumlah ruangan.	0
	Penggunaan <i>water reservoir</i> untuk penyimpanan air bersih	1
	Mengatur temperatur <i>Air Conditioning</i> pada posisi 25° C ± 1	1
	Penggunaan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek.	0
	Melakukan pengukuran intensitas cahaya sesuai ketentuan (min 300 lux).	0
	Melakukan pengukuran kebisingan selama proses konstruksi.	1
	Menggunakan peralatan AC dengan COP minimum 10% lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000	1

Dari total 20 indikator aspek konservasi energi sebanyak 15 indikator dapat dikategorikan ke dalam pekerjaan arsitektur. Oleh karena itu, persentase kontribusi pekerjaan arsitektur dalam aspek konservasi energi adalah sebesar 75%. Dari 15 indikator tersebut sebanyak 8 indikator (40%) yang telah diimplementasikan di proyek sedangkan 7 indikator (35%) sisanya belum diimplementasikan.

4.3.3 Aspek Konservasi Air

Aspek konservasi air memperoleh NAGC 2.00 (41.67%) dari nilai maksimum (NGC_{Ideal}) 4.80. Aspek konservasi air memiliki satu faktor *green construction* yakni efisiensi air. Adapun indikator yang termasuk pekerjaan arsitektur pada aspek konservasi air adalah sebagai berikut.

Tabel 4.23 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Konservasi Air

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Efisiensi air	Menampung air hujan untuk digunakan kembali dalam berbagai kegiatan yang tidak disyaratkan air layak minum.	0
	Pemasangan alat meteran air di setiap keluaran sumber air bersih (PDAM, air tanah).	0



Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Efisiensi air	Melakukan monitoring pemakaian air setiap bulan.	1
	Menggunakan kran otomatis untuk <i>washtafel</i> di kantor proyek.	0
	Penggunaan <i>shower</i> untuk mandi pekerja konstruksi.	1

Pada aspek konservasi air hanya terdiri dari satu faktor yakni faktor efisiensi air yang terdiri dari 10 indikator. Total 5 dari 10 indikator efisiensi energi dapat dikategorikan ke dalam pekerjaan arsitektur. Dengan begitu persentase kontribusi pekerjaan arsitektur dalam aspek konservasi air adalah sebesar 50%. Indikator yang telah diimplementasikan di proyek sebanyak 2 indikator (20%) dan 3 indikator sisanya (30%) belum diimplementasikan.

4.3.4 Aspek Sumber dan Siklus Material

Aspek sumber dan siklus material terdiri dari dua faktor yakni pengelolaan material serta perencanaan dan penjadwalan material dengan NFGC masing-masing sebesar 1.02 dari total maksimum 2.37 dan 1.73 dari total maksimum 1.73. Dari kedua faktor tersebut dapat diperoleh NAGC dari aspek sumber dan siklus material yakni sebesar 0.26 dari nilai maksimum 0.38 atau 68.42% dari total 100%. Adapun indikator yang termasuk pekerjaan arsitektur pada aspek sumber dan siklus material adalah sebagai berikut.

Tabel 4.24 Indikator Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Sumber dan Siklus Material

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Perencanaan dan penjadwalan material	Mengutamakan kemampuan suplier lokal dalam menyediakan kebutuhan material.	1
	Memberikan perhatian terhadap perlindungan material.	1
	Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan material.	1
Pengelolaan material	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 (TPA).	0
	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	0
	Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya/bersertifikat.	0
	Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material untuk mengurangi sampah konstruksi.	1
	Mengurangi jejak karbon yang ditimbulkan oleh pengadaan material/produk dengan cara menggunakan material disekitar proyek atau produk lokal sehingga mampu mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri.	1



Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Pengelolaan material	Menggunakan metoda prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan.	0
	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	0
	Menggunakan material lokal sebagai bahan konstruksi	1

Dari total 15 indikator aspek sumber dan siklus material, sebanyak 11 indikator dikategorikan ke dalam pekerjaan arsitektur. Dengan begitu persentase kontribusi pekerjaan arsitektur dalam aspek sumber dan siklus material adalah sebesar 73.33%. Dari 11 indikator tersebut, indikator yang telah diimplementasikan di proyek sebanyak 6 indikator (40%) dan 5 indikator sisanya (33.33%) belum diimplementasikan di proyek. Aspek sumber dan siklus material melibatkan banyak jenis pekerjaan baik pekerjaan struktural dan pekerjaan arsitektural yang dikerjakan di proyek sehingga dilakukan evaluasi pada indikator yang belum diimplementasikan di proyek berdasarkan jenis pekerjaan dengan tujuan untuk memudahkan dalam pemberian rekomendasi.

1) Pekerjaan Kolom

Material utama yang digunakan pada pekerjaan kolom adalah beton *ready mix* dengan mutu FC 300 K, 400 K, 500 K dan 550 K dan besi tulangan (besi rebar) sesuai dengan tulangan pokok yang telah ditentukan. Pengadaan untuk material *ready mix* dan besi rebar dilakukan oleh kontraktor. Adapun evaluasi faktor pengelolaan material pada pekerjaan kolom sebagai berikut.

Tabel 4.25 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Kolom

No	Indikator	Data	Analisis
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	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Material beton <i>ready mix</i> yang digunakan merupakan material dengan bahan baku penyusun baru hasil produksi dan didatangkan dengan <i>truck mixer</i> ke proyek. Material besi beton (rebar) yang digunakan merupakan material baru yang dipesan dari <i>supplier</i>	Masing-masing elemen struktural seperti pekerjaan kolom membutuhkan beton <i>ready mix</i> yang berbeda sesuai dengan spesifikasi mutu yang telah ditentukan sehingga penggunaan <i>fresh ready-mixed concrete</i> sangat tepat. Dengan menggunakan besi baru yang berasal dari pabrik, proyek belum mendukung penghematan pengambilan bahan mentah baru untuk memproduksi besi yang baru.



Gambar 4.102 *Truck Mixer* Adhimix Pengangkut Beton *Ready Mix*



No	Indikator	Data	Analisis
	dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA).		
		<p>Gambar 4.103 <i>Truck Mixer</i> PECONS Pengangkut Beton <i>Ready Mix</i></p>	
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	<p>Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan). Beton <i>ready mix</i> tersusun dari bahan baku 41% agregat kasar (gravel), 26% agregat halus (pasir), semen Portland, air. Dalam Khrisna (2014) hampir semua material dasar beton <i>ready mix</i> diambil dengan mengeksploitasi dan merusak alam. Sementara besi beton (rebar) berasal dari billet yang diperoleh dari hasil pengecoran bijih besi maupun peleburan besi tua/besi bekas. PT. Adhimix Precast Plant Cakung dan Pulogadung, PT. PP Alat Konstruksi (PECONS <i>ready mix</i>) belum tersertifikasi ISO 14001 terkait sistem manajemen lingkungan sedangkan PT. Jakarta Cakratunggal Steel Mills (JCSM) dan PT. Delco Prima Pacific sebagai produsen besi telah memperoleh ISO 14001. Pada saat ini PT. JCSM sedang menggarap untuk pencapaian <i>green steel manufacturer</i>.</p>	<p>GBCI (2013) menyatakan material ramah lingkungan salah satunya memenuhi kriteria memiliki sertifikasi sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya. ISO 14001 adalah sertifikasi sistem manajemen mutu yang bertujuan untuk mengurangi jejak ekologi dari proses ekstraksi bahan baku dan proses produksi material sehingga penggunaan besi beton (rebar) di proyek dapat dinyatakan sebagai bahan bangunan dengan bahan baku dan proses produksi yang ramah lingkungan dimulai dari pengambilan bahan baku, teknologi proses, produk yang dihasilkan dan pengelolaan limbah yang dihasilkan dari proses produksi.</p>
3	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	<p>Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan). Metode pengerjaan kolom dilakukan secara konvensional dengan metode cor setempat (<i>cast in site</i>) di lokasi kerja. Namun untuk besi tulangan yang digunakan untuk kolom dikerjakan secara fabrikasi di <i>workshop</i> fabrikasi besi.</p>	<p>Prafabrikasi untuk pekerjaan kolom tidak dilakukan di proyek. Pengecoran kolom secara <i>in situ</i> menghasilkan <i>waste</i> pada pengangkutan <i>ready mix</i> dari <i>truck mixer</i> dengan <i>bucket mix</i> melalui <i>tower crane</i>. Untuk metode fabrikasi besi di <i>workshop</i> menjadi lebih cepat dan efisiensi untuk material besi dibandingkan perakitan penulangan di lokasi kerja yang dapat menyebabkan <i>waste</i> akibat perpindahan material besi ke lokasi kerja.</p>
			
		<p>Gambar 4.104 <i>Workshop</i> Fabrikasi Besi</p>	



No	Indikator	Data	Analisis
4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Beton <i>ready mix</i> yang digunakan bahan penyusunnya terdiri agregat kasar, agregat halus (pasir), semen Portland, dan air serta <i>fly ash</i> 15%. Untuk besi beton, bahan baku utama besi beton adalah billet. Dalam Iriyanto (2014) produksi billet di Cakratunggal Steel terbuat dari pengecoran biji besi maupun besi bekas/besi tua yang dilebur dengan temperatur yang telah ditentukan dan dituang ke dalam mesin CCM untuk pencetakan billet.	Beton <i>ready mix</i> yang digunakan mengandung <i>fly ash</i> (abu terbang) yakni sisa pembakaran batu bara sehingga memiliki kandungan daur ulang. <i>Fly ash</i> digunakan untuk mengurangi penggunaan semen sehingga menghemat penggunaan batuan kapur (bahan baku semen) dan mengurangi emisi CO ₂ dari proses ekstraksi semen. Untuk material besi rebar (besi beton) merupakan material dengan identifikasi konten daur ulang melalui bahan baku dari peleburan besi bekas/besi tua. Dalam Ottong, Allan Subrata dkk (2014) penggunaan besi tulangan daur ulang dapat menghemat penggunaan bahan baku baru yakni 1.134 kg bijih besi, 635 kg batu bara, dan 54 kg batu

2) Pekerjaan Balok

Material utama yang digunakan pada pekerjaan balok sama seperti pekerjaan kolom yakni beton *ready mix* dengan mutu FC 250 K, 300 K, 350 K, 400 K, besi beton dan material lainnya yang digunakan yakni kayu *phenol film (plywood)* yang digunakan sebagai papan penahan cor (bekisting) pada *table form*. *Table form* adalah scaffolding/perancah yang dibuat secara fabrikasi di lokasi proyek menjadi satu kesatuan komponen yang merupakan inovasi dari proyek Grand Kamala Lagoon sehingga tidak lagi dilakukan perakitan perancah di lokasi kerja. Pada perencanaan material beton *ready mix* dan besi rebar memiliki data yang sama dengan yang digunakan pada pekerjaan kolom hanya terdapat perbedaan pada mutu beton dan diameter besi beton sehingga pada tabel pekerjaan balok hanya dilakukan evaluasi faktor pengelolaan material pada kayu *plywood*. Adapun evaluasi faktor pengelolaan material pada pekerjaan balok sebagai berikut.

Tabel 4.26 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Balok

No	Indikator	Data	Analisis
1	Menggunakan material bekas bangunan lama di lokasi pekerjaan atau dari tempat lain untuk	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Kayu <i>phenol film (plywood)</i> yang digunakan merupakan material baru yang diproduksi oleh pabrik.	Penggunaan <i>plywood</i> bekas dari bangunan lama dari tempat lain belum dilakukan di proyek. Penggunaan <i>plywood</i> bekas dapat menghemat penggunaan kayu dan mencegah penebangan kayu secara terus menerus sebagai bahan baku



No	Indikator	Data	Analisis
	mengurangi penggunaan bahan mentah baru sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian bahan/material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA).	 <p>Gambar 4.105 Plywood sebagai Bekisting pada Table Form</p>	utama <i>plywood</i> . Dengan begitu, penghematan penggunaan kayu sebagai sumberdaya terbarukan belum dilakukan.
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Kayu <i>phenol film</i> tersusun dari lapisan vinir yang dipotong tipis menggunakan mesin khusus dengan ketebalan tertentu. Setiap lembaran kayu direkatkan dengan perekat khusus kemudian disusun dengan arah sudut berbeda agar dapat menghasilkan kekuatan terhadap tekanan. Vinir sendiri terbuat dari bahan baku log. Kayu <i>phenol film</i> yang digunakan di proyek di produksi oleh PT. Supra Manunggal Sejati. Perusahaan tersebut belum tersertifikasi sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya.	Kayu <i>phenol film</i> yang digunakan bukan merupakan bahan bangunan hasil pabrikasi dengan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan karena belum tersertifikasi sistem manajemen lingkungan pada proses produksi perusahaan. Sistem manajemen lingkungan terkait pengambilan bahan baku, teknologi, proses, produk yang dihasilkan, sampai kepada limbah dari hasil proses produksi harus ramah lingkungan.
3	Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya/bersertifikat.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Kayu <i>phenol film (plywood)</i> yang digunakan untuk bodeman balok tidak bersertifikat	Penggunaan bahan baku yang dipertanggungjawabkan asal-usulnya bertujuan mencegah perdagangan kayu ilegal. Penggunaan kayu yang tidak bersertifikat pada proyek secara tidak langsung belum mendukung kelestarian hutan dan sumber daya terbarukan.
		 <p>Gambar 4.106 Plywood sebagai Bodeman Balok pada Table Form</p>	
4	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Pengerjaan balok di proyek dilakukan secara konvensional dengan cara pengecoran <i>cast in situ</i> namun penulangan besi dilakukan secara fabrikasi di <i>workshop</i> besi sehingga apabila pekerjaan pemasangan bekisting	Pekerjaan balok di proyek tidak dilakukan secara prafabrikasi. Pekerjaan balok secara konvensional menghasilkan <i>waste</i> pada penuangan <i>ready mix</i> dari <i>truck mixer</i> ke <i>bucket mix</i> pada saat pengangkutan ke lokasi kerja melalui <i>tower crane</i> . Sementara



No	Indikator	Data	Analisis
		balok sudah selesai dilakukan pemasangan besi tulangan pelat dari <i>workshop</i> dengan cara diangkat dengan <i>tower crane</i> lalu diletakkan di atas bekisting balok. Setelah itu dilakukan pengecoran <i>in situ</i> .	metode fabrikasi besi di <i>workshop</i> menjadi lebih cepat dan efisiensi untuk material besi dibandingkan perakitan penulangan di lokasi kerja yang dapat menyebabkan <i>waste</i> akibat perpindahan material besi ke lokasi kerja.
			

