

BAB II

STUDI LITERATUR

Pada bab ini akan dijelaskan studi literatur yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Susunan pembahasan dalam Bab II adalah tentang konstruksi khususnya limbah pembongkaran bangunan (*demolition waste*) dan strategi penerapan program pencegahan pencemaran. Pembahasan strategi penerapan program pencegahan pencemaran pada Bab II nantinya akan dijabarkan menjadi pertanyaan – pertanyaan yang akan dijadikan bahan penelitian.

2.1 LIMBAH

Definisi limbah menurut Kepmen Perindustrian dan Perdagangan RI No.137/MPP/Kep/6/1996, limbah adalah bahan / barang sisa atau bekas dari suatu kegiatan proses produksi yang fungsinya sudah berubah dari aslinya. Sedangkan menurut RCRA¹ (*Resource Conservation and Recovery Act*) definisi limbah adalah sumber daya yang terbuang yang merupakan hasil samping dari suatu proses atau kegiatan. Kegiatan yang dimaksud dapat berupa kegiatan industri, komersial, pertambangan, pertanian serta aktivitas penduduk.

Secara umum, limbah adalah sesuatu yang tidak diinginkan atau sesuatu yang merupakan hasil sampingan dari produksi yang dianggap sudah tidak berguna lagi atau dengan kata lain adalah barang sisa (sampah). Limbah juga didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berbeda jumlah minimum absolut sumber dayanya untuk menambah nilai dari produk yang dihasilkan². Sehingga

¹ RCRA (Resource Conservation and Recovery Act)

² LF, Alarcon *Training Field Personnel to Identify Waste And Improvement Opportunities in Lean Construction* , Rotterdam ; The Netherlands. 1997 ; 391 - 402

segala sesuatu aktivitas dalam konstruksi atau pembongkaran tetapi tidak menambah nilai atau meningkatkan produk dapat dikategorikan sebagai limbah.

2.2 KLASIFIKASI LIMBAH BERDASARKAN BENTUK / WUJUD

Limbah dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk / wujud, yaitu :

1. Limbah Padat.
2. Limbah Cair.
3. Limbah Gas.

Pada penelitian ini limbah yang dijadikan obyek adalah limbah padat.

2.2.1 Limbah Padat

Limbah padat (sampah) bisa didefinisikan sebagai limbah yang tidak dapat larut dalam air, dan jika tidak dimanfaatkan kembali akan menjadi timbunan yang dapat terurai secara alami dalam jangka waktu yang sangat lama³.

2.3 KLASIFIKASI LIMBAH PADAT BERDASARKAN SUMBER

Limbah padat dapat dikategorikan menjadi dua kategori berdasarkan sumbernya⁴, yaitu :

1. Limbah Municipal / Domestik.

Limbah yang dihasilkan oleh rumah pemukiman dan bisnis, seperti :
Konsumsi dari suatu kantor dan restoran.

2. Limbah Industri.

Limbah yang dihasilkan karena adanya aktivitas dari industri yang ada, secara teknis terdapat berbagai jenis limbah yang tergolong sebagai limbah industri.

³ J Glynn Henry and Gary W, Heinke. *Environmental Science And Engineering*. New Jersey : Prentice-Hall Inc. 1996 : 568

⁴ Ibid h.567

Dari satu sampai lima merupakan limbah padat domestik yang penanganannya di Indonesia dilakukan oleh Pemerintah Daerah setempat.

Di dalam Limbah domestik, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi komposisinya⁷, yaitu:

- Iklim.
- Frekuensi pengangkutan.
- Meratanya dari grinder sampah rumah tangga.
- Kebiasaan setempat.
- *Income* per-kapita.
- Penggunaan pembungkus untuk makanan.
- Tingkat urbanisasi dan industrialisasi.

Seperti yang terlihat pada faktor yang mempengaruhi komposisi limbah domestik, dimana limbah konstruksi dan pembongkaran termasuk didalamnya, komposisi limbah negara berkembang seperti Indonesia dengan negara maju akan berbeda.

Perubahan komposisi limbah padat domestik tergantung pada faktor waktu dan perkembangan suatu daerah. Oleh karena itu, komposisi limbah akan terus berubah menurut waktu walaupun perubahannya tidak terlalu besar.

Pada penelitian ini limbah yang dijadikan obyek adalah limbah konstruksi, khususnya pada pembongkaran bangunan (*demolition waste*).

2.4 LIMBAH KONSTRUKSI

Limbah konstruksi adalah limbah yang dihasilkan dari rangkaian kegiatan konstruksi bangunan : rumah, gedung, sekolah, dan struktur bangunan lainnya. Biasanya berupa material : kayu, logam, beton, gipsum, dan lainnya⁸. Sedangkan limbah pembongkaran (*demolition waste*) adalah limbah yang dihasilkan dari rangkaian kegiatan pembongkaran (*demolition*) atas bangunan rumah tinggal, gedung dan struktur bangunan lainnya.

