

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Setelah peneliti melakukan telaah terhadap beberapa penelitian, terdapat beberapa hal yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang peneliti lakukan.

Penelitian pertama yang terkait dengan hambatan penerapan *green construction* dilakukan oleh Sinulingga (2012) dalam thesis yang berjudul “Studi Mengenai Hambatan-Hambatan Penerapan *Green Construction* pada Proyek Konstruksi di Yogyakarta”. Tujuan penelitian yang dilakukan oleh Sinulingga ini adalah mengetahui tingkat kriteria penerapan dalam menerapkan *green construction*, mengetahui kriteria yang paling menentukan dalam menerapkan *green construction*, mengetahui tingkat kesulitan dalam menerapkan kriteria *green construction*, mengetahui hambatan-hambatan yang paling besar dalam menerapkan *green construction*, dan mengetahui hubungan antara kriteria penerapan *green construction* dengan hambatan dalam penerapan *green construction* pada proyek konstruksi di Yogyakarta.

Penelitian yang dilakukan oleh Sinulingga menghasilkan kesimpulan :penerapan pada kategori energi paling sering diterapkan oleh sebagian besar responden, sedangkan yang paling sulit diterapkan oleh sebagian besar responden adalah kategori pengelolaan limbah proyek. Sinulingga membahas lebih lanjut, hambatan terbesar yang dialami oleh sebagian besar responden dalam menerapkan *green construction* adalah pembiayaan serta perawatan *green building*.

Dalam tugas akhir ini, digunakan beberapa poin dari pertanyaan kuisioner terkait penerapan *green construction* yang digunakan oleh Sinulingga dalam penelitiannya pada tahun 2012. Total jumlah pertanyaan terkait penerapan *green construction* dalam tugas akhir ini adalah 48 poin yang terbagi dalam tujuh kategori, dimana 36 pertanyaan dikutip dari kuisioner penelitian yang dilakukan oleh Sinulingga.

Penelitian berikutnya dengan topik yang berkaitan dengan hambatan penerapan *green construction* dilakukan oleh Prakosa (2017) dengan thesis yang berjudul “Studi Tingkat Penerapan dan Kendala *Green Construction* serta Strategi Penanganannya, pada Proyek Konvensional di Wilayah Jawa Tengah”. Penelitian yang dilakukan oleh Prakosa ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penerapan *green construction* pada proyek konvensional oleh kontraktor, serta mengetahui kendala-kendala yang dialami oleh pelaku konstruksi di wilayah kota daerah Provinsi Jawa Tengah dalam menerapkan konsep *green construction* dan strategi penanganannya.

Penelitian yang dilakukan oleh Prakosa menghasilkan kesimpulan: kontraktor proyek konvensional di Jawa Tengah sudah baik, dan dengan kemampuan kontraktor, aspek *green construction* dapat diterapkan dan masih memerlukan bantuan dan kesadaran dari pemerintah serta pemilik proyek. Kendala kontraktor dalam menerapkan *green construction* yang paling berpengaruh diakibatkan oleh kurangnya peran aktif pemilik proyek, terbatasnya kondisi di lokasi konstruksi yang berkaitan dengan teknologi dan sumber daya, keterlibatan pemerintah dalam hal regulasi, dan lain-lain.

Dalam tugas akhir ini, digunakan beberapa poin dari pertanyaan kuisioner terkait penerapan *green construction* yang digunakan oleh Prakosa dalam penelitiannya pada tahun 2017. Total jumlah pertanyaan terkait penerapan *green construction* dalam tugas akhir ini adalah 48 poin yang terbagi dalam tujuh kategori, dimana 12 pertanyaan dikutip dari kuisioner penelitian yang dilakukan oleh Prakosa.

Dengan demikian meskipun di atas telah disebutkan adanya penelitian dengan tema serupa, terdapat perbedaan pada subjek, objek, dan tempat penelitian yang berbeda. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang Hambatan Penerapan *Green Construction* pada Proyek Konstruksi di Jawa Tengah.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Proyek konstruksi

Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Proyek konstruksi memiliki karakteristik yang bersifat unik, membutuhkan sumber daya (*manpower, material, machines, money, method*), serta membutuhkan organisasi. Hal itu membuat setiap proyek konstruksi bersifat unik dan tidak memiliki kesamaan persis dengan proyek konstruksi yang ada sebelum maupun sesudahnya.