Gambar 4.107 Pemasangan Tulangan Balok

5	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Kayu <i>phenol film</i> tersusun dari lapisan lembar vinir dengan bahan baku dasar log. Kayu <i>phenol film</i> (<i>plywood</i>) yang digunakan di proyek diproduksi oleh PT. Supra Manunggal Sejati. PT. Supra Manunggal Sejati tidak menyatakan menggunakan bahan baku daur ulang.	Kayu <i>phenol film</i> (<i>plywood</i>) yang digunakan tidak memiliki kandungan hasil daur ulang karena berasal dari bahan baku log (kayu gelondongan) dari hutan.
---	--	--	---

3) Pekerjaan Plat Konvensional

Material yang digunakan pada pekerjaan plat konvensional adalah beton *ready mix*, *wiremesh* dan kayu *phenol film* yang digunakan untuk bekisting plat lantai. *Wiremesh* adalah besi fabrikasi terdiri dari dua lapis kawat baja yang saling bersilangan tegak lurus dan dianyam dalam bentuk lembaran. Pada plat lantai proyek pembangunan apartemen Grand Kamala Lagoon menggunakan *wiremesh* dengan ukuran M8 dan diameter 8 mm. *Wiremesh* digunakan sebagai pengganti tulangan konvensional (besi beton) pada pelat agar dapat mempercepat penyelesaian proyek. Untuk perencanaan material beton *ready mix* dan *plywood* memiliki data yang sama dengan pekerjaan kolom dan balok hanya berbeda mutu beton sehingga hanya dilakukan evaluasi pada material *wiremesh*. Adapun evaluasi faktor pengelolaan material pada pekerjaan plat konvensional sebagai berikut.



Tabel 4.27 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Plat Konvensional

No	Indikator	Data	Analisis
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 (TPA).	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . <i>Wiremesh</i> yang digunakan untuk tulangan plat lantai merupakan <i>wiremesh</i> baru yang diproduksi oleh PT. Union Metal. Terbatasnya persediaan <i>wiremesh</i> bekas dengan ukuran yang dibutuhkan di pasaran menjadi kendala dari pihak kontraktor.	Penggunaan <i>wiremesh</i> bekas untuk tulangan plat konvensional belum dilakukan di proyek. Dalam Otong, Allan Subrata, dkk (2014) penggunaan <i>wiremesh</i> bekas pada elemen struktural harus dengan pertimbangan tepat karena terkait bagian yang menerima beban bangunan.
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . <i>Wiremesh</i> adalah material yang terbuat dari logam, baja, atau aluminium yang dihubungkan satu sama lain dengan cara dilas atau dihubungkan dengan pin atau peralatan lain dan dibentuk menjadi lembaran. PT. Union Metal belum tersertifikasi ISO 14001 terkait sistem manajemen lingkungan untuk proses produksinya.	Belum adanya sertifikasi pada produsen terkait sistem manajemen lingkungannya pada perusahaan sehingga penggunaan <i>wiremesh</i> di proyek belum mengurangi jejak ekologi dari proses ekstraksi bahan mentah dan proses produksi material. Berdasarkan analisis tersebut,
3	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Pengerjaan plat lantai di proyek dilakukan dengan dua metode yakni secara konvensional dan <i>half slab precast</i> (separuh prafabrikasi). Plat konvensional atau disebut <i>full slab</i> pada proyek dikerjakan dengan cara mengerjakan seluruh struktur plat lantai yakni pembesian dengan <i>wiremesh</i> dan pengecoran <i>ready mix</i> ditempat (<i>cast in situ</i>).	Dengan digunakannya <i>wiremesh</i> pada pengerjaan plat lantai pengerjaan akan lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan besi konvensional. Namun pengerjaan plat lantai secara konvensional waktu pengerjaannya lebih lama dibandingkan metode <i>half slab precast</i> di proyek karena metode konvensional membutuhkan banyak bekisting (<i>plywood</i>) sehingga tahap pembersihan bekisting lebih sering dilakukan. Dengan begitu juga konsumsi <i>plywood</i> akan lebih dibandingkan dengan <i>half slab precast</i> .



No	Indikator	Data	Analisis

Gambar 4.108 Pegecoran Plat Lantai Konvensional

4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . <i>Wiremesh</i> yang diproduksi oleh PT.Union Metal terdiri dari bahan baku yang terbuat dari beberapa batang logam, baja, atau aluminium dalam jumlah banyak yang dirangkai dengan las. Dalam <i>website</i> resmi perusahaan, PT.Union Metal tidak menyatakan menggunakan bahan baku dari hasil daur ulang.	Dengan bahan baku utama <i>wiremesh</i> yakni logam, baja, <i>wiremesh</i> berpotensi diproduksi dengan kandungan material daur ulang. Untuk <i>wiremesh</i> yang diproduksi oleh PT.Union Metal tidak memiliki kandungan daur ulang.
---	--	---	---

4) Pekerjaan *Half Slab Precast*

Material utama yang digunakan pada pekerjaan *half slab precast* sama dengan plat lantai konvensional yakni beton *ready mix* dan *wiremesh*. Pada pekerjaan *half slab precast* tidak membutuhkan *plywood* untuk bekisting karena plat lantai *precast* berfungsi sebagai bekisting untuk lapisan atas plat lantai (*topping*). Adapun evaluasi pengelolaan material pada pekerjaan *half slab precast* hijau sebagai berikut.

Tabel 4.28 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan *Half Slab Precast*

No	Indikator	Data	Analisis
1	Menggunakan material bekas bangunan lama di lokasi pekerjaan atau dari tempat lain untuk mengurangi penggunaan bahan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Plat lantai diproduksi baru menggunakan beton <i>ready mix</i> mutu FC 300 K yang merupakan <i>fresh ready-mixed concrete</i> dan diproduksi apabila akan diadakan pengecoran <i>half slab precast</i> serta.	Penggunaan material bekas bangunan lama dari tempat lain untuk pekerjaan plat lantai <i>half slab precast</i> tidak dilakukan. Kebutuhan <i>ready mix</i> sangat bergantung pada spesifikasi mutu yang telah ditentukan pada <i>half slab</i> sehingga penggunaan <i>fresh ready-mixed concrete</i> dinilai sudah tepat sedangkan penggunaan



No	Indikator	Data	Analisis
	mentah baru sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian bahan/material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA).	<p>wiremesh berukuran M8 yang baru diproduksi</p>  <p>Gambar 4.109 Penuangan Ready Mix di Workshop Half Slab Precast</p>	wiremesh bekas dari bangunan lama di tempat lain tidak dilakukan di proyek karena terkait kekuatan dari wiremesh bekas sebagai penerima beban dan ketersediaan wiremesh bekas ukuran M8 di pasaran.
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Ready mix diproduksi oleh PT. Adhimix Precast Indonesia dan PT. PP Alkon (PECONS) dengan bahan baku dari agregat kasar (gravel, split), agregat halus (pasir), semen, air dan fly ash 15%. Untuk wiremesh diproduksi oleh PT. Union Metal dengan bahan baku baja yang dilas menjadi lembaran. Dari ketiga perusahaan untuk pengadaan material pada pekerjaan half slab precast belum ada yang tersertifikasi sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya.	Beton ready mix dan wiremesh yang digunakan pada pekerjaan half slab precast belum dinyatakan menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan karena belum memiliki sertifikat sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya. Dalam penggunaan ready mix dan wiremesh, proyek belum turut serta mendukung pengurangan jejak ekologi dari proses ekstraksi bahan mentah dan proses produksi material.
3	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Beton ready mix yang digunakan mengandung agregat kasar, agregat halus, semen, air, dan fly ash 15% dengan mutu FC 300 K dari PT. Adhimix Precast Indonesia dan PT. PP Alkon sedangkan wiremesh yang diproduksi PT. Union Metal terbuat dari batang logam, baja, atau aluminium dalam jumlah banyak yang dirangkai dengan las.	Kedua produsen ready mix memberi kandungan fly ash 15% dalam beton ready mix sehingga ready mix merupakan material dengan identifikasi konten daur ulang karena fly ash merupakan sisa pembakaran batu bara sedangkan material wiremesh yang digunakan tidak memiliki kandungan daur ulang

5) Pekerjaan Tangga Precast

Material yang digunakan untuk pekerjaan tangga adalah beton ready mix dengan mutu fc 400 K dan besi beton untuk penulangan. Adapun evaluasi faktor pengelolaan material pada pekerjaan tangga precast sebagai berikut.



Tabel 4.29 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Tangga *Precast*

No	Indikator	Data	Analisis
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	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Beton <i>ready mix</i> dan besi beton (rebar) yang didapatkan dari produsen tersusun dari bahan baku material baru.	Penggunaan material bekas bangunan lama dari tempat lain untuk pekerjaan tangga <i>precast</i> tidak dilakukan di proyek. Sama seperti pekerjaan struktural lainnya, <i>ready mix</i> yang digunakan pada pekerjaan tangga memerlukan spesifikasi khusus yakni mutu beton fc 400 K sehingga lebih tepat menggunakan <i>fresh ready-mixed concrete</i> .
		 <p>Gambar 4.110 Besi Beton Ulir untuk Pekerjaan Tangga (Sumber: Juklak Pembangunan Tower Emerald)</p>	
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Beton <i>ready mix</i> tersusun dari bahan baku 41% agregat kasar (gravel), 26% agregat halus (pasir), semen Portland, air, dan 15% <i>fly ash</i> . Produsen <i>ready mix</i> yang digunakan di proyek adalah PT. Adhimix <i>Precast</i> Indonesia dan PT. PP Alat Konstruksi (PECONS). Sementara besi beton (rebar) yang diproduksi oleh PT. Cakratunggal Steel dan PT. Delco Prima Pacific berasal dari billet yang diperoleh dari hasil pengecoran bijih besi maupun peleburan besi tua/besi bekas. Dari keempat produsen material tersebut, hanya PT. Cakratunggal Steel dan PT. Delco Prima yang tersertifikasi ISO 14001 terkait sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya.	Pada pekerjaan tangga <i>precast</i> hanya material besi yang merupakan bahan bangunan dengan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan karena belum adanya sertifikasi sistem manajemen lingkungan pada perusahaan penghasil <i>ready mix</i> . Penggunaan besi sebagai material ramah lingkungan di proyek dapat mengurangi jejak ekologi dari proses ekstraksi bahan baku dan proses produksi material.
3	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Beton <i>ready mix</i> tersusun dari agregat kasar (gravel/split), agregat halus (pasir), semen Portland, dan air serta <i>fly ash</i> 15%. Untuk besi beton, bahan baku utamanya adalah billet berupa	Beton <i>ready mix</i> yang digunakan mengandung <i>fly ash</i> (abu terbang) yang merupakan sisa pembakaran batu bara sehingga memiliki kandungan daur ulang. <i>Fly ash</i> digunakan untuk mengurangi penggunaan semen sehingga



No	Indikator	Data	Analisis
		baja batangan. Dalam Iriyanto (2014) billet yang diproduksi oleh Cakratunggal Steel terbuat dari pengecoran biji besi atau besi bekas/besi tua yang dilebur dengan temperatur tinggi dan dituang ke dalam mesin CCM untuk pencetakan billet.	menghemat penggunaan batuan kapur (bahan baku semen) dan mengurangi emisi CO ₂ dari proses ekstraksi semen. Untuk material besi rebar (besi beton) memiliki kandungan daur ulang melalui penggunaan peleburan besi bekas/besi tua sebagai bahan baku.

6) Pekerjaan Lantai

Pada Tower Emerald menggunakan dua jenis penutup lantai yakni *homogenous tile* dan lantai keramik. Untuk interior kamar menggunakan lantai jenis *homogenous tile* atau dikenal dengan granit *tile* berukuran 600x600 mm tipe *polished* sedangkan lantai kamar mandi menggunakan lantai keramik berukuran 300x300 mm tipe *unpolished*. Untuk perekat *homogenous tile* dan keramik menggunakan semen instan (mortar).

Tabel 4.30 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Lantai

No	Indikator	Data	Analisis
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 (TPA).	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Spesifikasi dari jenis penutup lantai telah ditentukan oleh <i>owner</i> yakni <i>homogenous tile</i> dan keramik. Semua material untuk pekerjaan lantai yakni <i>homogenous tile</i> , lantai keramik, dan semen instan merupakan material baru yang diperoleh dari pabrik.	Penggunaan kembali material bekas baik dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan lantai belum dilakukan pada proyek. Tidak tersedianya penutup lantai yang telah ditentukan spesifikasinya oleh <i>owner</i> dalam jumlah yang besar di pasaran material bekas menjadi salah kendala tidak dapat diimplementasikannya indikator ini.
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . a. Produsen lantai <i>Homogenous Tile</i> adalah Zhaoqing Weida Ceramics Co. Ltd. <i>Homogenous tile</i> yang digunakan bersertifikasi SNI ISO 13006:2010. <i>Homogenous tile</i> yang digunakan terbuat dari bahan-bahan seperti tanah liat, silika, dan kaolin	Dari kedua produsen tersebut belum menyatakan diri sebagai produsen ramah lingkungan ataupun terdaftar pada <i>green listing</i> Indonesia dan belum memperoleh sertifikasi ISO 14001 yakni sertifikasi sistem manajemen lingkungan untuk produksi ramah lingkungan sehingga tidak dapat ditentukan kedua jenis material tersebut melalui proses produksi



No	Indikator	Data	Analisis
		yang dicampur menjadi satu sehingga homogen. Material <i>homogenous tile</i> dibakar dengan suhu tinggi sampai 1200°C sehingga menghasilkan material dengan kekuatan yang tinggi.	ramah lingkungan. Sistem manajemen lingkungan pada proses produksi terkait dengan apakah bahan baku material dan teknologi produksi yang digunakan tidak berbahaya, apakah produk yang dihasilkan berbahaya dan berpolusi, bagaimana perusahaan menangani buangan sisa produksi.
	b. Lantai keramik dari merk Platinum diproduksi oleh Platinum <i>Ceramics Industry</i> dan bersertifikasi ISO 9001:2004 terkait jaminan mutu namun bukan merupakan sertifikasi bidang lingkungan. Bahan baku keramik yang dipakai adalah material plastis (<i>clay</i>), silika, dolomit, U5, water glass dan air kemudian mengalami pembakaran pada suhu tinggi.		
3	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Pekerjaan lantai pada Tower Emerald tidak menggunakan metode prafabrikasi melainkan dikerjakan secara konvensional menggunakan semen instan perekat keramik untuk pemasangan keramik dan pengisian celah-celah nad.	Penggunaan metode konvensional pada pekerjaan lantai meskipun tidak dilakukan dengan metode prafabrikasi namun proses konstruksinya di lapangan lebih singkat dengan penggunaan semen <i>instan</i> sehingga dapat mengefisienkan waktu konstruksi.
			