⁷ J Glynn Henry and Garry W. Heinke. Loc. Cit h. 572

⁸ Ibid. h. 906

Johnston dan Mincks menjelaskan berdasarkan sifatnya ada tiga kelompok utama limbah yang ditemukan dalam konstruksi yaitu material yang dapat didaur ulang (*recycleable*), limbah berbahaya (*hazardous*) dan limbah yang akan dibuang ke tempat pembuangan akhir (*landfill material*)⁹. Komposisi limbah konstruksi dikategorikan dengan berbagai cara, tergantung dari perspektif mana kita memandang limbah konstruksi itu sendiri.

Ada tiga faktor utama menurut EPA dalam mengkategorikan limbah konstruksi¹⁰, yaitu :

- Tipe Struktur (bangunan tempat tinggal, komersil atau industri).
- Ukuran struktur (*low rise, high rise*).
- Aktivitas yang sedang dilakukan (konstruksi, renovasi, perbaikan atau pembongkaran).

Faktor tambahan yang mempengaruhi tipe banyaknya limbah konstruksi termasuk di dalamnya adalah :

- Besarnya proyek yang dikerjakan secara keseluruhan.
- Lokasi proyek (dekat laut, sungai dengan di daratan, daerah kota dengan pinggiran, dll).
- Material yang digunakan maupun dihasilkan dalam konstruksi maupun pembongkaran.
- Metode pembongkaran yang digunakan (manual atau mekanis).
- Penjadwalan.
- Metode penyimpanan.

2.4.1 Jenis – Jenis Limbah Konstruksi

Limbah konstruksi secara umum dapat di golongan menjadi empat jenis¹¹, yaitu :

1. Limbah alami (*natural waste*).

Limbah alami adalah limbah yang pembentukannya tidak dapat dihindari, misalnya pemotongan kayu untuk membuat suatu sambungan atau cat

⁹ Hal Johnston; Wiliam R Mincks. “*Waste Management For Construction Manager*”, part of the American Association of Cost Engineering, Morgantown, 1992.

¹⁰ ICF incorporated. *Construction and Demolition Waste Landfil* Prepared for EPA Office of Solid Waste, 1995

¹¹ R Skoyles. *Waste management On Site*. Great Britain: Butler & Tanner Ltd. 1987 : 18

yang menempel pada kalengnya pada saat proses pengecatan dilakukan. Jadi limbah alami adalah limbah yang secara alami terjadi namun dalam batas – batas toleransi (bisa diabaikan). Namun tentu saja limbah alami juga harus dikontrol karena apabila tidak dikontrol dapat menjadi limbah langsung, dimana limbah yang terjadi sudah di luar batas toleransi

2. Limbah langsung (*direct waste*).

Limbah langsung adalah limbah yang terjadi pada setiap tahap dari proses konstruksi. Limbah ini biasanya terjadi pada saat pengiriman (perpindahan) material ke tempat kerja atau penyimpanan pada saat pengerjaan tahapan pembangunan. Apabila tidak dilakukan kontrol yang baik maka kerugian biayapun tidak dapat dihindari.

Kegiatan-kegiatan yang dikategorikan sebagai aktivitas yang menyebabkan terjadinya limbah langsung, adalah :

■ Limbah akibat adanya kegiatan pengiriman.

Pengangkutan yang tidak tepat mengakibatkan nilai atau kualitas dari barang menurun. Limbah ini terjadi karena terjadi kehilangan pada saat pengiriman ke lokasi, penurunan barang, penempatan ke gudang, dan waktu pengangkutan yang tidak tepat. Sehingga nilai atau kualitas dari barang menurun. Contohnya : campuran beton yang dikirim dari *ready mix* yang datang terlambat sehingga campuran beton tidak dapat digunakan lagi.

■ Penyimpanan di gudang dan penyimpanan sementara di sekitar lokasi proyek atau bangunan.

Limbah yang diakibatkan oleh penyimpanan yang tidak memperhatikan jenis dan sifat dari material, sehingga terjadi kerusakan. Selain itu juga limbah yang terjadi karena proses pengiriman dan pemindahan pada lokasi.

■ Limbah akibat proses perubahan bentuk material.

Limbah ini terjadi karena adanya perubahan bentuk material dari bentuk aslinya ke bentuk lain. Seperti pemotongan kayu dari bentuk asli ke bentuk yang diinginkan, sehingga terjadi pembuangan sisa potongan kayu tersebut yang tidak terpakai.

- Limbah selama proses perbaikan.

Limbah yang terjadi pada saat proses perbaikan, contohnya material yang tercecer atau terbuang pada saat proses perbaikan.

- Limbah sisa.

Limbah yang dihasilkan dari material dengan kemasan (*package*), dimana terjadi sisa-sisa material pada wadah yang tidak dapat digunakan. Contohnya cat dan material plesteran.

- Manajemen yang kurang baik.

Pengambilan keputusan yang tidak tepat dan manajemen yang kurang akan menyebabkan kerugian yang berarti juga pemborosan.

- Limbah akibat penggunaan yang salah.

Limbah yang terjadi karena penggunaan material yang tidak sesuai dengan kualitas persyaratan yang ada.

- Limbah akibat spesifikasi material yang salah.

Limbah yang terjadi karena kesalahan pada waktu perencanaan atau spesifikasi, sehingga harus dilakukan perbaikan.

