

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

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

Dari penelitian oleh Sinulingga ini diperoleh kesimpulan bahwa kategori energi adalah kategory yang paling sering diterapkan oleh sebagian besar responden dibanding kategori lainnya. Sedangkan untuk tingkat kesulitan, kategori pengelolaan limbah proyek menjadi yang paling sulit diterapkan oleh sebagian besar responden. Hambatan terbesar yang dialami oleh sebagian besar responden dalam menerapkan *green construction* adalah pembiayaan serta perawatan *green building*.

Penelitian berikutnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah penelitian yang dilakukan oleh Hermantriani (2018) dengan judul “Hambatan Penerapan *Green Construction* Pada Proyek Konstruksi Di Jawa Tengah”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan *green construction* pada proyek konstruksi di Jawa Tengah, tingkat kesulitan dan hambatan yang dihadapi oleh pengusaha jasa konstruksi dalam menerapkan konsep *green construction* pada proyek konstruksi di Jawa Tengah.

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa kategori kesehatan dan keselamatan kerja merupakan kategori yang paling diterapkan dimasing-masing proyek. Sedangkan tingkat kesulitan terbagi pada tiap-tiap kategori penerapan *green construction* dalam 3 kriteria yaitu rendah, sedang, tinggi. Hambatan utama bagi sebagian besar responden adalah keterbatasan ketersediaan produk hijau walaupun hambatan tersebut merupakan hambatan dengan skala sedang.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Proyek Konstruksi**

Proyek konstruksi menurut (Gauld, 2002) dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang bertujuan untuk mendirikan suatu bangunan yang membutuhkan sumber daya, biaya, tenaga kerja, material dan peralatan, proyek konstruksi dilakukan secara detail dan tidak dilakukan berulang.

Menurut Ervianto (2002) proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses mulai dari mengolah

sumber daya proyek menjadi suatu bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak tertentu yang terkait baik secara langsung maupun secara tidak langsung.

J. Weiss (1992) mengatakan suatu kegiatan bisa dikategorikan sebagai proyek konstruksi jika memenuhi beberapa ciri sebagai berikut:

- a) Memiliki awal dan akhir kegiatan dari suatu rangkaian kegiatan.
- b) Jangka waktu kegiatan terbatas.
- c) Rangkaian kegiatan yang terjadi tidak berulang sehingga menghasilkan produk yang unik.
- d) Memiliki tujuan yang spesifik, produk akhir atau hasil kerja akhir.

### **2.2.2 Green Construction**

#### **1. Definisi *Green Construction***

*Green construction* atau konstruksi hijau merupakan sebuah Gerakan berkelanjutan yang mencita-citakan terciptanya konstruksi dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi yang ramah lingkungan (Harimurti, 2012).

Menurut Glavinich (2008) *green construction* merupakan suatu perencanaan dan proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan manusia untuk generasi sekarang dan mendatang.

Ervianto (2012), *green construction* adalah suatu perencanaan dan pengelolaan proyek konstruksi (sesuai dengan dokumen kontrak) untuk meminimalkan pengaruh proses konstruksi terhadap lingkungan sehingga terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang.

Prinsipnya *green construction* dilakukan untuk menghasilkan suatu bangunan yang ramah lingkungan dengan memperhatikan penggunaan sumber daya alam, energi secara efisien, penggunaan material yang baik dan pengolahan limbah yang tepat, sehingga tetap menjaga mutu bangunan dan memperhatikan kesehatan penghuninya serta lingkungan sekitar. Prinsip ini diharapkan agar terus diperhatikan sehingga selama masa hidup bangunan, mulai dari tahap perencanaan, pembangunan, operasional, pemeliharaan, renovasi, bahkan hingga pada tahap pembongkaran dapat terus memberikan dampak yang baik terhadap lingkungan.

## **2. Konsep *Green Construction***

Beberapa konsep dalam penerapan *green construction* menurut para ahli adalah sebagai berikut:

1. Menurut Glavinich (2008), konsep *green construction* mencakup hal-hal berikut:
  - a) Perencanaan dan penjadwalan.
  - b) Konservasi pekerja.
  - c) Konservasi material.