		Gambar 4.111 Pengerjaan <i>HomogenousTile</i>	
4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . <i>Homogenous tile</i> merk Grande yang digunakan diproduksi oleh produsen China sedangkan lantai keramik merk Platinum yang digunakan diproduksi oleh Platinum <i>Ceramics Industry</i> . Untuk semen instan perekat keramik diproduksi oleh PT.Powerblock Indonesia.	Lantai jenis <i>homogenous tile</i> dari merk Grande dan lantai keramik dari Platinum yang digunakan untuk penutup lantai unit apartemen bukan jenis material yang memiliki kandungan hasil daur ulang namun material <i>homogenous tile</i> dan keramik merupakan material yang dapat didaur ulang di akhir masa pakainya. Untuk semen instan yang digunakan terbuat dari semen, pasir, silika, filter dan aditif yang tercampur secara homogen sehingga tidak memiliki kandungan daur ulang.



No	Indikator	Data	Analisis
----	-----------	------	----------



Gambar 4.112 Lantai *Homogenous Tile* dan Lantai Keramik

7) Pekerjaan Dinding Bata Ringan

Penggunaan bata ringan untuk dinding dan penggunaan mortar sebagai perekat bata ringan dalam proyek ini dinyatakan sebagai salah satu bentuk penggunaan material hijau oleh kontraktor. Adapun evaluasi faktor pengelolaan material pada pekerjaan dinding bata ringan hijau sebagai berikut.

Tabel 4.31 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Dinding Bata Ringan

No	Indikator	Data	Analisis
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 (TPA).	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Semua material untuk pekerjaan dinding bata ringan yakni merupakan material baru yang diperoleh dari pabrik.	Penggunaan kembali material bekas baik yakni bata ringan dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan dinding belum dilakukan pada proyek ini.
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Bata ringan dibuat dari bahan baku seperti pasir silika, <i>lime powder</i> , semen, gypsum, aluminium powder, flyash dan AAC <i>reject</i> . Bata ringan jenis AAC mengalami pengeringan dalam oven autoklaf bertekanan tinggi.	Berdasarkan data dari studi literatur, bata ringan merupakan material yang ramah lingkungan karena terbuat dari campuran bahan



Gambar 4.113 Penyimpanan Bata Ringan di Proyek



No	Indikator	Data	Analisis
	menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Sementara semen instan (mortar) terbuat dari semen, pasir, silika, filter dan aditif yang dicampur secara homogen. Terdapat dua produsen yang memproduksi bata ringan dan semen instan di proyek Grand Kamala Lagoon. a) PT.Powerblock Indonesia Produsen telah memperoleh sertifikasi ISO 14001: 2004 dan <i>member of Singapore Green Building Council</i> . ISO 14001 merupakan standar yang berkenaan tentang manajemen lingkungan dan ISO 14001 menuntut komitmen perbaikan terus menerus yang mendorong penggunaan bahan baku yang lebih efisien pada proses produksinya. Powerblock menyatakan menggunakan lebih sedikit bahan baku dan energi dalam produksi dibandingkan dengan produk bangunan lainnya karena menghasilkan lebih sedikit polusi gas dan limbah. Selain itu, karakteristik termal Powerblock memberikan pengurangan dalam konsumsi energi. b) PT.Barindo Mitra Mandiri Untuk produksi bata ringan dari PT.Barindo tidak didapatkan banyak informasi mengenai proses produksi dan sertifikasi terkait proses produksi ramah lingkungan.	<i>non toxic</i> . Kandungan udara yang besar pada bata ringan berkontribusi mengurangi volume bahan baku mentah jika dibandingkan dengan material konstruksi lainnya. Dari kedua produsen bata ringan yang digunakan di proyek, hanya bata ringan dan semen instan dari Powerblock yang dapat dipastikan menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan karena telah memperoleh ISO 14001 sementara bata ringan dari PT. Barindo belum bersertifikasi sistem manajemen lingkungan.
3	Menggunakan metode prafabrikasi dalam	Pada faktor pengelolaan material (aspek sumber dan siklus material) MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Di proyek Grand Kamala Lagoon, pekerjaan konstruksi dinding dilakukan dengan metode konvensional yakni menggunakan bata ringan dan perekatan dengan semen instan	Pekerjaan dinding pada proyek tidak dilakukan dengan metode prafabrikasi namun proses konstruksinya dengan bata ringan berdasarkan informasi Manajer Konstruksi menjadi kokoh dan lebih cepat dengan penggunaan semen <i>instan</i> sehingga dapat mengefisienkan waktu konstruksi. Penggunaan semen instan pada bata ringan menyebabkan pembongkaran bata ringan apabila bangunan habis masa pakainya, tidak bisa didapatkan dalam keadaan utuh. Penggunaan prafabrikasi pada pekerjaan dinding sangat dimungkinkan pada proyek-proyek apartemen dan bangunan tinggi lainnya dengan penggunaan dinding <i>precast</i> atau dinding panel namun pada proyek ini belum dilakukan.
			
		Gambar 4.114 Pekerjaan Dinding dengan Metode Konvensional	



No	Indikator	Data	Analisis
4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Pada pekerjaan dinding bata, material pengisi dinding yang digunakan adalah jenis bata ringan. Bata ringan yang digunakan dalam proyek ini adalah jenis yakni Autoclaved Aerated Concrete (AAC) yang diproduksi oleh dua produsen PT. Powerblock Indonesia dan PT. Barindo Trimitra Mandiri. Untuk semen instan (mortar) diproduksi oleh PT. Powerblock Indonesia.	Material bata ringan mengandung bahan daur ulang seperti <i>fly ash</i> yang berkontribusi dalam mengurangi penggunaan semen dan berpotensi menjadi bahan yang dapat didaur ulang di akhir masa pakainya. Salah satu produsen bata ringan yang digunakan yakni PT. Powerblock menyatakan pada akhir siklusnya bata ringan dapat dengan mudah dihancurkan dan didaur ulang sebagai bahan pengisi. Untuk semen instan tidak memiliki konten daur ulang.

8) Pekerjaan Dinding Gypsum

Pada unit apartemen Tower Emerald, dinding bata ringan dilapisi dengan gypsum sebagai pengganti plesteran dan aci. Metode melapisi dinding bata ringan dengan gypsum dalam proyek ini dinamakan metode *stick on wall*. Pada metode *stick on wall* menggunakan material *compound* sebagai perekat untuk *gypsum board* ke dinding bata ringan. Pemilihan metode ini juga karena hasil pekerjaan plesteran memiliki banyak resiko seperti bidang plesteran yang tidak memenuhi syarat misalnya tidak rata, tidak siku dan lain-lain maka harus memperbaiki pekerjaan tersebut dengan cara dibobok secara teratur dan plesteran hasil perbaikan baru rata dengan sekitarnya sehingga konstruksi memakan waktu yang lebih lama. Gypsum *board* yang digunakan pada dinding berbeda dengan gypsum yang digunakan untuk plafon karena terdiri dari rangka baja ringan yang dilapisi dengan papan gypsum. Berdasarkan informasi dari Site Engineer Manager, metode melapisi dinding bata ringan dengan gypsum dinilai lebih cepat dan minimum resiko perbaikan sehingga dapat menekan biaya upah pekerja dan kualitas yang dihasilkan rapi dan seragam.

Tabel 4.32 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Dinding Gypsum

No	Indikator	Data	Analisis
1	Menggunakan material bekas bangunan lama di lokasi pekerjaan atau dari tempat lain	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Semua material gypsum untuk pekerjaan plafond merupakan material baru yang diperoleh dari pabrik.	Penggunaan kembali material bekas baik dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan dinding gypsum belum dilakukan pada proyek ini. Penggunaan material bekas sangat mengurangi pengambilan material dari alam, energi yang digunakan sebelum dan sesudah proses produksi.



No	Indikator	Data	Analisis
2	<p>untuk mengurangi penggunaan bahan mentah baru sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian bahan/material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA).</p> <p>Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.</p>	<p>Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan). Bahan baku dari gypsum adalah gipsum, kertas liners dan aditif lainnya. PT.Saint-Gobain Construction Products merupakan produsen gypsum yang memiliki komitmen untuk meminimalisasi dampak dari produk dan sistem di lingkungan. Gyproc merupakan salah satu produsen gypsum di Indonesia yang sudah mulai melakukan pemantauan dampak lingkungan selama produksi dan selama siklus hidup produk yang dihasilkannya melalui sistem penilaian LCA. Selain itu, gyproc masuk ke dalam GRIHA <i>product listing</i> yakni produk yang disetujui oleh CII-IGBC untuk pertimbangan terhadap sistem rating Green Building di India dan mampu memenuhi 13 kredit dan 43 poin di sistem rating LEED.</p>	<p>Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan gypsum merk Gyproc dinyatakan tidak menghasilkan asap beracun dan zat yang berbahaya bagi lingkungan sehingga ramah lingkungan. Gyproc masuk ke dalam GRIHA <i>product listing</i> sehingga telah memenuhi kriteria <i>green product</i> yang telah ditentukan. Material gypsum board Gyproc dihasilkan oleh perusahaan besar yang sudah terkenal kualitasnya dan memiliki sistem manajemen lingkungan yang baik seperti PT.Saint-Gobain Construction Products. Oleh karena itu, dapat dikatakan gypsum board merk Gyproc merupakan material yang proses produksinya ramah lingkungan karena proses produksinya memiliki sistem manajemen lingkungan.</p>
3	<p>Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan</p>	<p>Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan). Pemasangan dinding gypsum dilakukan menggunakan metode konvensional dengan perekatan gypsum menggunakan <i>compound</i>. Berdasarkan pernyataan Manajer Konstruksi, pemasangan gypsum dengan metode <i>stick on wall</i> cepat, kokoh dan efisien.</p>	<p>Berdasarkan pengamatan dan didukung pernyataan Manajer Konstruksi, perekatan gypsum ke bata ringan dengan <i>compound</i> relatif singkat karena sifat <i>compound</i> yang mudah merekat. Metode pengerjaan dinding gypsum tidak dilakukan secara prafabrikasi namun lebih cepat dibandingkan dengan pengerjaan plesteran dan acian untuk <i>finishing</i> dinding bata ringan. Penggunaan <i>compound</i> sebagai perekat sudah baik karena mengutamakan kesederhanaan dan meminimalkan kompleksitas bangunan namun juga sifatnya memiliki daya rekat yang tinggi</p>



No	Indikator	Data	Analisis
			sehingga apabila terjadi pembongkaran tidak dapat didapatkan gypsum secara utuh.

(a) (b)
Gambar 4.115 (a) Dinding Gypsum Stick on Wall (b) Tampak Samping Dinding

4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Gypsum board yang digunakan sebagai pelapis dinding berasal dari merk Gyproc. Berdasarkan informasi dikutip dari gyproc.in/sustainability , gypsum board merk Gyproc merupakan produk dengan identifikasi konten kertas daur ulang, proses produksinya menggunakan air daur ulang dan pada akhir dari siklus hidupnya dapat didaur ulang atau <i>landfilled</i> .	Pemilihan penggunaan gypsum dengan kandungan hasil daur ulang yang tinggi dapat mengurangi pengambilan material dari alam, penggunaan energi yang digunakan sebelum dan sesudah proses produksi dan gypsum merupakan material yang dapat didaur ulang di akhir masa pakainya.
---	---	---	---

9) Pekerjaan Dinding Keramik

Setelah pemasangan dinding bata ringan, dinding kamar mandi unit apartemen diplester kemudian dlapisi dengan lantai keramik berukuran 300x600 mm. Keramik sebagai pelapis dinding kamar mandi lebih tipis dibandingkan keramik untuk lantai kamar mandi. Hal tersebut karena keramik dinding menerima beban yang berat seperti keramik lantai dan memudahkan untuk menempel di dinding akibat terlalu berat.

Tabel 4.33 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Dinding Keramik

No	Indikator	Data	Analisis
1	Menggunakan material bekas bangunan lama di lokasi pekerjaan atau dari tempat lain untuk mengurangi penggunaan bahan mentah baru sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Semua material keramik yang digunakan untuk dinding kamar mandi merupakan material baru yang diperoleh dari pabrik.	Penggunaan kembali material bekas baik dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan keramik dinding belum dilakukan pada proyek ini. Penggunaan material bekas untuk lantai dapat memperpanjang usia pemakaian bahan atau material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA).



No	Indikator	Data	Analisis
	bahan/material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA).		
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Berdasarkan data dari Balai Besar Keramik, merk dagang keramik M-Stone di produksi oleh PT. Mulia Industrindo Tbk yang sudah memiliki sertifikasi ISO 14001 terkait sistem manajemen lingkungan.	Keramik yang digunakan untuk dinding kamar mandi dapat dinyatakan sebagai bahan bangunan hasil pabrikasi yang memiliki bahan baku dan proses produksi yang ramah lingkungan karena produsen keramik tersebut telah memiliki sertifikasi sistem manajemen lingkungan.