- Timbulnya limbah akibat kurangnya pelatihan.

Limbah yang terjadi karena tenaga kerja kurang terampil sehingga terjadi pemborosan terhadap material, waktu, dan biaya.

3. Limbah tidak langsung (*indirect waste*).

Penyebab timbulnya limbah tidak langsung adalah :

- Adanya penggantian material.

- Jumlah penggunaan material yang melebihi persyaratan yang disebutkan dalam kontrak.

- Kesalahan kontraktor.

- Setelah tahap pelaksanaan selesai ada kemungkinan timbul limbah tambahan, dll.

Yang termasuk dalam kategori limbah tidak langsung adalah :

- Limbah akibat adanya penggantian material (*substitution waste*).

- Limbah produksi (*production waste*), terjadi akibat ketidakteelitian kontraktor dalam memperkirakan banyaknya material yang digunakan pada saat pelaksanaan proyek.

- Limbah yang terbentuk selama proses konstruksi (*operation waste*), yang dihasilkan dari material yang tidak disebutkan dalam perencanaan proyek, biasanya disebabkan oleh konstruksi bangunan pendukung yang bersifat sementara.
 - Limbah yang disebabkan oleh kelalaian (*negligence waste*), yang disebabkan karena kesalahan pada pelaksanaan, seperti penggunaan material yang tidak diperlukan.
4. Limbah konsekuensi (*consequential waste*).
- Limbah konsekuensi adalah limbah yang dihasilkan karena adanya kesalahan, sehingga perlu adanya biaya, waktu, dan material untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi. Contohnya : keterlambatan kerja dapat menyebabkan penambahan material yang seharusnya tidak terjadi.

2.4.2 Dampak Dari Limbah Konstruksi

Limbah konstruksi seperti halnya juga limbah yang lain, mempunyai dampak terhadap kondisi lingkungan yang ada. Ramachandran (1990) mengkategorikan dampak-dampak tersebut, sebagai berikut :

- Kemunduran sumber daya alam
Contohnya : kehabisan sumber daya hutan yang diakibatkan oleh penggunaan kayu yang berlebihan, kerusakan tanah akibat pengambilan pasir, lempung dan kandungan lainnya seperti batu kapur, penggunaan energi untuk produksi dan mengangkut bahan-bahan untuk melancarkan kegiatan di suatu proyek konstruksi.
- Gangguan fisik
Contohnya : dam yang menyebabkan pengalihan aliran air alami menyebabkan hilangnya beberapa jenis tumbuhan di sekitar lokasi, rusaknya keseimbangan ekologi yang membahayakan kesehatan. Pembangunan gedung di daerah perumahan menyebabkan polusi suara. Konstruksi jalan raya mengurangi kestabilan daerah perbukitan yang rapuh secara umum, pembangunan mengarah pada rusaknya daerah pertanian, erosi tanah, berkurangnya daerah resapan air, gangguan ekosistem dan perubahan iklim (akibat jangka panjang).

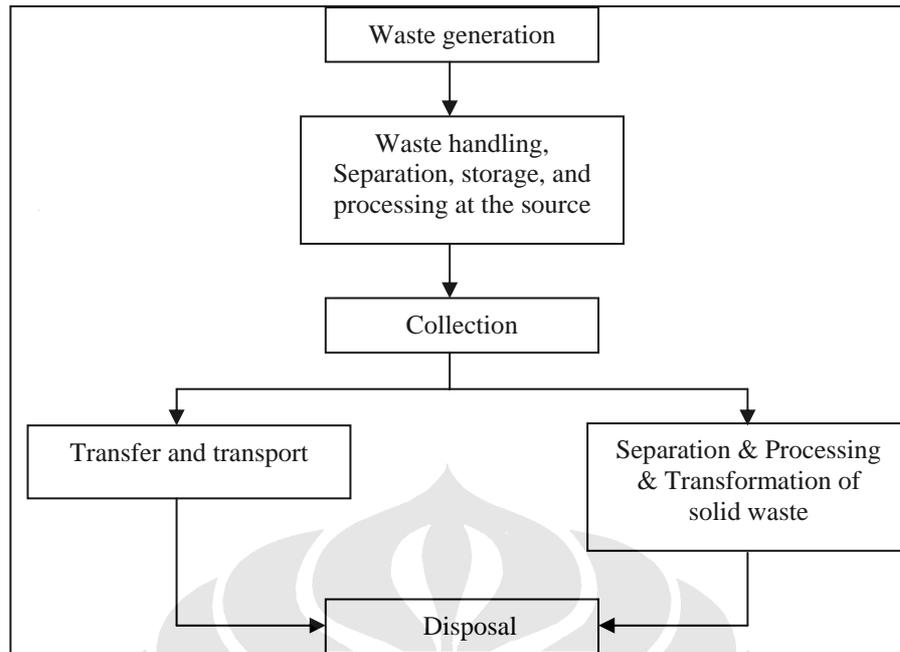
■ Polusi bahan kimia

Polusi bahan kimia disebabkan oleh partikel-partikel yang dilepaskan ke udara akibat produksi dan pengangkutan material-material seperti semen dan polutan yang terbentuk selama proses pengerjaan yang menggunakan asbes, tumpahan bahan kimia dan pembuangan bahan sisa yang sembarangan.