Ciri-ciri dari sebuah proyek konstruksi menurut James Theongsal (2015) diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Bersifat unik, karena meskipun suatu proyek memiliki spesifikasi dan jenis yang sama dengan proyek lainnya, terdapat hal yang berbeda dalam proses pelaksanaannya yang dipengaruhi beberapa faktor, misal kondisi alam, transportasi material, akses peralatan, dan lain-lain.
2. Terbatas dengan mutu, biaya, dan waktu dalam proses pelaksanaannya.
3. Pekerjaannya tidak berulang-ulang.
4. Hasil pekerjaan bersifat *handmade*. Berbeda dengan industri manufaktur yang proses pembuatannya umumnya menggunakan bantuan mesin, proyek konstruksi umumnya hasil output pekerjaannya bersifat *handmade*. Karena itu ketidaksempurnaan dari hasil proyek konstruksi merupakan hal yang normal selama masih dalam batas-batas yang dapat diterima.
5. Berpotensi besar terhadap resiko kecelakaan kerja.

2.2.2 Green construction

1. Definisi dan konsep *green construction*.

Plessis (2002) menyatakan bahwa *green construction* merupakan bagian dari *sustainable construction* yang merupakan proses holistik yang bertujuan untuk mengembalikan dan menjaga keseimbangan antara lingkungan alami dan buatan.

Glavinich (2008) mengemukakan bahwa *green construction* merupakan suatu perencanaan dan proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan manusia untuk generasi sekarang dan mendatang. Konsep *green construction* menurut Glavinich mencakup beberapa hal berikut :

- a. Perencanaan dan penjadwalan konstruksi

- b. Konservasi material
- c. Tepat guna lahan
- d. Manajemen limbah konstruksi
- e. Penyimpanan dan perlindungan material
- f. Kesehatan lingkungan kerja
- g. Menciptakan lingkungan kerja yang ramah lingkungan
- h. Pemilihan dan pengoperasian peralatan konstruksi
- i. Dokumentasi

Menurut Hoffman (2008), *green construction* merupakan suatu istilah yang meliputi strategi, teknis, dan produk konstruksi yang dalam pelaksanaannya sedikit menggunakan bahan yang menyebabkan polusi atau pencemaran lingkungan.

Kibert (2008) menyatakan bahwa konsep *green construction* mencakup hal-hal berikut :

- a. Rencana perlindungan lokasi pekerjaan,
- b. Program kesehatan dan keselamatan kerja,
- c. Pengelolaan limbah pembangunan atau bongkaran,
- d. Pelatihan bagi subkontraktor,
- e. Reduksi jejak ekologis proses konstruksi,
- f. Penanganan dan instalasi material,
- g. Kualitas udara.

Sedangkan menurut Ervianto (2012), *green construction* didefinisikan sebagai suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi untuk

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

Pada prinsipnya *green construction* dilakukan untuk menghasilkan suatu bangunan yang memperhatikan prinsip ramah lingkungan seperti penggunaan sumber daya alam dan energi secara efisien, penggunaan material yang terbarukan, tetap menjaga mutu bangunan dan memperhatikan kesehatan penghuninya. Prinsip *green construction* diharapkan terus diperhatikan selama masa hidup bangunan, mulai dari tahap perencanaan, pembangunan, operasional, pemeliharaan, renovasi, bahkan hingga pada tahap pembongkaran.

2. Standar penilaian *green construction*.

Salah satu standar yang digunakan sebagai penilaian *green construction* adalah *Green Contractor Assessment Sheet*. *Green Contractor Assessment Sheet* merupakan upaya penerapan *green construction* yang dilakukan oleh PT. Pembangunan Perumahan (PT. PP) , yang meliputi hal-hal berikut :

a) Tepat guna lahan

Memelihara kehijauan lingkungan proyek serta mengurangi emisi CO₂ dan gas polutan. Mengurangi beban drainasi kota akan limpasan air hujan dari kegiatan konstruksi baik kualitas maupun kuantitas.