Gambar 4.116 Sertifikasi ISO 14001 yang diperoleh PT. Mulia Indutrindo Tbk

3	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Pemasangan keramik pada dinding kamar mandi dilakukan dengan metode konvensional.	Pada pengamatan di lokasi kerja, pengerjaan dinding keramik kamar mandi apartemen memerlukan waktu yang lama karena bidang pemasangan keramik tegak lurus lantai sehingga membutuhkan ketelitian dalam pemasangan. Dalam pengerjaannya, keramik harus presisi dan nat harus rapat agar air tidak rembes melalui celah-celah nat.
---	---	---	--



Gambar 4.117 Pemasangan Dinding Keramik Kamar Mandi pada Unit Apartemen

4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Pelapis dinding kamar menggunakan keramik dengan seri M-Stone yang diproduksi oleh PT. Mulia Industrindo.	Keramik yang digunakan bukan merupakan material yang memiliki kandungan hasil daur ulang namun merupakan keramik yang dapat didaur ulang di akhir masa pakainya. Hal tersebut tertera pada luar dus kemasan keramik. Penggunaan material yang
---	--	---	---



No	Indikator	Data	Analisis
			dapat didaur ulang dapat mengurangi penggunaan bahan baku yang baru dan mengurangi penggunaan energi saat proses pembuatan barang baru.

Gambar 4.118 Keramik M-Stone Dinding Kamar Mandi

10) Pekerjaan *Finishing* Dinding

Dinding pada Tower Emerald hanya menggunakan satu jenis *finishing* untuk melapisi dinding gypsum yakni dengan melakukan pengecatan cat dasar, cat interior, dan cat eksterior.

Tabel 4.34 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan *Finishing* Dinding

No	Indikator	Data	Analisis
1	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Cat <i>finishing</i> yang digunakan berasal dari merk Jotun. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari <i>website</i> resmi produsen, produk cat dari merk Jotun diproduksi dengan bahan baku yang 100% bebas APEO, formaldehida, timbal dan merkuri, dan kadar VOC rendah. Cat tersebut sudah tersertifikasi sebagai <i>green product</i> oleh <i>Green Listing</i> Indonesia dan memenuhi kriteria MRC 2, MRC 6, dan IHC pada <i>GREENSHIP Rating Tools</i> .	Bahan baku yang digunakan telah dipastikan ramah lingkungan oleh produsen. Yang perlu diperhatikan dalam pemilihan cat interior adalah kadar VOC yang dikandung dalam cat. Beberapa penelitian menyebutkan emisi VOC dari material dapat menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, sakit kepala dan potensi kanker. Semakin tinggi kadar VOC yang dikandung oleh material maka gangguan kesehatan akan semakin tinggi. Selain itu, proses produksi cat Jotun dapat dinyatakan ramah lingkungan karena telah tersertifikasi 14001 terkait sistem manajemen lingkungan. Dengan adanya sistem manajemen lingkungan, proses produksi dimulai dari penggunaan bahan baku, teknologi proses, produk yang dihasilkan sampai dengan limbah yang dibuang dinyatakan ramah lingkungan. Oleh karena itu, produk cat yang digunakan telah memenuhi kriteria <i>green product</i> dari <i>green listing</i> .



(a)



(b)

Gambar 1.119 (a) Cat Dasar dan (b) Cat Interior yang Digunakan di Proyek



No	Indikator	Data	Analisis
2	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Pada pekerjaan <i>finishing</i> dinding dilakukan dengan metode <i>finishing</i> basah yakni pekerjaan <i>finishing</i> yang di dalam aplikasinya menggunakan air sebagai medianya. <i>Finishing</i> dinding yang dilakukan di proyek berupa pekerjaan pengecatan dimana untuk mencampurinya menggunakan air agar dapat diaplikasikan	Pengecatan untuk dinding merupakan pekerjaan <i>finishing</i> metode konvensional. Tujuan dari penggunaan metode prafabrikasi adalah mengurangi banyaknya limbah konstruksi dari sisa material. Dari <i>finishing</i> dinding dengan metode konvensional tersebut tidak menimbulkan limbah dari sisa material dalam jumlah yang berarti. Limbah sisa material hanya ditimbulkan dari tetesan cat dari roll/kuas namun dalam jumlah yang sedikit.
3	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Material yang digunakan untuk <i>finishing</i> dinding gypsum pada Tower Emerlad hanya dilapisi dengan cat yang diproduksi oleh Jotun dan tidak menggunakan material pelapis lainnya dengan identifikasi kandungan daur ulang.	Pada pekerjaan <i>finishing</i> dinding, material yang digunakan untuk hanya berupa produk cat dasar, interior dan eksterior dengan bahan baku utama cat adalah resin, pelarut, pigmen dan ekstender sehingga tidak memiliki kandungan hasil daur ulang. Namun cat yang digunakan adalah cat <i>water based</i> yang menggunakan air sebagai pengencernya dan penanganan limbah cat <i>water based</i> tergolong mudah dilakukan dibandingkan dengan <i>oil based</i> . Di akhir masa pakainya, cat <i>water based</i> dapat didaur ulang memiliki kandungan VOC rendah.

11) Pekerjaan Plafond

Penutup plafon pada proyek apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald menggunakan *gypsum board* 900x1200x2400 mm. Pemasangan plafond gypsum pada Tower Emerald menggunakan rangka plafond *metal furing* dengan sistem *suspended ceiling*. Sistem ini menghasilkan kisi-kisi dari metal yang digantung dibawah dak beton dengan menggunakan rangkaian kawat. Kisi-kisi kemudian ditutup dengan menggunakan papan gypsum. Sistem yang digunakan tanpa sambungan (*concealed grid*) menghasilkan penampilan yang mulus dan bersih.

Tabel 4.35 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Plafond

No	Indikator	Data	Analisis
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 (TPA).	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (telah diimplementasikan) . Semua material gypsum yang digunakan sebagai penutup plafon merupakan material baru yang diperoleh dari pabrik.	Penggunaan kembali material bekas baik dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan plafond gypsum belum dilakukan pada proyek ini.
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Gypsum <i>board</i> diproduksi oleh Knauf Gypsum Indonesia. Gypsum <i>board</i> merk Knauf masuk ke dalam <i>Green Listing</i> Indonesia dan telah mendapatkan sertifikasi dari Green Label Singapura (Knauf Gypsum Indonesia, 2013). Dalam proses produksinya, Knauf menyatakan memilih bahan bangunan ramah lingkungan yang tidak membawa dampak negatif pada lingkungan, tahan lama, tidak mencemari udara, tidak beracun, tidak menghasilkan sampah, dan tidak menggunakan bahan kimia.	<i>Green Listing</i> Indonesia adalah sumber informasi untuk produk berkelanjutan dan pelayanan bangunan hijau. Material yang sudah masuk ke dalam <i>Green Listing</i> bertujuan untuk memberi kontribusi kepada konsumen untuk memilih dan menggunakan material yang ramah lingkungan sehingga sudah dapat dipastikan gypsum <i>board</i> Knauf ramah lingkungan karena memenuhi indikator <i>green product</i> yang telah ditetapkan. Berdasarkan kriteria proses produksinya, Knauf telah melalui proses produksi yang ramah lingkungan karena memiliki sistem manajemen lingkungan yang baik pada proses produksinya.
3	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Pekerjaan plafond dirakit secara manual dengan menggunakan rangka <i>metal furing</i> di lokasi kerja. Berdasarkan Manajer Konstruksi PT.PP Properti, pengerjaan rangka plafond metal <i>furing</i> lebih cepat	Pengerjaan plafond gypsum dengan rangka <i>metal furing</i> dikerjakan secara <i>off site prefabrikasi system</i> yakni pembuatan komponen plafond dibuat di pabrik sehingga bagian-bagiannya dapat langsung dirakit pada lokasi kerja. Penggunaan



No	Indikator	Data	Analisis
		dari rangka besi <i>hollow</i> karena metode ini meminimalisir waktu pemasangan <i>metal furing</i> memakai sistem <i>knock down</i> pada komponen-komponen yang digunakan.	metode ini meminimalisir waktu konstruksi.



Gambar 4.120 Pemasangan Rangka Plafond

4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Gypsum <i>board</i> yang digunakan untuk penutup plafon pada proyek konstruksi ini adalah merk Knauf. Gypsum <i>board</i> merk Knauf memiliki kandungan hasil daur ulang, dimana 5% dari berat produknya mengandung minimal 30% material daur ulang. Kertas yang digunakan pada permukaan bagian belakang papan gipsium adalah 100% dari kertas daur ulang. Selain itu gypsum <i>board</i> Knauf menjadi bahan yang dapat didaur ulang di akhir masa pakainya. Dimana bahan limbah dari konstruksi bangunan tidak akan merusak lingkungan.	Penggunaan material gypsum yang digunakan dengan identifikasi konten daur ulang secara tidak langsung mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, polusi, kerusakan lahan dan emisi gas rumah kaca pada saat tahap pengambilan bahan baku.
---	--	---	--

12) Pekerjaan Kusen, Daun Pintu, dan Daun Jendela

Kusen yang digunakan pada proyek Grand Kamala Lagoon terbagi menjadi dua jenis yakni kusen kayu untuk daun pintu *solid engineering wood* (rangka kayu *press*) untuk pintu kamar dan *hollow wood* (rangka *honeycomb*) untuk pintu kamar mandi dan kusen aluminium untuk daun jendela dengan material kaca.

Tabel 4.36 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan Kusen, Daun Pintu dan Daun Jendela

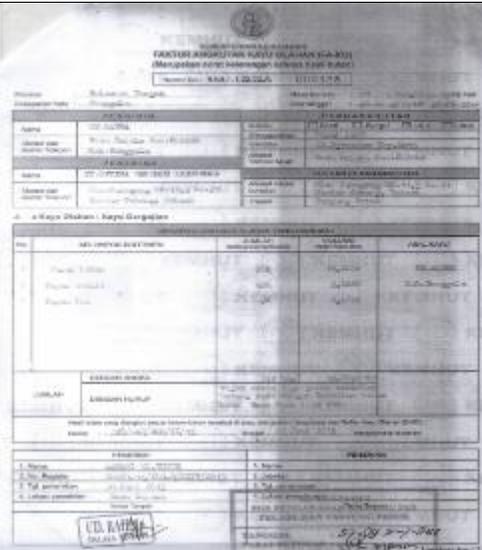
No	Indikator	Data	Analisis
1	Menggunakan material bekas bangunan lama di lokasi pekerjaan atau dari tempat	Pada faktor pengelolaan material mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Semua material aluminium dan kayu yang digunakan pada pekerjaan kusen dan daun pintu merupakan material baru di pabrik.	Penggunaan kembali material bekas baik dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan kusen dan daun pintu belum dilakukan di proyek.



No	Indikator	Data	Analisis
	lain untuk mengurangi penggunaan bahan mentah baru sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian bahan/material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA).		
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Kusen aluminium merk Alexindo diproduksi oleh PT. Aluminium Extrusion Indonesia yang baru memperoleh sertifikasi ISO 9001 terkait sistem manajemen mutu sedangkan untuk kusen dan pintu kayu yang digunakan berdasarkan informasi dari arsitek PT.PP Properti (<i>owner</i>) telah dinyatakan sebagai <i>green product</i> berdasarkan sertifikasi penggunaan kayu legal sebagai bahan baku.	Kusen aluminium yang digunakan belum dapat dinyatakan sebagai bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses ramah lingkungan karena produsen sendiri belum tersertifikasi ISO terkait sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya. Untuk kusen dan pintu kayu, penggunaan bahan baku legal untuk menjaga kelestarian hutan menjadi salah satu indikator ramah lingkungan yang di terapkan, namun untuk memastikan apakah kayu tersebut diolah dengan produksi yang ramah lingkungan produk tersebut tetap harus tersertifikasi ISO 14001.
3	Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya/bersertifikat.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Berdasarkan informasi yang diperoleh dari arsitek PT.PP Properti (<i>owner</i>) seluruh kayu yang digunakan untuk kusen dan daun pintu yang disuplai oleh PT. Mega Selaras Utama merupakan kayu legal bersertifikat.	Penggunaan kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya pada proyek ini dapat melindungi kelestarian hutan dan mencegah terjadinya perdagangan kayu ilegal. Nilai 0 untuk indikator ini karena seluruh kayu yang digunakan di proyek belum sepenuhnya menggunakan kayu legal seperti pada kayu <i>phenol film</i> untuk bekisting pada balok dan plat lantai.



No	Indikator	Data	Analisis
----	-----------	------	----------



Gambar 4.121 Sertifikat Kayu Legal dari Indonesian Legal Wood



Gambar 1.122 Faktur Angkutan Kayu Olahan/Fako (Sertifikat Legal)

<p>4 Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan</p>	<p>Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan). Kusen dan frame aluminium yang digunakan adalah fabrikasi dari pabrik, tidak difabrikasi di lokasi proyek. Pada saat observasi lapangan pada unit apartemen di lantai 16 Emerald North ditemukan <i>opening</i> dengan dimensi yang tidak sesuai dengan ukuran kusen dan frame aluminium sehingga kusen dan frame aluminium tidak dapat dipasang. Tindakan</p>	<p>Penggunaan kusen dan frame aluminium yang tidak difabrikasi di lokasi proyek menemui kesulitan ketika akan dilakukan perbaikan. Upaya perbaikan tersebut menghancurkan pembobokan pada dinding untuk pemasangan kusen aluminium yang dapat menyebabkan limbah konstruksi. Berbeda dengan kusen kayu yang</p>
--	---	---



No	Indikator	Data	Analisis
		yang dilakukan adalah pembobokan pada pasangan bata.	apabila terjadi kesalahan dapat dilakukan penyerutan, pada kusen aluminium dimensi <i>opening</i> harus tepat.
			
Gambar 4.123 <i>Opening</i> dan Kusen Aluminium			
5	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Kusen aluminium yang digunakan untuk jendela unit apartemen dan jendela koridor apartemen dengan merk Alexindo diproduksi oleh PT. Aluminium Extrusion Indonesia. Sedangkan kusen kayu yang digunakan diproduksi oleh PT. Mega Selaras Utama	Kusen aluminium yang diproduksi oleh PT. Aluminium Extrusion Indonesia berasal dari bahan baku material baru yang diimpor dari manufaktur luar negeri sedangkan kayu yang digunakan oleh PT. Mega Selaras Utama merupakan kayu legal baru bersertifikat sehingga bukan merupakan material daur ulang.