2.5 PENGELOLAAN LIMBAH PADAT TERPADU (*INTEGRATED SOLID WASTE MANAGEMENT*)

2.5.1 Elemen Fungsional Dalam Sistem Pengelolaan Limbah Padat

Pengelolaan limbah padat mempunyai enam elemen fungsional. Hubungan antara keenam elemen tersebut digambarkan dalam gambar 2.2. Pada proyek konstruksi juga terdapat elemen fungsional dalam sistem pengelolaan limbah padat yaitu pada tahapan pelaksanaan konstruksi berlangsung. Elemen fungsional pertama yaitu timbulan dari sampah sampai pembuangan akhir terhadap limbah konstruksi yang ada. Namun sistem pengelolaan limbah konstruksi dan pembongkaran jarang diterapkan di Indonesia. Hal ini dikarenakan belum banyak masyarakat Indonesia yang sadar akan akibat dari produksi limbah – limbah sejenis yang jika terus berlanjut dan tidak ditanggulangi, maka akan berdampak pada perusakan lingkungan sekitar, bahkan mungkin akan membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya.



Gambar 2.2. Diagram hubungan 6 elemen fungsional pengelolaan limbah padat¹²

2.5.2 Hierarki Pengelolaan Limbah Padat

Hierarki dari pengolahan limbah padat dari urutan pengolahan teratas sampai terbawah¹³, adalah;

1. Pengurangan limbah pada sumbernya (*source reduction*).
2. Daur ulang (*recycling*).
3. Perubahan bentuk limbah (*waste transformation*).
4. *Landfilling*.

Urutan hierarki ini didasarkan atas pilihan pengolahan yang utama kemudian alternatif pilihan pengolahan terbaik sesudahnya. Selain hierarki pengelolaan limbah padat tersebut ada juga hierarki dalam pengurangan atau minimalisasi limbah material konstruksi yang terjadi, yaitu 4 R yang dapat digambarkan dalam piramid, seperti yang terlihat pada gambar 2.3.

¹² George T, Hilary T, Samuel V. Loc. Cit. h. 12

¹³ Ibid. h. 16



Gambar 2.3. Hierarki Minimalisasi Limbah¹⁴

Pengelolaan limbah lebih lanjut akan menghemat pengeluaran, menaikkan pendapatan dan juga mengurangi limbah (sampah). Banyak kontraktor tidak menyadari bahwa biaya asli dari limbah material (*The true cost of material wastes*)¹⁵ adalah :

$$\text{True cost} = \text{Biaya pembelian} + \text{Biaya transportasi} + \text{Penanganan} + \text{Biaya Penyimpanan} + \text{Biaya Pembuangan Akhir} + \text{Hilangnya pendapatan sisa produk (loss of salvage revenue)} \dots\dots\dots (2.1)$$

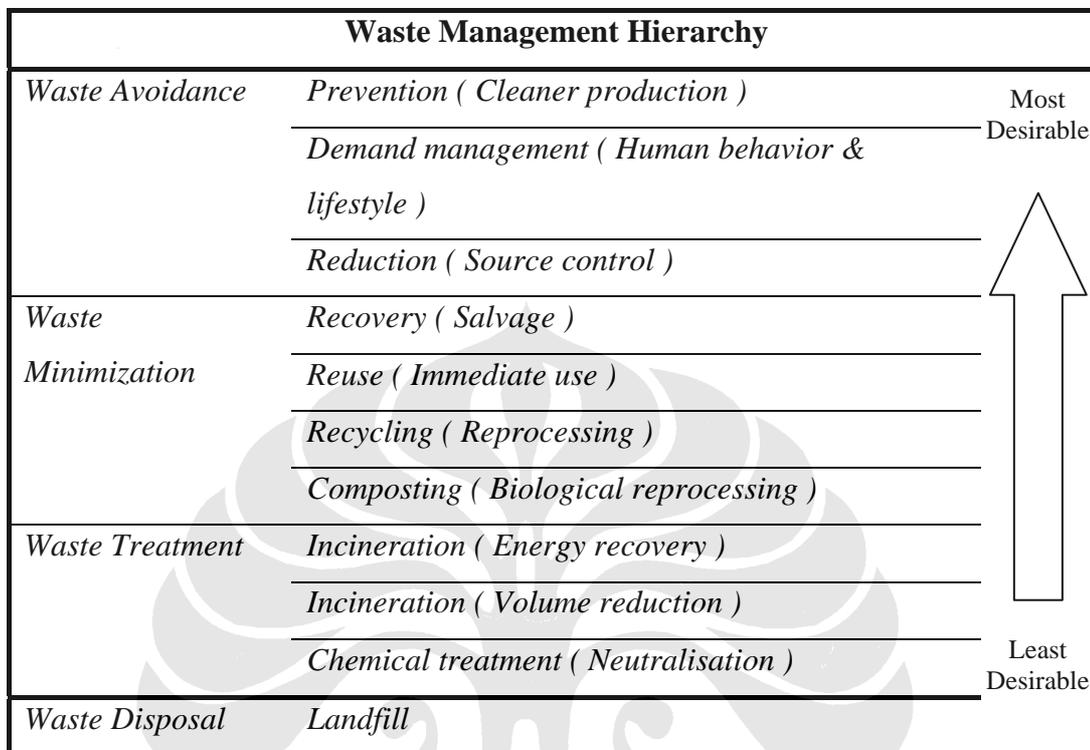
Di bawah ini adalah hierarki manajemen limbah konstruksi yang membagi penanganannya menjadi empat bagian yaitu :