b) Efisiensi dan konservasi energi

Mendorong penghematan konsumsi/pemakaian energi selama kegiatan konstruksi dengan cara pemantauan pemakaian serta melakukan aplikasi upaya efisiensi energi.

c) Konservasi air

Mendorong penghematan konsumsi/pemakaian air selama kegiatan konstruksi dengan cara pemantauan pemakaian serta melakukan aplikasi upaya efisiensi penggunaan air.

d) Manajemen lingkungan dan proyek konstruksi

Melaksanakan pengolahan sampah selama proses konstruksi dan mendorong mengurangi terjadinya sampah sehingga mengurangi beban Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) serta melaksanakan program kampanye/promosi *green construction* dalam rangka sosialisasi dan edukasi akan pentingnya pengolahan konstruksi ramah lingkungan.

e) Sumber dan siklus material

Mengoptimalkan penggunaan material yang ada untuk mengurangi pemakaian bahan mentah atau material baru serta melaksanakan proses produksi yang ramah lingkungan.

f) Kesehatan dan kenyamanan di dalam lokasi proyek konstruksi

Menjaga dan meningkatkan kualitas udara serta kenyamanan lingkungan seperti mengurangi dampak asap rokok, debu, serta mengurangi pemakaian material yang dapat membahayakan kesehatan.

g) Lubang resapan biopori (LRB)

Merupakan teknologi tepat guna untuk mengatasi permasalahan air dan sampah serta menjaga kualitas tanah. LRB adalah lubang silinder yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter lubang ± 10 cm dan

kedalaman sekitar 100 cm dengan catatan tidak melebihi kedalaman permukaan air tanah.

Secara lebih lanjut, Sinulingga (2012) menyatakan bahwa terdapat lima kategori yang menjadi fokus dari konsep *green construction*, yaitu :

a) *Sustainable site* atau lokasi yang berkelanjutan

Kategori ini mendorong manajemen yang lebih baik dalam pengelolaan lahan dan meminimalkan dampak lingkungan yang tidak diinginkan oleh lingkungan sekitar baik selama ataupun pasca kegiatan konstruksi. Kategori ini menuntut tim proyek agar mempertimbangkan pemilihan dan pengolahan lahan, alternatif transportasi, gangguan pada lingkungan, pengelolaan air dan polusi.

b) Efisiensi air

Kategori ini mendorong pengelolaan yang bijak dalam penggunaan air. Konsep ini dibuat agar bisa menghemat penggunaan air serta mengurangi buangan air.

c) Energi dan atmosfer

Kategori ini mendorong tim proyek untuk mengkonsumsi energi pada tingkat serendah mungkin tanpa mengurani kinerja proses konstruksi.

d) Material dan sumber daya

Kategori ini memfokuskan pada penggunaan material daur ulang dalam proses konstruksi dan penggunaan material secara berulang.

e) Kualitas lingkungan dalam ruangan

Kategori ini memfokuskan pada upaya untuk mengembangkan kualitas dalam ruangan khususnya aspek pencahayaan, kesejukan ruang serta kualitas udara termasuk dalam pengendalian asap rokok.

3. Kriteria penerapan *green construction*.

Penerapan metode *green construction* dalam proyek menurut PT. PP (2008) terbagi menjadi beberapa bagian yaitu :

a) Lapangan (*Site Project*)

1) *Dewatering*

Pekerjaan *dewatering* atau pemompaan air tanah sebagai bagian cara pembuatan lantai bawah tanah. Pekerjaan ini meskipun bertujuan membuang air tanah pada daerah tertentu, namun diharapkan tetap tidak mencemari lingkungan.

Target : menjamin air *dewatering* tidak mencemari air alam dan tidak mengganggu muka air tanah disekitar lapangan.

Metode :

- i. Pembuatan sumur untuk mengembalikan air ke dalam tanah.
- ii. Pengolahan air yang tercemar atau kekeruhannya melebihi ambang batas sebelum dibuang ke sistem pengaliran air atau pembuangan air alami.
- iii. Pengecekan tingkat zat padat terlarut pada air yang dipompa ke pembuangan air alami tidak melebihi standar peraturan tentang kualitas air.
- iv. *Dewatering* dengan pompa air, dimana saja, dilaksanakan pada area vegetasi yang cukup lebar untuk membuang tanah terlarut atau pada alat pengontrol endapan.