13) Pekerjaan *Curtain Wall*

Pekerjaan kaca pada proyek ini digunakan untuk *curtain wall* dan daun jendela unit apartemen. *Curtain wall* berfungsi sebagai dinding fasad apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald. Pada proyek ini, sistem *curtain wall* yang digunakan adalah *curtain wall stick system* dimana mulion dan transom yang berfungsi sebagai rangka kaca merupakan unit atau batangan yang terpisah kemudian dipasang di bangunan per unit dan dilanjutkan pemasangan kaca atau lapisan *curtain wall* lainnya. Pada proyek Grand Kamala Lagoon sistem ini dinamakan *curtain wall* ekonomis. Keuntungan dari sistem ini adalah adaptasi terhadap struktur bangunan utama lebih mudah karena urutan pemasangan tidak dipengaruhi oleh struktur bangunan utama dan waktu perakitan tergolong cepat. Kaca yang digunakan untuk *curtain wall* adalah kaca jenis panasap. Panasap merupakan kependekan dari panas hisap yang berarti suatu material yang memiliki kemampuan menyerap panas. Kaca panasap atau disebut juga *heat absorbing colored glass* yakni kaca yang memiliki kemampuan untuk menyerap panas matahari sehingga suhu dalam ruangan menjadi lebih nyaman bagi penghuni.



Tabel 4.37 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan *Curtain Wall*

No	Indikator	Data	Analisis
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 (TPA).	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Semua material kaca yang digunakan pada pekerjaan <i>curtain wall</i> merupakan material baru dari pabrik.	Penggunaan kembali material bekas baik dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan kusen dan daun pintu belum dilakukan di proyek.
		 <p>Gambar 4.124 Kaca Jenis Panasap Merk Maruni Glass</p>	
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Bahan baku kaca dibuat dari pasir kuarsa, soda, potas, kapur, dolomit, sulfat yang jumlahnya berlimpah meskipun tidak terbarukan (Frick, 2007). Kaca yang digunakan di proyek diproduksi oleh PT. Asahimas Flat Glass Tbk. Dalam laporan tahunan PT. Asahimas (2012: 45), PT. Asahimas telah tersertifikasi bidang lingkungan yaitu ISO 14001 sejak tahun 2005 dan terakhir dilakukan audit ISO 14001 pada bulan Maret 2012 oleh DNV United Kingdom sementara PT. Maruni Daya Sakti sendiri baru tersertifikasi ISO 9001 terkait sistem manajemen kualitas.	Kaca panasap dengan bahan baku yang diperoleh dari Asahimas dapat dinyatakan diproduksi secara ramah lingkungan karena PT. Asahimas telah memiliki sistem manajemen lingkungan namun proses produksi yang dilakukan oleh PT. Maruni Daya Sakti belum dapat dinyatakan ramah lingkungan karena belum tersertifikasi sistem manajemen lingkungannya.
3	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . <i>Curtain wall stick system</i> yang digunakan di proyek dikerjakan secara <i>off site prafabrikasi system</i> yakni komponen <i>curtain wall</i> seperti <i>mullion</i> , <i>transom</i> , dan kaca dibuat dipabrik dan difabrikasi serta dipasang langsung di lokasi kerja. Berdasarkan informasi arsitek PT.PP Properti, waktu pelaksanaan dengan metode ini pada	Waktu pengerjaan <i>curtain wall stick system</i> dengan metode <i>off site prafabrikasi system</i> yang singkat dapat mengurangi masa konstruksi Selain itu juga <i>off site prafabrikasi system</i> untuk pengerjaan <i>curtain wall</i> mengoptimalkan alat sambung mekanik antar komponen bangunan dan menempatkan sambungan antar komponen yang mudah dijangkau sehingga dalam upaya perencanaan



No	Indikator	Data	Analisis
		proyek Grand Kamala Lagoon relatif singkat dibanding <i>unitized system</i> (semua komponen diprefabrikasi di <i>workshop</i>).	pembongkaran bangunan setelah habis masa pakainya sangat tepat.
4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Kaca yang digunakan pada <i>curtain wall</i> diproduksi oleh PT. Asahimas Flat Glass Tbk dalam bentuk lembaran sebagai bahan baku kaca dan di- <i>finishing</i> menjadi kaca jenis panasap oleh PT. Maruni Daya Sakti.	Kaca jenis panasap tidak memiliki kandungan hasil daur ulang namun kaca merupakan bahan yang dapat didaur ulang di akhir masa pakainya. Penggunaan daur ulang kaca dapat menghemat bahan baku dan energi yang digunakan dalam pembuatan kaca baru.

14) Pekerjaan ACP

Fasad apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Emerald menggunakan Aluminium composite Panel (ACP) yang digunakan sebagai elemen estetika pembentuk fasad. ACP dipasang pada *sprandel* area yakni dibagian bawah lantai yang tidak tertutup oleh *curtain wall*.

Tabel 4.38 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan ACP

No	Indikator	Data	Analisis
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 (TPA).	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) Material ACP yang digunakan untuk fasad pada proyek ini merupakan material baru yang diproduksi oleh pabrik dan pasok oleh <i>supplier</i> .	Penggunaan kembali material bekas baik dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan ACP untuk fasad belum dilakukan di proyek. Penggunaan material untuk fasad dari bangunan lama atau dari tempat lain berdasarkan GBCI sangat dimungkinkan untuk pekerjaan fasad.
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . ACP dengan merk Alcom diproduksi oleh produsen China. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari arsitek PT.PP Properti (<i>owner</i>), ACP dan segala material yang diimpor dari China bukan merupakan <i>green product</i> . Produk Alcom baru tersertifikasi ISO 9001 terkait sistem jaminan mutu.	Produksi ACP yang digunakan belum dapat dinyatakan sebagai bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi yang ramah lingkungan sebab belum tersertifikasi ISO terkait sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya. Proses produksi ramah lingkungan adalah proses produksi yang memiliki sistem manajemen lingkungan.



No	Indikator	Data	Analisis
3	Menggunakan metode prefabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material (aspek sumber dan siklus material) MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Perakitan aluminium menjadi rangka ACP, proses <i>grooving</i> pada plat ACP dan pemasangan plat ACP ke <i>spinner</i> dilakukan di <i>workshop</i> prefabrikasi ACP di lokasi proyek.	Pekerjaan ACP dilakukan secara <i>off site prefabricate</i> system, komponen ACP seperti rangka ACP dan Plat ACP telah dirakit di <i>workshop</i> sehingga pekerjaan dapat dikerjakan secara lebih cepat dan mudah di <i>workshop</i> dan di lokasi kerja tinggal dilakukan perakitan dengan presisi. Metode tersebut dapat membantu mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan. Dengan penggunaan metode tersebut, menyederhanakan sambungan antar komponen dengan penggunaan alat sambung mekanik yang mudah dijangkau. Hal tersebut merupakan perencanaan yang baik untuk pembongkaran komponen ataupun material bangunan setelah habis masa pakainya.
		 <p>Gambar 4.125 Perakitan Rangka ACP</p>	
4	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Aluminium Composite Panel tersusun dari lapisan aluminium pada kedua sisi luar dimana didalamnya dilapisi dengan bahan non aluminium berupa bahan <i>polyethylene</i> dimana ketiga lapisan disatukan dalam lembaran yang kuat. Berdasarkan informasi dari arsitek PT.PP Properti, produk ACP yang digunakan tidak menggunakan material daur ulang.	Produk ACP yang digunakan bukan merupakan produk dengan identifikasi daur ulang. Bahan baku utama yang digunakan adalah aluminium yang sangat memungkinkan menggunakan material daur ulang.

15) Pekerjaan GRC

Pada proyek Grand Kamala Lagoon, GRC yang dipasang pada kolom-kolom yang terlihat pada fasad digunakan untuk menutupi perbedaan dimensi kolom yang semakin ke atas dimensi kolom semakin mengecil. Pengecilan dimensi kolom pada beberapa tipikal lantai dilakukan karena adanya pengurangan beban yang ditumpu. Material yang digunakan untuk pekerjaan GRC adalah semen, pasir, dan serat *fiberglass*.



Tabel 4.39 Faktor Pengelolaan Material Pekerjaan GRC

No	Indikator	Data	Analisis
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 (TPA).	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . Material GRC yang digunakan untuk fasad pada proyek ini merupakan material baru yang diproduksi secara prafabrikasi di proyek langsung dengan bahan baku utama baru yang berasal dari masing-masing <i>supplier</i> .	Penggunaan kembali material bekas baik dari bangunan lama maupun tempat lain untuk pekerjaan GRC untuk fasad belum dilakukan di proyek. Penggunaan material GRC untuk fasad dari bangunan lama atau dari tempat lain berdasarkan GBCI sangat dimungkinkan untuk pekerjaan fasad.
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . GRC yang digunakan diproduksi oleh PT. Delima Karya Putra secara pabrikasi di lokasi proyek. PT. Delima Karya Putra belum tersertifikasi ISO 14001 terkait sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya. Bahan baku GRC yang digunakan adalah semen dan agregat pasir dan serat <i>fibreglass alkali resistance</i> sebagai penguatnya. Semen yang digunakan tidak mengandung <i>fly ash</i> . Selama proses produksinya tidak menggunakan asbes sehingga GRC bebas dari asbes (<i>asbestos free</i>).	GRC yang digunakan belum dapat dinyatakan sebagai bahan bangunan hasil pabrikasi dengan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan meskipun produsen GRC menyatakan GRC yang diproduksi bebas asbestos. Hal tersebut karena produsen belum tersertifikasi sistem manajemen lingkungan terkait proses produksi GRC yang merupakan salah satu syarat yang dapat menentukan apakah bahan baku dan proses produksinya ramah lingkungan.
3	Menggunakan metode prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan	Pada faktor pengelolaan material MAGC mendapat nilai 0 (belum diimplementasikan) . GRC yang digunakan diproduksi secara prafabrikasi di lokasi proyek konstruksi dan dilakukan instalasi GRC ke badan kolom di lokasi kerja.	Penggunaan komponen prefabrikasi pada GRC di proyek menyebabkan waktu pekerjaan lebih cepat karena instalasi pada lokasi kerja hanya melakukan sambungan antara rangka GRC dengan badan kolom menggunakan <i>dynabolt</i> namun metode pemasangan yang membutuhkan gondola menyebabkan mengonsumsi banyak energi dari pengoperasian gondola. Sistem <i>off site prefabricate</i> pada pekerjaan GRC

BAB V Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Evaluasi implementasi konstruksi hijau pada proyek Grand Kamala Lagoon secara keseluruhan berdasarkan *Model Assasment Green Construction* (MAGC) melibatkan tujuh aspek penilaian yakni aspek tepat guna lahan dengan NAGC (Nilai Aspek *Green Construction*) 0.68 (52.30%), aspek konservasi energi sebesar 6.00 (60.00%), konservasi air sebesar 2.00 (41.67%), sumber dan siklus material sebesar 0.26 (68.42%), manajemen lingkungan bangunan sebesar 1.13 (79.02%), kesehatan dan keselamatan kerja 2.46 (83.67%), dan kualitas udara sebesar 0.40 (56.60%) terhadap nilai maksimum dari tiap-tiap aspek. Dari hasil NAGC ketujuh aspek tersebut diperoleh NGC (Nilai *Green Construction*) yakni nilai yang menunjukkan hasil capaian konstruksi hijau di proyek Grand Kamala Lagoon sebesar 12.91 (58.89%) terhadap nilai maksimum 21.92 (100%). Dari hasil evaluasi tersebut menunjukkan implementasi konstruksi hijau pada proyek Grand Kamala Lagoon belum mencapai nilai maksimum (NGC_{Ideal}) dan $NGC_{Terbaik}$. Untuk meningkatkan hasil capaian implementasi konstruksi hijau di proyek Grand Kamala Lagoon – Tower Emerald dilakukan evaluasi dengan pendekatan pekerjaan arsitektur pada indikator *Model Assessment Green Construction*. Selain untuk meningkatkan hasil capaian implementasi konstruksi hijau eksisting di proyek, evaluasi tersebut juga dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi pekerjaan arsitektur pada penilaian proses konstruksi hijau.

Dari hasil perhitungan didapatkan persentase kontribusi pekerjaan arsitektur dalam penilaian konstruksi hijau *Model Assessment Green Construction* yakni sebesar 50.00% dengan 71 indikator dari total 142 indikator. Jumlah indikator pekerjaan arsitektur mencapai setengah dari total indikator keseluruhan sehingga dapat disimpulkan pekerjaan arsitektur mampu berkontribusi dan mempengaruhi penilaian konstruksi hijau yang cukup besar untuk sebuah proyek konstruksi. Untuk indikator pekerjaan arsitektur yang sudah diimplementasikan di proyek sebesar 33.09% dari total 100% atau 47 indikator dari total 142 indikator. Aspek yang berkontribusi tertinggi dalam mengakomodasi pekerjaan arsitektur adalah aspek manajemen lingkungan bangunan sedangkan yang terendah adalah aspek kualitas udara. Sisanya sebanyak 24 indikator (16.90%) yang dikategorikan ke dalam pekerjaan arsitektur belum diimplementasikan di proyek.



Setelah diberikan rekomendasi, terjadi peningkatan NFGC pada beberapa faktor dan peningkatan NAGC pada setiap aspek *green construction*. Aspek tepat guna lahan memperoleh NAGC (Nilai Aspek *Green Construction*) sebesar 0.85 (65.38%), aspek konservasi energi sebesar 9.20 (92.00%), konservasi air sebesar 3.60 (75.00%), sumber dan siklus material sebesar 0.36 (94.74%), manajemen lingkungan bangunan sebesar 1.25 (87.41%), kesehatan dan keselamatan kerja 2.62 (89.11%), dan kualitas udara sebesar 0.48 (67.92%) terhadap nilai maksimum dari tiap-tiap aspek. Aspek yang terjadi peningkatan tertinggi secara berurutan terjadi pada aspek konservasi air, konservasi energi dan sumber dan siklus material sehingga dapat disimpulkan pada aspek tersebut pekerjaan arsitektur memiliki peranan tinggi. Dari NAGC tersebut diperoleh sintesis data akhir yakni NGC sebesar 18.36 (83.76%). Dengan begitu terjadi peningkatan tingkat pencapaian implementasi konstruksi hijau sebesar 5.42 (24.73%) dari kondisi eksisting.