- d) Tata letak dan penggunaan lokasi pekerjaan.
  - e) Manajemen limbah konstruksi.
  - f) Penyimpanan dan perlindungan material.
  - g) Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi.
  - h) Mewujudkan lokasi kerja yang ramah lingkungan.
  - i) Pemilihan dan pengoperasian peralatan konstruksi.
  - j) Dokumentasi
2. Menurut Kibert (2009), konsep *green construction* mencakup hal-hal berikut:
- a) Perencanaan proteksi lokasi pekerjaan.
  - b) Program kesehatan dan keselamatan kerja.
  - c) Manajemen limbah dalam proses konstruksi dan pembongkaran.
  - d) Pelatihan bagi subkontraktor.
  - e) Mengurangi jejak ekologis tahap proses konstruksi.
  - f) Instalasi material.
  - g) Kualitas udara dalam proses konstruksi.

### 3. **Kriteria Penerapan *Green Construction***

Dalam Sinulingga (2012), penerapan metode *green construction* dalam *guideline* yang diterbitkan PT. PP (Persero) (2008) terbagi menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Lapangan (*Site Project*)

a) *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*.

b) Erosi

Galian pembuatan lantai bawah tanah berpotensi terjadinya erosi disekeliling bagian galian yang dapat 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.

c) Polusi Udara/Debu

Polusi udara merupakan salah satu hasil kegiatan konstruksi, maka mengurangi produksi debu adalah salah satu hal yang diperlukan 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.

d) 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.

e) Sedimentasi

Pendangkalan saluran akibat erosi merupakan salah satu penyebab rusaknya fungsi saluran air. Penanggulangan terjadi sedimentasi dalam proses konstruksi bisa dilakukan dengan beberapa cara.

Target : mengurangi dampak dari air hujan yang bisa menyebabkan sedimentasi

Metode :

- i. Mengukur erosi dan sediment sebelum konstruksi dimulai, sebagai acuan sedimentasi hasil pelaksanaan konstruksi
- ii. Mengidentifikasi saluran drainase dan pasang alat control sebagai acuan perkiraan air hujan dan sediment yang terkumpul pada daerah tangkapan hujan
- iii. Desain dan pemasangan alat ukur erosi dan sedimen *run-off* dengan tepat sebagai patokan hujan kala ulang 2 tahun untuk struktur sementara dan hujan kala ulang 5 tahun untuk struktur permanen.
- iv. Pembuatan jebakan lumpur sebelum air buangan sampai ke saluran *drainage*.
- v. Melakukan pemeriksaan, perawatan dan program pembersihan untuk struktur *control run-off* sedimen.

## 2. Energi

- a) 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* ( $\pm 25^{\circ}$  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.
- b) 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.

c) Emisi Gas Buang

Mengurangi emisi gas CO<sub>2</sub> dan penghematan bahan bakar merupakan tujuannya.

Target : mengurangi emisi gas CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>.
- viii. Melaksanakan *zoning* untuk area kerja para project manager sehingga mengurangi jarak tempuh (rangkap jabatan pada lokasi berdekatan).
- ix. Pembatasan tahun kendaraan operasional proyek.

### 3. Limbah/*Waste*

#### a) *Waste material*

Memperkecil jumlah *waste material* 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.

#### b) 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.

#### 4. 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.

## 5. 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.

- i. Menggunakan pipa PPR (*Polypropylene Random Polimer*) 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 kendaraan dan fasilitas jalan seperti pengiriman material galian, pengiriman material konstruksi, dan pembuangan puing-puing bangunan. Kendaraan tersebut dapat menimbulkan dampak buruk seperti kerusakan jalan karena beban dan muatan dari kendaraan itu sendiri dan ceceran tanah akibat ban kendaraan yang membuat jalan menjadi kotor dan licin saat hujan. Hal ini tentunya dapat mengganggu kenyamanan dan membahayakan keselamatan pengguna jalan. Selain itu proses pengiriman juga harus memperhatikan estetika lingkungan dan menjaga mutu material. Contohnya material yang dikirim dengan *dump truck* perlu ditutup agar material tidak tercecer kejalanan dan tidak terkontaminasi debu serta zat lainnya yang dapat bercampur dengan material dalam proses pengiriman yang dapat mengurangi mutu yang diinginkan.

#### **4. Material Green Construction**

Material merupakan salah satu komponen penting untuk mendukung proses konstruksi. Dalam proses *green construction*, menggunakan material ramah lingkungan menjadi penting untuk diterapkan. Menurut Akmal (2009), *green construction* bisa direncanakan sejak awal dengan cara memilih dan menggunakan material – material *sustainable* dan ramah lingkungan.

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

- a) Pemanfaatan material ekologis.
- b) Terkait dengan ekologi lokal.