- v. Pengawasan semua proses pemompaan dan pencegahan untuk memastikan kekeruhan air pada tahap yang rendah.
- vi. Pengawasan berkala selama pemompaan, terhadap kualitas air yang akan dipompa ke saluran air atau sistem *drainase*.

2) Erosi

Galian pembuatan lantai bawah tanah berpotensi terjadinya erosi disekeliling bagian galian yang sangat membahayakan kelestarian lingkungan sekitar.

Target : mengurangi terjadinya erosi pada lahan proyek.

Metode:

- i. Meminimalkan pembukaan lahan galian
- ii. Usahakan untuk menghindari pembukaan lahan pada tanah yang mudah tererosi.
- iii. Tidak membuat galian dengan kemiringan curam pada lahan yang berdekatan dengan area perairan.
- iv. Melakukan penanaman kembali pada lahan yang telah selesai dikerjakan.
- v. Pembuatan jadwal pekerjaan secara cermat untuk menghindari terjadinya ketertundaan pekerjaan yang dapat mengganggu kestabilan tanah.

3) Polusi Udara/Debu

Polusi udara merupakan salah satu hasil kegiatan konstruksi, mengurangi produksi debu adalah hal utama dalam proses konstruksi.

Target : mengurangi debu di lapangan/lingkungan.

Metode:

- i. Mengurangi produksi debu dikembangkan dalam perencanaan proyek.

- ii. Melokalisir penyebaran debu dengan bantuan peralatan tambahan (jaring pengaman debu) pada sekeliling bangunan.
- iii. Melakukan penyemprotan air di area yang terlihat banyak debu.
- iv. Memasang pagar penolak angin pada lokasi yang tepat.

4) Air hujan

Tujuan dari pengelolaan air hujan di proyek adalah untuk mengurangi kontaminasi.

Target: mengurangi air hujan yang terkontaminasi.

Metode:

- i. Meminimalisir volume air hujan yang tercemar yang masuk ke area bersih.
- ii. Buat jalan pintas saluran untuk mengalihkan air hujan dari area bersih dan lereng yang stabil.
- iii. Mengurangi laju air.

b) Energi

1) Pengaturan temperatur dan waktu operasi AC

AC merupakan peralatan vital pada sebuah daerah tropis, wilayah Indonesia salah satunya. Pemakaian AC secara bijaksana merupakan salah satu cara dalam penghematan energi.

Target : mengurangi pemakaian listrik sebanyak 30%.

Metode:

- i. Menggunakan freon ramah lingkungan
- ii. Mengatur suhu AC sesuai *standar thermal comfort* ($\pm 25^{\circ} \text{C}$), karena energi listrik yang dibutuhkan sangat tinggi jika mengatur AC pada suhu terendah.

- iii. Menutup ruangan dari aliran udara langsung dari luar.
 - iv. Menjaga kebersihan filter AC, dan instalasi pipa AC dari kebocoran.
 - v. Penggunaan AC disesuaikan dengan kapasitas dan isi ruangan.
 - vi. Penggunaan AC disesuaikan serta dengan kondisi waktu.
- 2) Pemakaian lampu hemat energi dan pengaturan waktu operasi.

Target : mengurangi pemakaian listrik sebanyak 50%.

Metode:

- i. Penggunaan lampu hemat energi disetiap kegiatan.
- ii. Perencanaan penempatan jendela dan meja kerja mempertimbangkan pencahayaan dari sinar matahari terpenuhi dengan optimal.
- iii. Memanfaatkan pantulan sinar matahari ke plafon untuk menerangi ruangan tanpa menyebabkan silau.
- iv. Pada tempat yang berdekatan langsung dengan sumber cahaya alami, penggunaan pencahayaan buatan diminimalisasi.
- v. Mengurangi nyala lampu saat jam istirahat dan mematikan lampu bila ruangan tidak terpakai.

3) Emisi Gas Buang

Mengurangi emisi gas CO₂ dan penghematan bahan bakar merupakan tujuannya.

Target : mengurangi emisi gas CO₂, menghemat bahan bakar untuk kendaraan dengan cara mempersingkat jarak transportasi.