1. *Waste avoidance*
2. *Waste minimization*
3. *Waste treatment*
4. *Waste disposal*

¹⁴ BRANZ, *Easy Guide To Reducing Construction Wastes*, 2002; 4

¹⁵ Patterson Chris J, *A Guide For Construction Waste Audits*, 1991: 1

Keempat hal tersebut merupakan pengembangan dari hierarki minimalisasi limbah pada umumnya yang diketahui, seperti yang terdapat pada gambar 2.3.



Gambar 2.4. Hierarki Pengelolaan Limbah¹⁶

Dari gambar 2.4 dapat dilihat bagaimana urutan pengelolaan yang paling diinginkan sampai yang tidak diinginkan. Pada *waste avoidance* dapat dilihat cara-cara yang dapat diambil adalah dengan membuat produk yang lebih ramah lingkungan, merubah sifat dan kegiatan yang dapat memproduksi limbah konstruksi umumnya dan limbah pembongkaran secara khusus. Pada strategi minimalisasi limbah konstruksi maupun pembongkaran yang banyak dikembangkan adalah kedua hal tersebut.

2.6 MINIMALISASI LIMBAH KONSTRUKSI DAN PEMBONGKARAN (CONSTRUCTION & DEMOLITION WASTE MINIMIZATION)

¹⁶ CIB/CSIR, *Construction Site Waste Management and Minimisation*, 2001; 50

2.6.1 Peranan Pihak – Pihak Yang Terlibat Dalam Proyek

Di dalam minimalisasi limbah setiap orang yang terlibat dalam proyek konstruksi tersebut mempunyai peranan masing-masing, Peranan tersebut dapat di deskripsikan sebagai berikut¹⁷ :

1. Desainer dan surveyor
 - Memastikan bahwa gambar-gambar dan informasi mendukung lainnya tersedia seakurat mungkin.
 - Mendesain bangunan dengan material *prefabrication* bila dimungkinkan Hal tersebut akan mengurangi limbah konstruksi yang terjadi.
 - Menggunakan material dengan ukuran standar pada bangunan.
2. *Site (waste) manager*
 - Memfokuskan penanganan pada material yang dihasilkan proyek pada lokasi pembuangan sementara dan material yang bisa digunakan kembali (*reuse*) dan dijual kembali (*resold*).
 - Memastikan tempat pembuangan sementara diberikan label secara jelas sehingga memudahkan pekerja untuk memisahkan limbah konstruksi.
 - Memberikan dorongan kepada staff dan pekerja untuk bekerja lebih baik.
3. (Sub) kontraktor
 - Menangani pemisahan material.
 - Menggunakan material kembali jika hal tersebut dimungkinkan.
 - Mempunyai rasa tanggung jawab dalam pengelolaan limbah konstruksi.
4. *Suppliers*
 - Mengkoordinasikan dengan baik waktu pengiriman material.
 - Menggunakan kembali pembungkus material.
 - Mengurangi penggunaan bungkus (*packaging*).

2.6.2 Tujuan Minimalisasi Limbah Konstruksi & Pembongkaran

¹⁷ BRANZ, Loc Cit. 5

Dalam meminimalisir limbah konstruksi & pembongkaran yang ada, terdapat enam alasan utama yang mendasarinya yaitu :

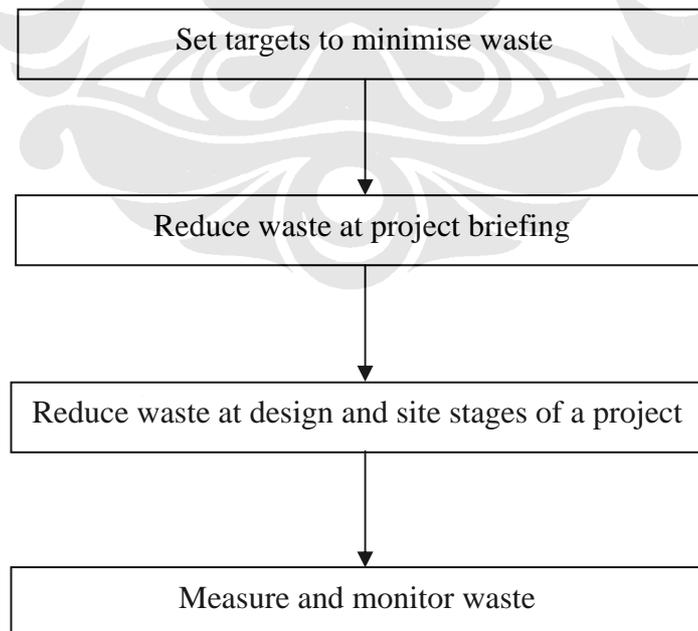
1. Menghemat biaya.
2. Mengurangi penggunaan material yang berlebihan.
3. Meningkatkan kemampuan kompetisi.
4. Mengurangi pengambilan sumber daya alam yang terus – menerus.
5. Meningkatkan kualitas lingkungan dan mengurangi beban landfill.
6. Membantu industri konstruksi menghadapi peraturan baru.