- c) Konservasi energi.
- d) Konservasi air.
- e) Minimalisasi limbah.

Secara garis besar Sinulingga (2012) menyatakan bahwa penerapan konsep *green construction* terkait pemakaian material baiknya mengandung konsep 3-R yaitu :

- a) Recycle : Material yang bisa didaur ulang
- b) Reuse : Material yang bisa digunakan secara berulang
- c) Reduce : Pengurangan limbah material

### **2.2.3 Hambatan-hambatan Penerapan Konsep *Green Construction***

#### **1. Modal atau biaya pelaksanaan**

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*. Pembiayaan dan pemeliharaan untuk bangunan dengan konsep ini yang dapat dibidang berbeda dengan bangunan pada umumnya menjadikan biaya yang dibutuhkan cenderung lebih banyak. Selain itu, material ramah lingkungan termasuk sulit dicari sehingga cenderung mahal.

## **2. Waktu**

Mendapatkan material yang ramah lingkungan tentunya bukan suatu hal yang mudah. Keterbatasan pemasok material yang memiliki material ramah lingkungan menjadikan pihak pelaksana konstruksi perlu waktu untuk mencari dan mengirim material tersebut. Dalam pelaksanaannya proyek konstruksi dengan konsep *green construction* juga memerlukan perencanaan yang lebih rumit dan detail. 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.

## **3. Pemilihan material yang ramah lingkungan**

Material yang ramah lingkungan dalam kaitannya dengan proses konstruksi tentunya memerlukan kualitas yang baik. Sebagai contoh rumah ketika dibangun dengan menggunakan bingkai kayu umumnya akan menghasilkan struktur yang handal dan aman namun rentan terhadap kegagalan prematur ketika rincian kecil dibiarkan atau dibuat dengan kayu dengan kualitas buruk. Oleh karena itu perancangan dan pemilihan material perlu dipertimbangkan dengan hati-hati.

## **4. Peraturan dalam penerapan *green contraction***

Saat ini wacana konstruksi hijau mulai tampak penerapannya di beberapa daerah di Indonesia. Namun sayangnya hingga saat ini belum ada payung hukum yang menaungi penerapan konstruksi hijau di Indonesia dan insentif yang akan

diberikan pada pelaksanaan proyek yang menerapkan konsep konstruksi hijau. Padahal penting adanya aturan yang jelas mengatur tentang pelaksanaan konsep *green construction* dalam proyek konstruksi.

#### **5. Kurangnya keahlian**

Hwang (2012) menyatakan bahwa proyek pembangunan hijau adalah proyek yang memerlukan pengetahuan dan skill yang berbeda dengan proyek biasanya. Konstruksi bangunan yang menerapkan konsep *green construction* memiliki tingkat kesulitan tersendiri bila dibandingkan dengan konstruksi pada umumnya. Dilihat dari segi desain, teknik dan hal lainnya bangunan dengan konsep *green construction* memiliki perhitungan yang lebih rumit dibandingkan membangun bangunan pada umumnya. 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).

#### **6. Perencanaan yang rumit**

Dalam perencanaan terkait bangunan dengan konsep *green construction* terdapat banyak komponen yang merupakan suatu kesatuan yang terintegrasi. Menurut Ervianto (2012) perencanaan pada proses konstruksi di dalam proyek pembangunan hijau memerlukan peran semua pihak secara terintegrasi di sepanjang proses perencanaan. Hal ini menjadikan perlunya perencanaan yang matang dan baik guna mendapatkan hasil yang baik. Selain itu kesalahan yang terjadi dapat berdampak dengan elemen bangunan dan berpotensi tidak tepat sasaran

## **7. Kesulitan dalam teknis pelaksanaan**

Tidak hanya dalam proses perencanaannya saja, dalam pelaksanaan pembangunan dengan konsep *green construction* juga bukan suatu hal yang mudah. Banyaknya komponen yang perlu diperhatikan secara mendetail juga di lapangan menjadikan hal ini semakin sulit. Ditambah lagi menurut Marchman (2011) 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. Hal ini menjadi tantangan tersendiri bagi para pelaku konstruksi di era sekarang ini karena perkembangan teknologi membuat banyak hal baru dalam teknis pelaksanaan di lapangan.

## **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. Jika permintaan pasar terhadap konsep *green construction* rendah, maka pengembang akan lebih berorientasi pada pembangunan yang mudah di rancang dan sesuai keinginan pasar agar lebih mudah terjual.