Metode:

- i. Perencanaan perjalanan seefisien mungkin sehingga beberapa urusan bisa diselesaikan dalam satu jalur perjalanan.
- ii. Pemakaian kendaraan hemat bahan bakar.
- iii. Memakai bahan bakar biodiesel.
- iv. Memaksimalkan pemakaian material lokal.
- v. Merencanakan pengiriman beton ke proyek diluar jam sibuk atau pada jam yang biasa terjadi kemacetan lalu lintas.
- vi. Merencanakan rute pengiriman beton ke proyek dengan waktu sesingkat mungkin.
- vii. Pemeliharaan mesin secara berkala untuk mengurangi emisi CO₂.
- viii. Melaksanakan *zoning* untuk area kerja para project manager sehingga mengurangi jarak tempuh (rangkap jabatan pada lokasi berdekatan).
- ix. Pembatasan tahun kendaraan operasional proyek.

c) Limbah/Waste

1) *Waste material*

Memperkecil jumlah *wastematerial* dengan cara pengukuran yang tepat sebelum memesan material. *Waste material* yang dapat dikurangi adalah *waste material* besi beton, *waste* beton dan material lain.

Target : mengurangi volume sisa potongan besi beton dan beton.

Metode :

- i. Menggunakan prinsip mengurangi waste material, pemakaian material daur ulang, pemakaian secara berulang, pengolahan limbah, melokalisir limbah dan pengelolaan limbah.
- ii. Perencanaan pengecoran yang terstruktur sehingga apabila terdapat sisa dari pengiriman beton dapat dialihkan ke pekerjaan lain.
- iii. Pemilihan *ready mix* yang sudah dioperasikan dengan sistem komputer guna memastikan kuantiti dan kuantitas.
- iv. Transportasi beton yang dimasukkan dengan truk *mixer* maksimum 90% dari kapasitas *mixer* untuk menghindari beton tumpah selama perjalanan.

2) Pengelolaan sampah.

Pengaturan pengelolaan sampah konstruksi diperlukan agar mempermudah pengolahan sampah selanjutnya.

Target : mempermudah pengolahan lebih lanjut.

Metode:

- i. Penempatan tempat pembuangan sampah sementara (organik, anorganik, limbah padat B3) di lokasi strategis dalam proyek.
- ii. Pengelolaan pembuangan sampah dari pengumpulan sampai pada pembuangan akhir.

d) Air

Penggunaan air tanah sedapat mungkin tidak dilakukan selama pelaksanaan. Penggunaan air tanah dapat mengakibatkan perubahan kondisi lingkungan sekitarnya.

Target : penghematan air sebanyak 30%.

Metode:

- i. Pemakaian air secara berulang seperti pada pencucian mobil proyek dengan cara air bekas pencucian diendapkan dikolam pengendapan air dan air yang jernih dipakai lagi.
- ii. Meningkatkan efisiensi pemakaian air dalam kantor untuk mengurangi beban suplai air bersih.
- iii. Pemakaian keran otomatis (dengan sistem sensor) pada tempat cuci tangan dan tempat wudhu.
- iv. Menampung air bekas cuci tangan dan bekas wudhu untuk digunakan kembali untuk menyiram lapangan yang berdebu.

e) Material dan Sumber Daya

Penghematan pemakaian bahan baku yang berasal dari sumber daya alam dapat dilakukan dengan cara pemilihan dan penggunaan material bangunan yang bisa didaur ulang dan bisa digunakan secara berulang.

Metode:

- i. Menggunakan pipa PPR dengan beberapa keunggulannya yaitu : berbahan dasar plastik Polypropilene yang tahan panas dan benturan, dapat digunakan untuk instalasi air dingin maupun panas, materialnya merupakan plastik dari bahan yang didaur ulang dan ramah lingkungan.
- ii. Menggunakan bahan *bekisting* dari *plasterboard* sebagai pengganti plywood yang dapat digunakan kembali untuk pemakaian sampai 100 kali.
- iii. Pemakaian kayu bersertifikat.