5.3 Saran

Saran yang dapat diberikan setelah penulis melakukan penelitian mengenai penilaian implementasi konstruksi hijau pada proyek Grand Kamala Lagoon adalah selain kontraktor, pihak manajemen konstruksi dan konsultan perencana sebaiknya turut serta berperan aktif dalam mewujudkan konstruksi hijau sehingga akan terbangun sistem dimulai dari perencanaan, pengadaan, pelaksanaan, operasional, dan dekonstruksi yang *green* pada proyek Grand Kamala Lagoon karena pelaksanaan konstruksi tidak berdiri sendiri melainkan setiap tahapan dalam siklus hidup proyek konstruksi selalu berkontribusi dan tidak mungkin dipisahkan satu sama lain. Selain itu, dengan adanya penelitian evaluasi implementasi konstruksi hijau di proyek Grand Kamala Lagoon ini dapat menjadi bahan pertimbangan dan pembelajaran untuk proyek-proyek konstruksi lainnya di Indonesia.

5.3.1 Proyek Tower Lainnya di Grand Kamala Lagoon

Proyek Grand Kamala Lagoon merupakan kawasan *superblock* seluas 24 Ha yang akan dibangun 32 *tower* dengan fungsi apartemen, hotel, mall, *office tower*, dan sekolah internasional. Pengerjaan proyek telah dimulai pada kuartal III tahun 2014 dengan pembangunan Tower Emerald. Pada kuartal I tahun 2017 pembangunan di proyek sampai pada pembangunan Tower Emerald (I-A) dan Tower Barclay (I-B) dengan *progress* pengerjaan yang berbeda. Dari hasil penilaian implementasi konstruksi hijau eksisting pada Tower Emerald dan upaya peningkatan NGC melalui rekomendasi indikator pekerjaan



arsitektur menunjukkan bahwa implementasi konstruksi hijau eksisting di proyek dapat ditingkatkan. Dengan begitu diharapkan penilaian konstruksi hijau pada tower-tower selanjutnya dapat memperoleh NGC yang sama atau mencapai NGC_{Ideal} dari *Model Assessment Green Construction*.

5.3.1 Proyek Pemerintah

Dalam penyusunan *Model Assessment Green Construction* agar dapat diimplementasikan, konsep *green construction* didukung oleh landasan hukum yang kuat yang dibuat oleh pemerintah seperti Undang-Undang Bangunan Gedung Nomor 28 Tahun 2002 mengenai bangunan gedung secara umum, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010 mengenai bangunan ramah lingkungan dan di tingkat daerah seperti Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 38 Tahun 2012 mengenai bangunan gedung hijau. Salah satu tujuan dengan adanya regulasi dari pemerintah adalah mewujudkan penyelenggaraan bangunan gedung yang memperhatikan aspek-aspek dalam penggunaan sumber daya yang efisien. Dalam penyusunan *Model Assessment Green Construction* pengembang juga melakukan uji limitasi model dengan pendekatan secara statistik dan didapatkan kesimpulan indikator *green construction* tidak dipengaruhi oleh jenis struktur maupun luas bangunan sehingga dapat diartikan *Model Assessment* dapat digunakan untuk menilai aktivitas konstruksi dalam pembangunan untuk semua jenis proyek konstruksi gedung baru baik proyek konstruksi pemerintah maupun komersial. Yang dimaksud dengan gedung baru adalah bangunan baru yang dibangun di atas lahan kosong atau bangunan lama yang dibongkar dan difungsikan sebagai perkantoran, pertokoan, rumah sakit, hotel, dan apartemen.

Dalam implementasi penilaian *Model Assessment Green Construction* untuk menetapkan NGC terbaik, pengembang juga melakukan penilaian dengan menggunakan delapan orang responden oleh enam kontraktor Badan Usaha Milik Negara dan dua kontraktor swasta nasional. Delapan proyek tersebut adalah proyek gedung, hotel, mall, bandara, *condotel*, dan rumah sakit jiwa. Dari delapan proyek tersebut yang termasuk proyek pemerintah adalah proyek bandara dan proyek rumah sakit jiwa di Bali. Oleh karena itu dapat disimpulkan *Model Assassment Green Construction* dimungkinkan untuk diimplementasikan dalam proyek infrastruktur gedung baik proyek konstruksi pemerintah maupun komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. 2009. Proposed Standard 189.1P, Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Diperoleh 12 Maret 2017, dari <https://osr.ashrae.org>
- Badan Pembinaan Konstruksi Pusat Pembinaan Sumber Daya Investasi. 2013. *Kajian Rantai Pasok Material dan Peralatan Konstruksi dalam Mendukung Investasi di Bidang Konstruksi Berlanjutan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Berge, B. 2000. *The Ecology of Building Materials*. Oxford: Architectural Press
- Ervianto, W.I. 2002. Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Ervianto, W.I. 2013. Capaian Green Construction dalam Proyek Bangunan Gedung menggunakan Model Assessment Green Construction.
- Ervianto, W. I. 2012. Kajian Reuse Material Bangunan dalam Konsep Sustainable Construction di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 12, No.1.
- Ervianto, W.I. 2013. Identifikasi Indikator Green Construction Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung di Indonesia. Seminar Nasional Teknik Sipil. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ervianto, W.I. 2015. Implementasi Green Construction sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. Makalah dalam *Konferensi Nasional Forum Wahana Teknik ke II*. Agustus 2015.
- Glavinich T.E. 2008. *Contractors Guide to Green Building Construction : Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction*. John Wiley.
- Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional. 2007. *Konstruksi Indonesia 2030 Untuk Kenyamanan Lingkungan Terbangun*. Jakarta: Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional.
- Mediastika, C.E. 2013. *Hemat Energi & Lestari Lingkungan Melalui Bangunan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Pembangunan Perumahan Tbk. Green Contractor assessment sheet. Jakarta: PT.PP
- Siagian, I.S. 2005. *Bahan Bangunan yang Ramah Lingkungan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Undang-Undang Jasa Konstruksi No.18 Tahun 1999.

LAMPIRAN I

Kuesioner Model Assessment *Green Construction* untuk Proyek Gedung di Indonesia

Sistem Wulfram I. Ervianto, Versi 1.1. - Tahun 2015

Input Data

No	Deskripsi	Implementasi di Proyek
		0 = Tidak dan 1 = Ya

A	Perencanaan Dan Penjadwalan Proyek Konstruksi	
1	Mengutamakan kemampuan suplier lokal dalam menyediakan kebutuhan material.	1
2	Memberikan perhatian terhadap perlindungan material.	1
3	Memberikan perhatian terhadap perlindungan peralatan.	1
4	Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan material.	1
5	Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan peralatan.	1
B	Pengelolaan 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 (TPA).	0
2	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	0
3	Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya/bersertifikat.	0
4	Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material untuk mengurangi sampah konstruksi.	1
5	Mengurangi jejak karbon yang ditimbulkan oleh pengadaan material/produk dengan cara menggunakan material disekitar proyek atau produk lokal sehingga mampu mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri.	1
6	Penggunaan <i>container</i> untuk kantor di lokasi proyek.	0
7	Penggunaan fasilitas sementara (<i>temporary facility</i>) dalam proses konstruksi.	1
8	Menggunakan metoda prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan.	0
9	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	0
10	Menggunakan material lokal sebagai bahan konstruksi.	1

C	Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	
1	Merencanakan penggunaan air dalam proses konstruksi.	1
2	Melakukan pengukuran air limpasan akibat proses konstruksi terhadap lokasi di sekitar proyek.	0
3	Merencanakan tindakan pencegahan terjadinya erosi di lokasi proyek akibat kegiatan proyek.	0
4	Mencegah terjadinya kebisingan yang ditimbulkan oleh pelaksanaan pekerjaan selama proses konstruksi.	1
5	Memanfaatkan <i>top soil</i> hasil <i>land clearing</i> .	1
6	Merencanakan pelestarian dengan cara memindahkan atau mengganti vegetasi/pohon yang terkena dampak proyek konstruksi.	1
7	Merencanakan cara-cara melindungi vegetasi/pohon di lokasi proyek.	0
8	Merencanakan dan melakukan pengelolaan air limbah akibat proses konstruksi.	0
9	Melakukan pengaturan area simpan dan bongkar material/produk dari moda transportasi.	1
10	Menetapkan batas proyek dengan memasang pagar disekeliling lokasi proyek.	1
11	Membatasi pergerakan kendaraan dan alat di lokasi proyek.	1
12	Mencegah terjadinya erosi akibat limpasan air permukaan.	0

D	Manajemen Limbah Konstruksi	
1	Melakukan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan.	1
2	Meminimalisasi kemasan dalam pengiriman material.	1
3	Menggunakan ukuran produk standar untuk jenis material tertentu.	1
4	Melakukan pemilihan dan penetapan metoda konstruksi untuk mengurangi limbah proses konstruksi.	1
5	Mengemas material bangunan untuk mengurangi limbah.	0
6	Mengoptimalkan penggunaan material bangunan untuk mengurangi limbah.	1
7	Meningkatkan tingkat akurasi dalam estimasi penggunaan bahan bangunan untuk mengurangi timbulnya limbah.	1
8	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) limbah konstruksi.	1
9	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) material hasil dekonstruksi.	1
10	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (<i>downcycle</i>).	0
11	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai sama dengan sebelumnya (<i>recycle</i>).	0
12	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih tinggi dengan sebelumnya (<i>upcycle</i>).	0

E	Penyimpanan Dan Perlindungan Material	
1	Merencanakan cara-cara menyimpan dan melindungi berbagai jenis material agar tidak mengalami kerusakan.	1
2	Merencanakan agar tidak terkontaminasi oleh debu, kelembaban, dan kotoran lainnya untuk jenis material tertentu (misalnya pipa untuk saluran air, saluran untuk pendingin udara (AC)).	1
3	Menyimpan material tertentu yang rawan terhadap debu untuk disimpan diluar lokasi proyek konstruksi.	0
4	Melakukan penyimpanan material tertentu dengan cara dilem secara sempurna.	0
5	Melindungi pipa-pipa yang akan digunakan dengan cara menutup dikedua ujungnya.	1

F	Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	
1	Memberikan prioritas terhadap kesehatan pekerja konstruksi.	1
2	Memberikan perhatian terhadap kesehatan masyarakat umum yang berada di sekitar lokasi proyek konstruksi.	0
3	Melakukan pemilihan metoda konstruksi didasarkan pada minimalisasi debu agar tercipta lingkungan kerja yang sehat.	1
4	Melakukan pemilihan metoda konstruksi didasarkan pada minimalisasi bahan/benda yang menyebabkan pencemaran (polutan).	0
5	Mengganti peralatan tahun pembuatan lama dengan yang baru agar konsumsi energi lebih efisien dan rendah emisi.	1
6	Memperhatikan timbulnya debu yang dihasilkan oleh kegiatan dekonstruksi.	0
7	Memberikan perhatian terhadap material yang mengandung zat berbahaya (cat, lem, <i>sealant</i>)	1
8	Memasang tanda dilarang merokok di kantor proyek.	1
9	Memasang tanda dilarang merokok di lokasi kerja.	1
10	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak \pm 5 meter diluar kontraktor <i>keet</i> .	1
11	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak \pm 5 meter diluar lokasi kerja.	1
12	Tidak menggunakan material asbes.	1
13	Tidak menggunakan lampu merkuri untuk penerangan di lokasi proyek dan kantor proyek.	1
14	Tidak menggunakan <i>styrofoam</i> untuk insulasi panas.	1
15	Melakukan pemasangan <i>safety net</i> untuk keamanan atau pengaman agar material tidak jatuh saat proses konstruksi.	1
16	Melakukan penyiraman lapangan di lokasi proyek untuk mengurangi timbulnya debu.	1
17	Mengadakan fasilitas <i>washing bay</i> untuk menjaga kebersihan jalan sebagai fasilitas umum.	1

G	Program Kesehatan Dan Keselamatan Kerja	
1	Membuat jadwal untuk kegiatan yang menimbulkan emisi untuk mengurangi dampaknya terhadap pekerja konstruksi.	1
2	Memisahkan bedeng pekerja dari lokasi proyek.	1
3	Menjamin terjadinya sirkulasi udara selama proyek berlangsung khususnya pada fasilitas tertentu (misalnya lorong).	1

H	Pemilihan dan Operasional Peralatan Konstruksi	
1	Melakukan pengamatan terhadap waktu kerja peralatan berupa informasi <i>cycle time</i> untuk meningkatkan produktivitas.	0
2	Memberikan pelatihan bagi operator peralatan agar dapat dicapai produktivitas yang ditetapkan.	1
3	Meminimalkan waktu jeda yang ditimbulkan oleh peralatan agar dapat dicapai tingkat efisiensi tertentu.	0
4	Mengganti bahan bakar fosil dengan sumber energi alternatif untuk peralatan konstruksi.	0
5	Mengutamakan penggunaan transportasi umum bagi pekerja konstruksi.	0

I	Dokumentasi	
1	Melakukan pencatatan terkait dengan jumlah material sisa.	0
2	Melakukan pencatatan jumlah penggunaan material terbarukan.	0
3	Melakukan pencatatan jumlah kandungan material daur ulang (<i>recycle</i>).	0
4	Melakukan pencatatan terkait dengan jumlah kandungan material lokal.	1
5	Melakukan pencatatan penggunaan produk dari kayu bersertifikat.	0
6	Melakukan pencatatan tentang jumlah pengiriman material serta cara-cara melindunginya.	1
7	Mendokumentasikan mengenai program kualitas udara di proyek konstruksi.	0
8	Membuat dokumentasi tentang manajemen limbah konstruksi.	1

J	Pelatihan Bagi Subkontraktor	
1	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi mengenai cara-cara mengurangi timbulnya limbah konstruksi.	1
2	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi mengenai cara-cara mengelola limbah konstruksi.	1
3	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi yang difokuskan terhadap kegiatan yang menghasilkan debu.	1
4	Memberikan pelatihan bagi pekerja konstruksi untuk menjaga kualitas udara di lokasi proyek.	1



K	Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi	
1	Membuat dokumen tentang kondisi lahan sebelum dibangun dan merencanakan pelestariannya jika terdapat fitur budaya.	1
2	Membuat perencanaan lokasi penyimpanan peralatan berat (trailer, excavator, bulldozer, dll).	0
3	Membuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman di lokasi proyek.	0
4	Menerapkan larangan menebang pohon dalam radius 12,2 meter dari bangunan.	0
5	Merencanakan dan melakukan simulasi pengaruh air limpasan di lokasi proyek yang berdampak negatif terhadap lingkungan	0
6	Merencanakan, mengevaluasi dan memilih metoda <i>land clearing</i> yang ramah lingkungan.	0