Target utama yang ingin dicapai dari strategi minimalisasi limbah konstruksi dan pembongkaran adalah mencakup tiga hal yaitu :

1. Limbah yang dihasilkan sedikit (efisien).
2. Meminimalisir kerusakan alam akibat dari pengambilan sumber daya alam yang berlebihan.
3. Biaya operasional yang efektif.

2.6.3 Pendekatan Untuk Meminimalisir Limbah Konstruksi

Di bawah ini adalah diagram alir untuk meminimalisir limbah konstruksi pada suatu proyek konstruksi :



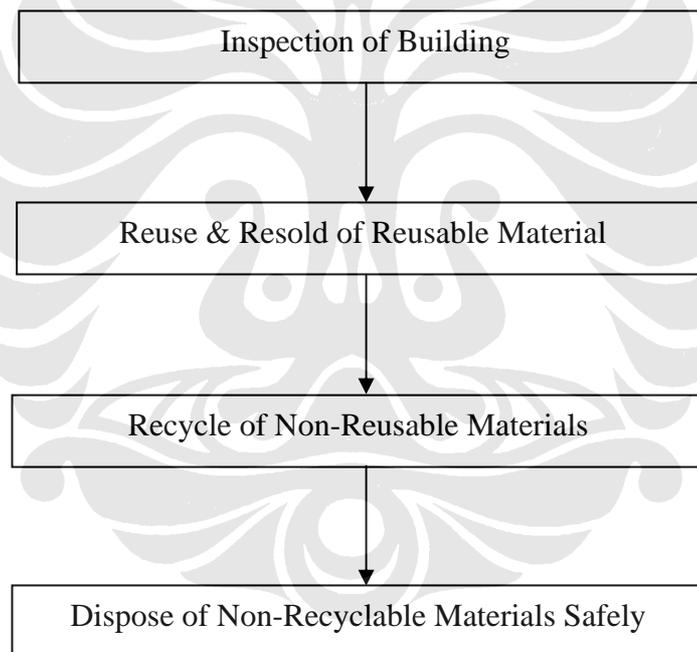
Gambar 2.5. Pendekatan untuk Meminimalisir Limbah Konstruksi¹⁸

¹⁸ Rubina Greenwood. Loc Cit. h. vi

Sebelum melakukan kegiatan minimalisasi, pada awal proyek terlebih dahulu merencanakan target dari kegiatan tersebut. Kemudian pada rapat proyek dibicarakan tentang hal tersebut, sehingga tercantum dalam kontrak tentang hal minimalisasi limbah agar hal tersebut dapat diatasi. Minimalisasi akan berlanjut pada saat desain dan pelaksanaan. Setelah minimalisasi pada tahap-tahap tersebut dilaksanakan maka hal yang perlu dilakukan adalah pengukuran hasil dan memonitor hasil kerja yang telah dilaksanakan.

2.6.4 Pendekatan Untuk Meminimalisir Limbah Pembongkaran

Di bawah ini adalah diagram alir untuk meminimalisir limbah pembongkaran pada suatu proyek pembongkaran :



Gambar 2.6. Pendekatan untuk Meminimalisir Limbah Pembongkaran¹⁹

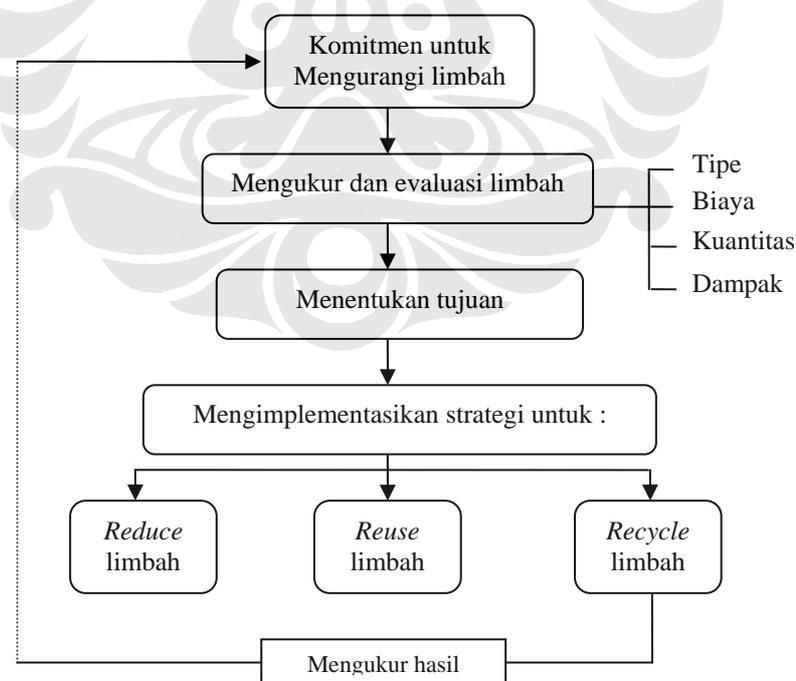
Sebelum melakukan kegiatan pembongkaran, harus terlebih dahulu dilakukan inspeksi terhadap bangunan yang akan dirubuhkan. Kemudian dilakukan pemilihan material yang akan digunakan kembali (*reuse*) dan dijual kembali (*resold*) maupun di daur ulang (*recycle*). Setelah minimalisasi pada