- iv. Menggunakan *fly ash* pada material beton sehingga dapat mengurangi volume semen.
- v. Pemakaian kontainer untuk kantor proyek sangat banyak mengurangi pemakaian kayu sehingga pemakaiannya dapat dilakukan secara berulang atau dengan menyewa bangunan yang ada disekitar lokasi proyek.
- vi. Memperbanyak penggunaan material lokal (radius 500 mil).
- vii. Menyediakan fasilitas penunjang proyek lainnya yang ramah lingkungan.
- viii. Rutin melakukan kalibrasi alat agar peralatan proyek sesuai dengan standar kelayakan.

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, terdapat beberapa aktivitas yang menggunakan fasilitas jalan seperti pengiriman material galian, pengiriman material konstruksi, dan pembuangan puing-puing bangunan. Hal ini tentu akan menimbulkan dampak pada fasilitas jalan yang dilalui kendaraan-kendaraan konstruksi. Dampak pada fasilitas jalan tersebut antara lain : kerusakan jalan akibat penggunaan kendaraan berat untuk pengangkutan material, pengotoran jalan berupa ceceran tanah yang berasal dari kendaraan pengangkut material yang keluar masuk dari lokasi proyek konstruksi. Dampak lain yang ditimbulkan dari aktivitas tersebut adalah timbulnya ketidaknyamanan bagi pengguna jalan, bahkan membahayakan keselamatan pengguna jalan. Proses pengiriman material juga perlu memperhatikan estetika lingkungan. Contohnya material yang dikirim dengan *dump truck* ditutup agar tidak tercecer kejalan dan mengurangi debu.

Selain itu, beberapa aspek lain disampaikan oleh Ervianto (2013) dalam “*Model Assesment Green Construction* untuk Proyek Gedung di Indonesia”, aspek pada *green construction* terdiri seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Aspek *Green Construction* dalam Model Assesment *Green Construction* untuk Proyek Gedung di Indonesia

Aspek <i>Green Construction</i>	
1. Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Konstruksi	9.Dokumentasi
2.Pengelolaan Material	10.Pelatihan bagi Subkontraktor
3.Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	11.Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi
4.Manajemen Limbah Konstruksi	12.Kualitas Udara Tahap Konstruksi
5.Penyimpanan dan Perlindungan Material	13.Efisiensi Air
6.Kesehatan Lingkungan Kerja Tahap Konstruksi	14.Pengelolaan Lahan
7.Program Kesehatan dan Keselamatan	15.Efisiensi Energi
8.Pemilihan dan Operasional Peralatan Konstruksi	16.Manajemen Lingkungan Proyek Konstruksi

4. **Material *Green Construction***

Ervianto (2012) menyatakan material yang akan digunakan dalam proyek *green construction* perlu memperhatikan beberapa hal berikut :

- a) Pemanfaatan material ekologis.
- b) Terkait dengan ekologi local.
- c) Konservasi energi.
- d) Konservasi air.

e) Minimalisasi limbah.

Dalam usaha meminimalisasi limbah, dapat diterapkan konsep 3R yaitu *Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle*.

- 1) *Reduce*, adalah kegiatan yang diciptakan dengan tujuan mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan dari suatu proses konstruksi. Hal ini merupakan cara terbaik dan efisien dalam minimalisasi limbah yang dihasilkan. Beberapa hal yang dapat dilakukan dalam usaha pengurangan limbah adalah optimasi penggunaan material, pemilihan metode konstruksi yang tepat, peningkatan akurasi estimasi dan pemesanan, mengefisienkan kemasan.
- 2) *Reuse*, adalah menggunakan material kembali dengan cara dekonstruksi (material yang digunakan kembali dalam bentuk yang sama), dan limbah material tetap digunakan sama dengan fungsi sebelumnya. Beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk menggunakan kembali berbagai material konstruksi adalah : identifikasi material baru, material yang dapat digunakan kembali; rencanakan untuk berbagai material yang masih dapat digunakan dalam hal perlindungan, penyimpanan, penanganan dan pemindahan material; mendiskusikan ide-ide untuk menggunakan kembali jenis material kepada pemilik proyek dan kontraktor; mengkomunikasikan kembali dengan subkontraktor untuk penggunaan kembali sisa material.
- 3) *Reuse*, merupakan suatu proses daur ulang limbah konstruksi diawali dengan memisahkan material yang dapat didaur ulang dan kemudian dilanjutkan dengan proses daur ulang. Proses ini akan menghasilkan material baru yang menguntungkan dari segi ekonomi karena barang tersebut dapat dijual

kembali. Tindakan yang dapat dilakukan dari proses daur ulang adalah :
identifikasi jenis material konstruksi yang memungkinkan untuk didaur ulang; merencanakan untuk berbagai material yang masih memungkinkan untuk didaur ulang dalam hal perlindungan, penyimpanan, penanganan dan pemindahan material; menetapkan waktu proses daur ulang; menambahkan klausul persyaratan pengalaman kontraktor dalam usaha mengurangi limbah konstruksi.