L	Kualitas Udara Tahap Konstruksi	
1	Membuat program udara bersih sesuai persyaratan yang telah ditetapkan oleh pemerintah.	0
2	Melakukan pengukuran kualitas udara secara berkala.	0
3	Menjaminan bahwa seluruh <i>stake holder</i> memahami, bertanggung jawab, dan menerapkan program udara bersih.	0
4	Melakukan pertemuan secara rutin bersama seluruh <i>stake holder</i> untuk mematuhi komitmen tentang persyaratan kualitas udara.	0
5	Memenuhi persyaratan kualitas udara sebagaimana yang ditetapkan dalam dokumen lelang atau kontrak.	1
6	Menyertakan kesanggupan memenuhi persyaratan kualitas udara dalam dokumen tender dan kontrak.	1

M	Efisiensi Air	
1	Menampung air hujan untuk digunakan kembali dalam berbagai kegiatan yang tidak disyaratkan air layak minum.	0
2	Pemasangan alat meteran air di setiap keluaran sumber air bersih (PDAM, air tanah).	0
3	Melakukan monitoring pemakaian air setiap bulan.	1
4	Menggunakan kran otomatis untuk <i>washtafel</i> di kantor proyek.	0
5	Memasang stiker "gunakan air secukupnya" di tempat sumber keluaran air.	1
6	Penggunaan <i>shower</i> untuk mandi pekerja konstruksi.	1
7	Membuat perencanaan dalam pemanfaatan air dewatering.	0
8	Membuat <i>recharge well</i> berupa sumur resapan dan atau lubang biopori.	1
9	Memasang piezo meter untuk memonitor muka air tanah.	0
10	Memanfaatkan air dewatering untuk kegiatan di lapangan.	0



N	Pengelolaan Lahan	
1	Melakukan penanaman pohon di sekitar kontraktor <i>keet</i> .	1
2	Tidak melakukan penebangan pohon selama proses konstruksi.	1
3	Membuat sumur resapan untuk membuang air limbah maupun air limpasan.	1
4	Melakukan filterisasi air sebelum dibuang ke dalam drainase/riol kota.	0

O	Efisiensi Energi	
1	Menggunakan standarisasi penerangan untuk mendukung pekerjaan di lokasi proyek baik di dalam maupun diluar ruangan.	1
2	Menngunakan lampu hemat energi.	0
3	Meminimalkan polusi yang ditimbulkan oleh lampu penerangan.	1
4	Mengatur penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan.	0
5	Pemasangan KWH meter pada sistem beban.	0
6	Membuat perhitungan pengurangan CO ₂ yang didapatkan dari efisiensi energi.	0
7	Melakukan monitoring pemakaian listrik setiap bulan.	1
8	Memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan di kontraktor <i>keet</i> paling tidak 50% dari jumlah ruangan.	0
9	Penggunaan <i>water reservoar</i> untuk penyimpanan air bersih.	1
10	Membuat tata tertib atau ketentuan penggunaan peralatan kantor (lampu, <i>Air Conditioning</i> , dispenser, mesin foto copy, komputer, pompa air, dll).	1
11	Mengatur temperatur <i>Air Conditioning</i> pada posisi 25° C ± 1	1
12	Membuat jadwal transportasi bagi pekerja konstruksi dan karyawan proyek.	1
13	Menyediakan mess karyawan proyek di sekitar lokasi proyek.	1
14	Penggunaan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek.	0
15	Melakukan pengukuran intensitas cahaya sesuai ketentuan (min 300 lux).	0
16	Melakukan pengukuran getaran selama proses konstruksi berlangsung.	1
17	Melakukan pengukuran kebisingan selama proses konstruksi.	1
18	Menyediakan absorban untuk penyimpanan material Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).	1
19	Memastikan bahwa semua kendaraan dan alat berat yang digunakan dalam proyek lulus uji emisi gas buang.	0
20	Menggunakan peralatan AC dengan COP minimum 10% lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000	1



P	Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi	
1	Menyediakan tempat sampah konstruksi.	1
2	Melakukan pemilahan sampah konstruksi sesuai jenisnya.	1
3	Penyediaan tempat sampah rumah tangga (organik, anorganik, bahan berbahaya dan beracun) disekitar lokasi kerja.	1
4	Melakukan pemilihan sampah rumah tangga sesuai jenisnya.	1
5	Bekerja sama dengan pihak ke-3 (pengepul, penampung).	1
6	Memonitoring/pencatatan sampah yang dikeluarkan.	1
7	Menyajikan makanan dan minimum menggunakan dengan sistem catering untuk meminimalkan timbulnya sampah.	1
8	Tidak menggunakan minuman kemasan.	1
9	Menyediakan minuman isi ulang dalam galon	1
10	Menggunakan <i>vedples</i> untuk air minum.	0
11	Pemakaian kertas balok balik (dua sisi) untuk kebutuhan umum.	1
12	Menyediakan cetakan untuk sisa agregat beton.	1
13	Penggunaan bekas bobokan bangunan/puing bangunan untuk timbunan.	1
14	Memaksimalkan pemanfaatan sisa potongan besi tulangan (<1 meter).	1
15	Membuat lubang biopori untuk mengurangi erosi akibat air permukaan.	1

LAMPIRAN II

Perubahan Poin Implementasi Pekerjaan Arsitektur pada *Model Assessment Green Construction* Kondisi Eksisting dan Hasil Rekomendasi

a. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Tepat Guna Lahan (Eksisting)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Pengelolaan Lahan	Melakukan penanaman pohon di sekitar kontraktor <i>keet</i> .	1
	Tidak melakukan penebangan pohon selama proses konstruksi	1
Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi	Membuat sumur resapan untuk membuang air limbah atau air limpasan	1
	Membuat dokumen tentang kondisi lahan sebelum dibangun dan merencanakan pelestariannya jika terdapat fitur budaya.	1
	Membuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman di lokasi proyek	0
Rencana perlindungan lokasi pekerjaan	Merencanakan pelestarian dengan cara memindahkan atau mengganti vegetasi/pohon yang terkena dampak proyek konstruksi	1
	Merencanakan cara-cara melindungi vegetasi/pohon di lokasi proyek	0
	Merencanakan dan melakukan pengelolaan air limbah akibat proses konstruksi	0
	Menetapkan batas proyek dengan memasang pagar disekeliling lokasi proyek	1

b. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Tepat Guna Lahan (Rekomendasi)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Pengelolaan Lahan	Melakukan penanaman pohon di sekitar kontraktor <i>keet</i> .	1
	Tidak melakukan penebangan pohon selama proses konstruksi	1
Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi	Membuat sumur resapan untuk membuang air limbah atau air limpasan	1
	Membuat dokumen tentang kondisi lahan sebelum dibangun dan merencanakan pelestariannya jika terdapat fitur budaya.	1
	Membuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman di lokasi proyek	1
Rencana perlindungan lokasi pekerjaan	Merencanakan pelestarian dengan cara memindahkan atau mengganti vegetasi/pohon yang terkena dampak proyek konstruksi	1
	Merencanakan cara-cara melindungi vegetasi/pohon di lokasi proyek	1
	Merencanakan dan melakukan pengelolaan air limbah akibat proses konstruksi	1
	Menetapkan batas proyek dengan memasang pagar disekeliling lokasi proyek	1

c. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Konservasi Energi (Eksisting)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Efisiensi energi	Menggunakan standarisasi penerangan untuk mendukung pekerjaan di lokasi proyek baik di dalam maupun di luar ruangan	1
	Menggunakan lampu hemat energi	0
	Meminimalkan polusi yang ditimbulkan oleh lampu penerangan	1
	Mengatur penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan	0
	Pemasangan kWh meter pada sistem beban	0
	Membuat perhitungan pengurangan CO ₂ yang didapatkan dari efisiensi energi	0
	Melakukan monitoring pemakaian listrik setiap bulan	1
	Memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan di kontraktor <i>keet</i> paling tidak 50% dari jumlah ruangan.	0
	Penggunaan <i>water reservoir</i> untuk penyimpanan air bersih	1
	Mengatur temperatur <i>Air Conditioning</i> pada posisi 25° C ± 1	1
	Penggunaan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek.	0
	Melakukan pengukuran intensitas cahaya sesuai ketentuan (min 300 lux).	0
	Melakukan pengukuran kebisingan selama proses konstruksi.	1
	Menggunakan peralatan AC dengan COP minimum 10% lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000	1

d. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Konservasi Energi (Rekomendasi)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Efisiensi energi	Menggunakan standarisasi penerangan untuk mendukung pekerjaan di lokasi proyek baik di dalam maupun di luar ruangan	1
	Menggunakan lampu hemat energi	1
	Meminimalkan polusi yang ditimbulkan oleh lampu penerangan	1
	Mengatur penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan	1
	Pemasangan kWh meter pada sistem beban	1
	Membuat perhitungan pengurangan CO ₂ yang didapatkan dari efisiensi energi	0
	Melakukan monitoring pemakaian listrik setiap bulan	1
	Memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan di kontraktor <i>keet</i> paling tidak 50% dari jumlah ruangan.	1
	Penggunaan <i>water reservoir</i> untuk penyimpanan air bersih	1
	Mengatur temperatur <i>Air Conditioning</i> pada posisi 25° C ± 1	1
	Penggunaan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek.	1
	Melakukan pengukuran intensitas cahaya sesuai ketentuan (min 300 lux).	1
	Melakukan pengukuran kebisingan selama proses konstruksi.	1
	Menggunakan peralatan AC dengan COP minimum 10% lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000	1

e. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Konservasi Air (Eksisting)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Efisiensi air	Menampung air hujan untuk digunakan kembali dalam berbagai kegiatan yang tidak disyaratkan air layak minum.	0
	Pemasangan alat meteran air di setiap keluaran sumber air bersih (PDAM, air tanah).	0
	Melakukan monitoring pemakaian air setiap bulan.	1
	Menggunakan kran otomatis untuk <i>washtafel</i> di kantor proyek.	0
	Penggunaan <i>shower</i> untuk mandi pekerja konstruksi.	1

f. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Konservasi Air (Rekomendasi)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Efisiensi air	Menampung air hujan untuk digunakan kembali dalam berbagai kegiatan yang tidak disyaratkan air layak minum.	1
	Pemasangan alat meteran air di setiap keluaran sumber air bersih (PDAM, air tanah).	1
	Melakukan monitoring pemakaian air setiap bulan.	1
	Menggunakan kran otomatis untuk <i>washtafel</i> di kantor proyek.	1
	Penggunaan <i>shower</i> untuk mandi pekerja konstruksi.	1

g. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Sumber dan Siklus Material (Eksisting)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Perencanaan dan penjadwalan material	Mengutamakan kemampuan suplier lokal dalam menyediakan kebutuhan material.	1
	Memberikan perhatian terhadap perlindungan material.	1
	Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan material.	1
Pengelolaan material	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 (TPA).	0
	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	0
	Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya/bersertifikat.	0
	Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material untuk mengurangi sampah konstruksi.	1
	Mengurangi jejak karbon yang ditimbulkan oleh pengadaan material/produk dengan cara menggunakan material disekitar proyek atau produk lokal sehingga mampu mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri.	1
	Menggunakan metoda prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan.	0
	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	0
Menggunakan material lokal sebagai bahan konstruksi	1	

h. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Sumber dan Siklus Material (Rekomendasi)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Perencanaan dan penjadwalan material	Mengutamakan kemampuan suplier lokal dalam menyediakan kebutuhan material.	1
	Memberikan perhatian terhadap perlindungan material.	1
	Memperhatikan urutan pekerjaan dalam pengadaan material.	1
Pengelolaan material	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 (TPA).	1
	Menggunakan bahan bangunan hasil pabrikasi yang menggunakan bahan baku dan proses produksi ramah lingkungan.	1
	Menggunakan bahan baku kayu yang dapat dipertanggungjawabkan asal-usulnya/bersertifikat.	1
	Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material untuk mengurangi sampah konstruksi.	1
	Mengurangi jejak karbon yang ditimbulkan oleh pengadaan material/produk dengan cara menggunakan material disekitar proyek atau produk lokal sehingga mampu mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri.	1
	Menggunakan metoda prafabrikasi dalam pelaksanaan pekerjaan.	1
	Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.	1
	Menggunakan material lokal sebagai bahan konstruksi	1

i. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan (Eksisting)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Manajemen lingkungan proyek konstruksi	Menyediakan tempat sampah konstruksi	1
	Melakukan pemilahan sampah konstruksi sesuai dengan jenisnya	1
	Penyediaan tempat sampah rumah tangga (organik, anorganik, bahan berbahaya dan beracun) disekitar lokasi kerja.	1
	Melakukan pemilihan sampah rumah tangga sesuai jenisnya.	1
	Bekerja sama dengan pihak ke-3 (pegepul, penampung).	1
	Memonitoring/pencatatan sampah yang dikeluarkan.	1
	Penggunaan bekas bobokan bangunan/puing bangunan untuk timbunan.	1
	Memaksimalkan pemanfaatan sisa potongan besi tulangan (<1 meter).	1
	Membuat lubang biopori untuk mengurangi erosi akibat air permukaan.	1
	Melakukan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan.	1
Manajemen limbah konstruksi	Menggunakan ukuran produk standar untuk jenis material tertentu.	1
	Melakukan pemilihan dan penetapan metoda konstruksi untuk mengurangi limbah proses konstruksi.	1
	Mengoptimalkan penggunaan material bangunan untuk mengurangi limbah.	1
	Meningkatkan tingkat akurasi dalam estimasi penggunaan bahan bangunan untuk mengurangi timbulnya limbah.	1
	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) limbah konstruksi.	1
	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) material hasil dekonstruksi.	1
	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (<i>downcycle</i>).	0



Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai sama dengan sebelumnya (<i>recycle</i>).	0
	Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih tinggi dengan sebelumnya (<i>upcycle</i>).	0

j. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan (Rekomendasi)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Manajemen lingkungan proyek konstruksi	Menyediakan tempat sampah konstruksi	1
	Melakukan pemilahan sampah konstruksi sesuai dengan jenisnya	1
	Penyediaan tempat sampah rumah tangga (organik, anorganik, bahan berbahaya dan beracun) disekitar lokasi kerja.	1
	Melakukan pemilihan sampah rumah tangga sesuai jenisnya.	1
	Bekerja sama dengan pihak ke-3 (pengepul, penampung).	1
	Memonitoring/pencatatan sampah yang dikeluarkan.	1
	Penggunaan bekas bobokan bangunan/puing bangunan untuk timbunan.	1
	Memaksimalkan pemanfaatan sisa potongan besi tulangan (<1 meter).	1
	Membuat lubang biopori untuk mengurangi erosi akibat air permukaan.	1
Manajemen limbah konstruksi	Melakukan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan.	1
	Menggunakan ukuran produk standar untuk jenis material tertentu.	1
	Melakukan pemilihan dan penetapan metoda konstruksi untuk mengurangi limbah proses konstruksi.	1
	Mengoptimalkan penggunaan material bangunan untuk mengurangi limbah.	1
	Meningkatkan tingkat akurasi dalam estimasi penggunaan bahan bangunan untuk mengurangi timbulnya limbah.	1
	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) limbah konstruksi.	1
	Menggunakan kembali (<i>reuse</i>) material hasil dekonstruksi.	1
Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (<i>downcycle</i>).	1	
Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai sama dengan sebelumnya (<i>recycle</i>).	1	
Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih tinggi dengan sebelumnya (<i>upcycle</i>).	1	

k. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Kesehatan dan Kenyamanan Lingkungan Proyek (Eksisting)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi	Memasang tanda dilarang merokok di kantor proyek	1
	Memasang tanda dilarang merokok di lokasi kerja	1
	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar kontraktor <i>keet</i>	1
	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar lokasi kerja	1
	Tidak menggunakan material asbes	1



	Tidak menggunakan lampu merkuri untuk penerangan di lokasi proyek dan kantor proyek	1
	Melakukan pemilihan metode kontribusi didasarkan pada minimalisasi debu agar tercipta lingkungan yang sehat	1
	Melakukan pemilihan metode konstruksi didasarkan pada minimalisasi bahan bangunan yang menyebabkan pencemaran	0
Program kesehatan dan keelamatan kerja	Menjamin terjadinya sirkulasi udara selama proyek berlangsung khususnya pada fasilitas tertentu (misalnya lorong)	1

1. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Kesehatan dan Kenyamanan Lingkungan Proyek (Rekomendasi)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi	Memasang tanda dilarang merokok di kantor proyek	1
	Memasang tanda dilarang merokok di lokasi kerja	1
	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar kontraktor <i>keet</i>	1
	Menyediakan fasilitas untuk merokok pada jarak ± 5 meter diluar lokasi kerja	1
	Tidak menggunakan material asbes	1
	Tidak menggunakan lampu merkuri untuk penerangan di lokasi proyek dan kantor proyek	1
	Melakukan pemilihan metode kontribusi didasarkan pada minimalisasi debu agar tercipta lingkungan yang sehat	1
	Melakukan pemilihan metode konstruksi didasarkan pada minimalisasi bahan bangunan yang menyebabkan pencemaran	1
Program kesehatan dan keelamatan kerja	Menjamin terjadinya sirkulasi udara selama proyek berlangsung khususnya pada fasilitas tertentu (misalnya lorong)	1

m. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Kualitas Udara (Eksisting)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi	Mengutamakan penggunaan transportasi umum bagi pekerja konstruksi	0
Penyimpanan dan perlindungan material	Merencanakan cara-cara menyimpan dan melindungi berbagai jenis material agar tidak mengalami kerusakan.	1
	Menyimpan material tertentu yang rawan terhadap debu untuk disimpan diluar lokasi proyek konstruksi.	0

n. Pekerjaan Arsitektur pada Aspek Kualitas Udara (Rekomendasi)

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Pemilihan dan operasional	Mengutamakan penggunaan transportasi umum bagi pekerja konstruksi	1

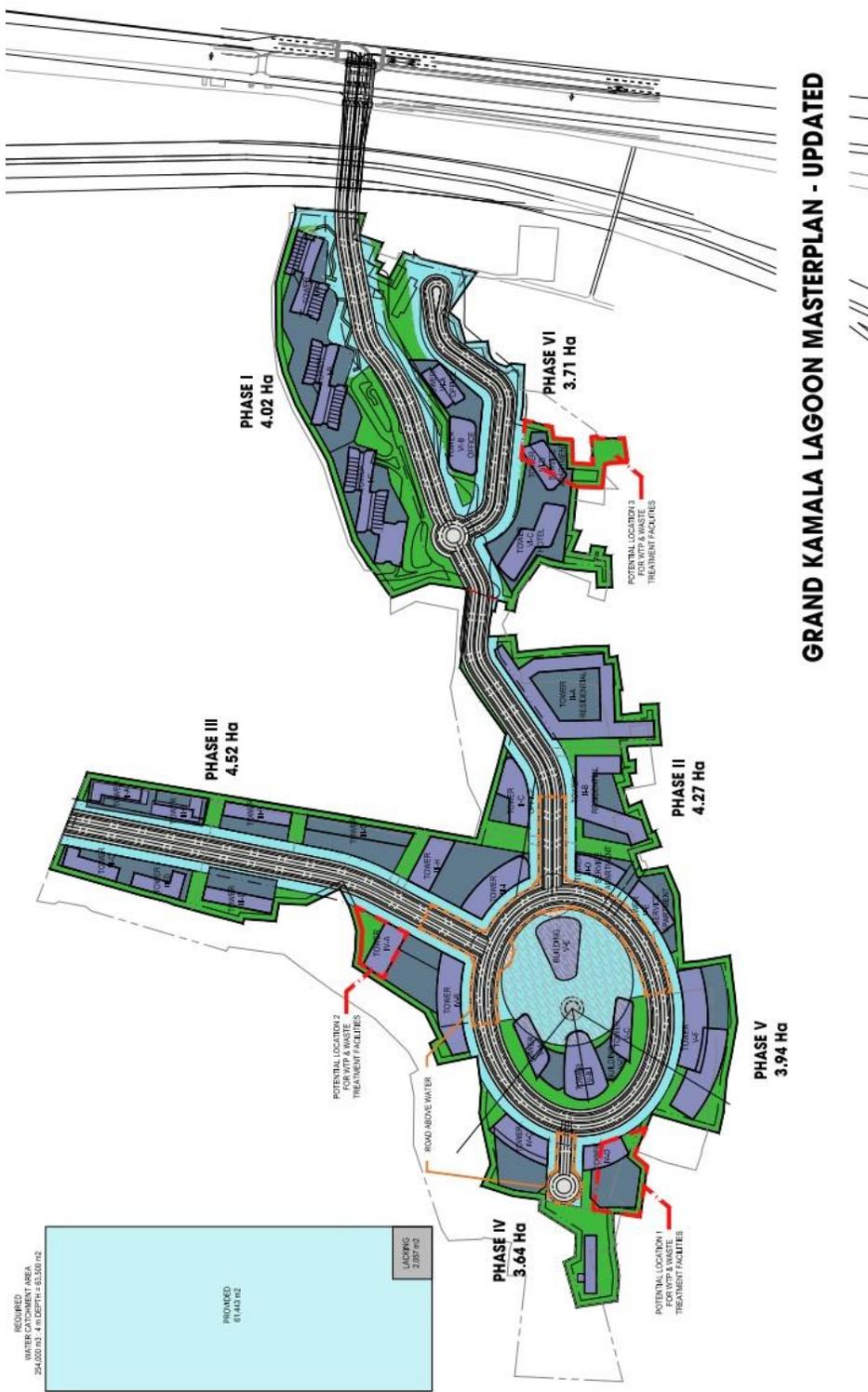


peralatan konstruksi

Faktor	Indikator	Implementasi di Proyek (0 = Belum dan 1=Sudah)
Penyimpanan dan perlindungan material	Merencanakan cara-cara menyimpan dan melindungi berbagai jenis material agar tidak mengalami kerusakan.	1
perlindungan material	Menyimpan material tertentu yang rawan terhadap debu untuk disimpan diluar lokasi proyek konstruksi.	1



LAMPIRAN III



GRAND KAMALA LAGOON MASTERPLAN - UPDATED

Gambar Master Plan Proyek Grand Kamala Lagoon Bekasi

Tabel Grand Kamala Lagoon Area Circulation

		GFA (sq.m)	Coeff (sq.m GFA/person)	Peak Occupancy (person)	Occupancy rate	Real Occupancy (person)
F&B	6%	118,211	36.7	3,217	80%	2,574
Residential	32%	614,109	36.7	16,715		13,372
Office	18%	342,837	15 (GLA)	17,142		13,713
Retail	7%	135,374	36.7	3,685		2,948
Hotel	10%	195,984	36.7	5,334		4,267
Parking	22%	413,492	-	-		-
School	2.4%	46,052	36.7	1,253		1,003
Hospital	1.4%	26,877	36.7	732		585
Exhibition Center	0.2%	3,069	36.7	84		67
TOTAL		1,896,005		48,162		38,529

Site Area	=	244,252 sq.m
Density	=	157,744 /sq.km
Density (Peak)	=	197,180 /sq.km

Design Base:

> TOWER 3

	Area	Percentage
Total Site	15,548	-
Total Apartment Units	5,253	-
Total Apartment Semi-Gross	-	-
Total Parking	1751 cars	-
Total Parking Area	-	-
Total Amenities (retail, f&b)	-	-
Total GBA	185,000	100%

> TOWER 4

	Area	Percentage
Total Site	15,548	-
Total Apartment Units	2,034	-
Total Apartment Semi-Gross	44,609	60%
Total Parking	407 cars	-
Total Parking Area	19,005	25%
Total Amenities (retail, f&b)	11,116	15%
Total GBA	74,730	100%

Assumptions:

- * 1 apartment unit assumed to have 1 occupant
- * Function proportion assumption for office and residential based on TOWER 4 design are:

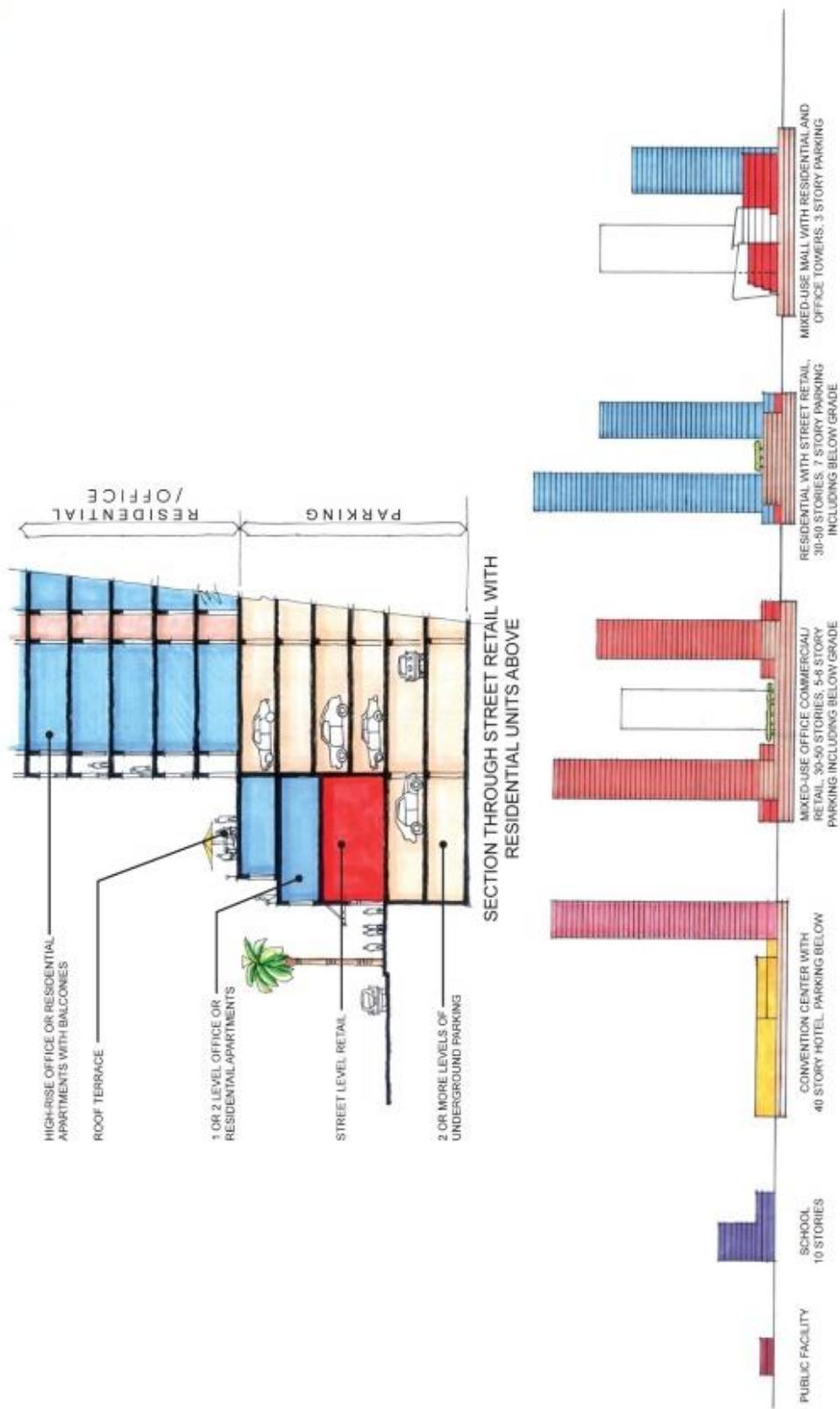
- Parking	=	60%
Apartment/Office	=	25%
Amenities (half retail+half f&b)	=	15%
- * Density assumption for residential based on TOWER 4 design is:

	=	37 sqm/person
--	---	---------------
- * Density assumption for office

	=	15 sqm/person
--	---	---------------
- Efficiency assumption for office

	=	75 % of GBA
--	---	-------------

TYPICAL MASSING SECTIONS



Gambar Typical Massing Section