¹⁹ Ibid. h. vii.

tahap-tahap tersebut dilaksanakan maka hal yang perlu dilakukan adalah membuang material – material yang tidak dapat dipakai lagi maupun yang tidak dapat didaur ulang.

2.6.5 Diagram Alir Dalam Mengembangkan Rencana Minimalisasi Limbah Konstruksi & Pembongkaran

Metodologi dasar untuk meminimalisasi limbah konstruksi dan pembongkaran yang ada pada industri konstruksi, dapat dilihat pada gambar 2.7. Tahapan proses yang harus dilakukan adalah mempunyai komitmen untuk mengurangi (*reduce*) limbah konstruksi yang dihasilkan, mengukur dan mengevaluasi limbah konstruksi yang akan dihasilkan dari segi tipe, biaya, kuantitas, dan dampak. Setelah itu menentukan tujuan dari usaha yang dilakukan atau target. Dengan adanya target maka perlu mengimplementasikan tindakan yang tepat untuk memenuhi target yang telah ditentukan. Strategi yang dilakukan ada tiga kemungkinan yaitu *reduce*, *reuse*, *recycle*. Setelah semua itu dilakukan barulah mengukur hasil yang telah dicapai dari usaha minimalisasi limbah konstruksi maupun pembongkaran yang telah dilakukan.



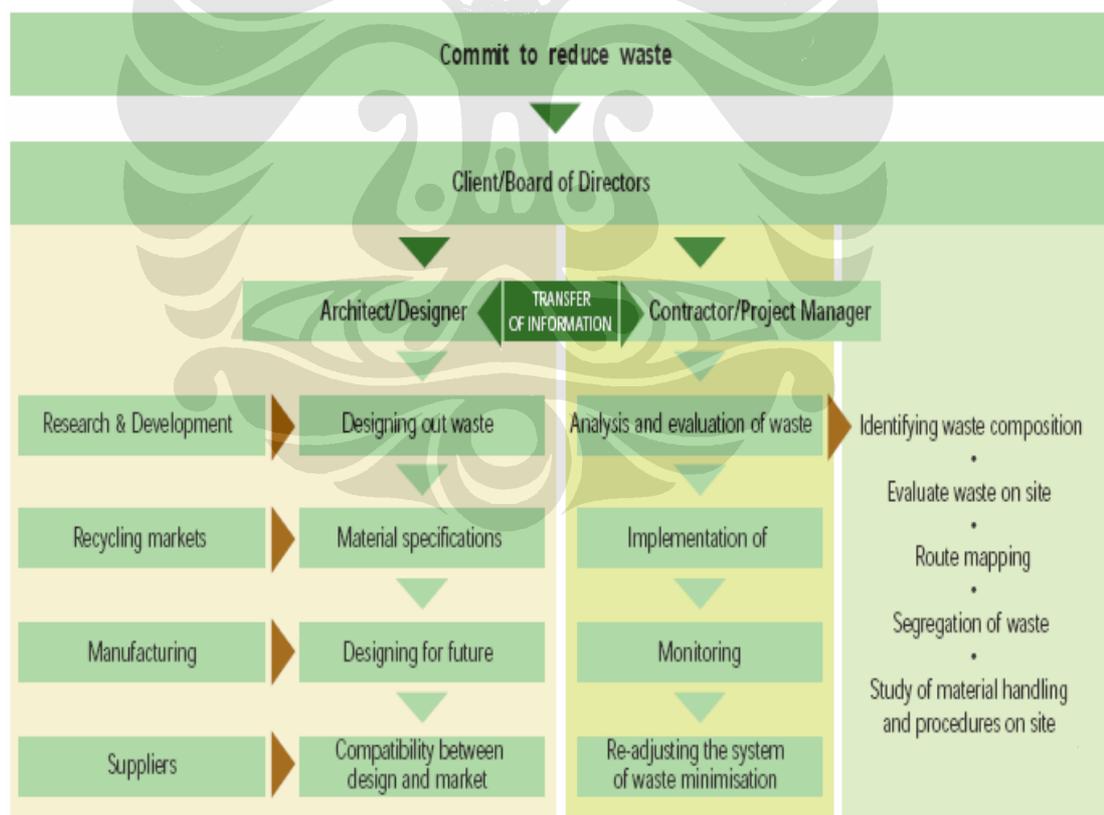
Gambar 2.7. Metodologi dasar minimalisasi limbah konstruksi & pembongkaran²⁰

²⁰ Recon, Fletcher Construction

Metodologi dasar ini juga yang mendasari bagaimana cara mengembangkan rencana minimalisasi limbah konstruksi pada suatu proyek konstruksi memerlukan kerja sama beberapa pihak, seperti yang terlihat pada gambar 2.8.