Selain kriteria pengelolaan limbah yang diterapkan oleh PT.PP maupun yang dinyatakan oleh Ervianto (2012), terdapat alternatif lain dalam pengelolaan limbah, diantaranya :

- 1) Pengelolaan limbah dengan *recycle*, contohnya penggunaan sisa potongan besi tulangan menjadi tulangan sengkang, sisa kayu dari proyek dapat digunakan sebagai bahan untuk kusen, bahan bongkaran gedung dapat digunakan sebagai timbunan, dan pemanfaatan kembali beton yang terbuang sebagai agregat kasar sehingga mengurangi limbah dan sekaligus membantu konservasi sumber daya alam (batuan). Selain itu dalam sebuah penelitian dinyatakan bahwa limbah beton dapat dimanfaatkan sebagai agregat kasar dalam campuran perkerasan jalan.
- 2) Pengelolaan limbah dengan *reuse*, contohnya adalah penggunaan material kayu yang sisa untuk penyangga bekisting secara berulang, sisa seng yang digunakan sebagai pagar dari lokasi proyek sehingga tidak terdapat barang sisa selama masih dapat digunakan.

- 3) Pengelolaan limbah dengan *reduce*, yaitu dengan memperhitungkan bahan yang digunakan dengan tepat sehingga dapat mengurangi limbah yang mungkin dihasilkan.

2.2.3 Hambatan-hambatan Penerapan Konsep *Green Construction*

1. Biaya investasi dan modal yang tinggi

Menurut Nirmala dkk (2014) dalam sebuah studi kasus, biaya investasi merupakan penghambat utama yang disebabkan oleh kecanggihan teknologi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan lingkungan.

Selain itu, Sinulingga (2012) menyatakan terdapat beberapa faktor yang membuat penerapan *green construction* dalam sebuah proyek membutuhkan biaya yang besar, sebagai contohnya dalam penggunaan tenaga ahli dalam pembangunan gedung berkonsep *green building*. Hal ini mungkin disebabkan oleh orang-orang di Indonesia yang mengerti betul akan konsep ini jumlahnya terhitung sedikit. Selain itu, dari desain yang berbeda akan mempengaruhi bahan atau material yang dibutuhkan dalam pembuatan *green building* itu sendiri.

2. Prosedur penerapan yang memakan waktu

Menurut Hwang (2012) dan Choi (2009), alokasi waktu yang lebih panjang diperlukan untuk menjalankan rumitnya pengawasan, pengendalian dan proses persetujuan pada tiap tahapan pekerjaan dimana terdapat cukup banyak metode dan teknologi baru yang belum cukup dikenal, sehingga konsep ini masih perlu dipelajari dan didiskusikan beberapa saat sebelum diterapkan. U.S EPA (2007) menambahkan bahwa pemenuhan kebutuhan perencanaan yang lebih detail dan

komprehensif menuntut keterlibatan dan interaksi sebagai *stakeholder* sehingga memperlambat prosedur penerapan yang ada.

3. Keterbatasan ketersediaan produk hijau

Dalam sebuah penelitian, Nirmala dkk (2014) mengungkapkan kendala keterbatasan material dan peralatan bersertifikasi hijau yang disediakan oleh *supplier* menurut Dair (2006) dan Lam *et al* (2009) disebabkan karena material dan peralatan bersertifikasi hijau seringkali berada di luar standar umum ratai pasok proyek konstruksi sehingga berdampak pada resiko ketidakpastian persediaan pasokan dan minimnya jenis alternatif pengganti.