Dengan melihat diagram di bawah (gambar 2.8) dapat diketahui bukan hanya kontraktor atau pelaksana pembangun proyek konstruksi saja yang dapat berperan melainkan klien, desainer, arsitek juga mempunyai peranan dalam meminimalisasi limbah konstruksi.

Kerja sama dan saling bertukar informasi dalam suatu proyek konstruksi sangat diperlukan dalam mengerjakan suatu proyek konstruksi, sehingga perencanaan minimalisasi limbah konstruksi akan menjadi lebih efektif dan efisien karena rencana yang dibuat akan lebih informatif dan jelas untuk kontraktor.



Gambar 2.8. Flow Diagram Waste Minimization Plan²¹

²¹ Ibid. h. 5

2.7 KOMPOSISI LIMBAH KONSTRUKSI & PEMBONGKARAN SERTA PENYEBABNYA

2.7.1 Komposisi Limbah

Karena penekanan dalam studi ini lebih kepada limbah yang dihasilkan oleh proses pembongkaran bangunan, maka komposisi limbah yang ditinjau juga akan lebih menggambarkan limbah – limbah yang dihasilkan dari pembongkaran suatu bangunan, dalam hal ini rumah sebagai obyek tinjauan, yang antara lain adalah sebagai berikut :

- Kayu, kusen, plafon / triplek.
- Puing – puing beton akibat perbaikan maupun bongkaran.
- Besi, tulangan (besi beton), besi baja, dll.
- Kertas dan plastik.
- Debu : Pasir, semen, dll.
- Genteng.
- Batu bata.
- Lantai keramik.
- Kaca.
- Aspal
- Pipa – pipa instalasi
- Kabel – kabel & instalasi listrik.
- Logam – logam bukan besi / semacam aluminium, dll.

2.7.2 Kajian Limbah Konstruksi Pada Perumahan

Material limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek perumahan cukup signifikan, dari penelitian yang dilakukan oleh Perry Forsythe dan Marton Marrosszeki dari University of New South Wales, Sidney (1999), bahwa maksimum limbah konstruksi yang dihasilkan dari pembangunan perumahan adalah 3.87 % dan minimum 1.66 % dari anggaran biaya pembangunan. Sedangkan untuk rumah villa, maksimum 2.62 % dan minimum 1.23 % dari

anggaran biaya pembangunan. Keadaan ini mengindikasikan bahwa potensi untuk perbaikan terhadap besarnya persentase limbah masih sangat terbuka.

2.7.3 Kajian Limbah Konstruksi Di Berbagai Negara

Secara umum di negara – negara industri maju, sumber dominan limbah ini adalah proyek bongkaran gedung. Dua pertiga dari total limbah konstruksi di Belanda berasal dari bongkaran gedung²².

Untuk negara berkembang, mengingat kebutuhan akan bangunan masih tumbuh dengan pesat, pembongkaran gedung yang dilakukan jauh lebih sedikit dibanding dengan negara maju. Oleh karenanya, bongkaran gedung dan proyek konstruksi bangunan memberikan kontribusi yang sama terhadap komposisi limbah konstruksi²³.

Adapun jumlah total limbah konstruksi maupun pembongkaran yang dihasilkan pada suatu daerah akan dipengaruhi oleh faktor – faktor sebagai berikut²⁴ :

- Pembangunan ekonomi (economic development).
- Proyek – proyek khusus yang bersifat periodik (periodical special project).
- Bencana alam.
- Biaya pembangunan dan pengangkutan limbah.
- Peraturan mengenai daur ulang limbah.
- Ketersediaan fasilitas daur ulang.
- Seberapa jauh pasar material bekas dapat menyerap produk bekas ataupun daur ulang.

Dari faktor – faktor di atas, terlihat beberapa hal yang mempengaruhi timbulan sampah pada suatu daerah tertentu, maupun pada cakupan wilayah yang lebih besar. Khususnya poin terakhir, mempunyai pengaruh yang cukup signifikan dalam penerapan strategi pencegahan pencemaran dari sumbernya dan memiliki relevansi yang cukup besar dengan topik penelitian ini. Sedangkan untuk

²² B.A.G. Bossink and H.J.H. Brouwers. Op. Cit

²³ S Seo:Y.Hwang.”an estimation of construction and demolition debris in Seoul, Korea, Journal of the Air & Waste Management Assosiation. Vol.49. 1999.

²⁴ C.T.Donovan.”Construction and Demolition processing new solution to all problem resource recycling”. 1991.

mengetahui seberapa besar pasar material bekas dapat menyerap limbah yang diakibatkan dari kegiatan konstruksi, khususnya pembongkaran bangunan, perlu dilakukan survey mengenai pola persebaran pasar material bekas tersebut, beserta cakupannya dan juga karakteristik dari penjual maupun konsumen pasar tersebut.