4. Kesulitan pelaksanaan teknis

Terdapat cukup banyak komponen sistem pada proyek pembangunan hijau yang terbentuk oleh adanya teknologi yang masih tergolong baru, sehingga muncullah kesulitan teknis pada masa konstruksi (Marchman, 2011). Dalam sebuah penelitian, suatu contoh yang disebutkan oleh seorang responden bahwa terdapat kesulitan dalam pemasangan sistem sistem ventilasi pengalihan udara untuk perbaikan kenyamanan termal dan kualitas udara ruang pada gedung. Sistem ini menyalurkan 100% udara luar ke dalam ruangan melewati bagian bawah lantai atau dinding bawah, kemudian secara perlahan hawa panas pun terserap ke arah saluran pemipaan pada plafond tanpa memindahkan debu dan kotoran dari lantai. Pelaksanaan sistem ini tampak cukup rumit karena sulitnya integrasi sistem ini dengan sistem lain yang ada pada lantai, dinding dan plafond sesuai dengan pernyataan Brownstone *et al* (2004).

5. Minimnya informasi tentang bangunan hijau

Menurut Yudelson (2008), hal-hal yang perlu diinformasikan tentang bangunan hijau adalah bagaimana aplikasi konsep hijau yang harus dilakukan secara tepat, serta berbagai keuntungan sosial dan ekonomi yang penting untuk dijadikan motivasi bagi *stakeholder*. Menurut salah seorang responden dalam sebuah penelitian, informasi yang ada tentang bangunan hijau sebenarnya telah cukup tersedia dan mudah ditemui di Surabaya yang notabene merupakan sebuah kota besar.

Namun di antara cukup banyaknya informasi tersebut yang paling penting namun sulit diperoleh adalah informasi aplikasi teknologi hijau pada bangunan dengan gambaran nyata mengenai nilai manfaat yang diperoleh dibandingkan keseluruhan biaya yang telah diinvestasikan. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa informasi detail mengenai perbandingan biaya dan manfaat (*cost-benefit*) yang ada pada konsep pembangunan hijau masih sangatlah rendah karena minimnya penerapan yang ada menurut Tomkiewicks (2011).

6. Perencanaan yang rumit

Perencanaan pada proses konstruksi di dalam proyek pembangunan hijau memerlukan peran semua pihak secara terintegrasi di sepanjang proses perencanaan (Ervianto, 2012). Hal ini disebabkan oleh karena cukup banyaknya komponen pada sistem bangunan hijau yang merupakan suatu kesatuan yang terintegrasi, sehingga kesalahan rencana instalasi dapat berdampak terhadap gangguan teknis pada elemen bangunan lain menurut Choi (2009). Sedangkan Petersen (2008) menyatakan perencanaan bangunan hijau sebagai proses desain

yang mengandalkan *trial and error* sehingga pencapaian konsep bangunan hijau dapat berpotensi tidak tepat sasaran.

7. Kurangnya keahlian

Berdasarkan pernyataan Hwang (2012) proyek pembangunan hijau adalah proyek yang memerlukan pengetahuan dan *skill* yang berbeda dengan proyek biasanya. Sehingga minimnya keahlian yang mendetail tentang bagaimana penerapan, metode dan spesifikasi teknis teknologi hijau menyebabkan konsep ini menjadi sulit diterapkan secara maksimal (Robichaud et al, 2011).

Nirmala dkk (2014) berdasarkan hasil wawancara dalam penelitiannya menyatakan seorang manajer proyek, ahli yang kompeten dalam konsep *Green Development* pada proyek konstruksi gedung di Surabaya seringkali hanya terlibat pada saat tahap pelaksanaan konstruksi saja, contohnya yaitu pada proses pemasangan sistem balok pracetak yang seringkali hanya dikuasai oleh subkontraktor beton *ready-mix*. Robichaud (2011) dan Dair (2006) menyebutkan bahwa terlambatnya keterlibatan konsultan yang ahli dalam konsep bangunan hijau tidak akan memberi pengaruh yang signifikan pada kelancaran pelaksanaan proyek pembangunan hijau.

8. Rendahnya permintaan pasar

Menurut Abidin (2010), perusahaan pengembang sangat berorientasi pada pengembangan properti yang mudah laku terjual, sehingga penerapan konsep pembangunan hijau ini akan secara total dilaksanakan apabila terdapat dorongan dari permintaan pasar.