

PENYUSUNAN *ROADMAP* DEKONTRUKSI BANGUNAN GEDUNG SEBAGAI RESPON ISU BERKELANJUTAN DI INDONESIA

Albert¹, Wulfram I.Ervianto², A.Koesmargono³

¹Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Email: albert.uhing.e@gmail.com

²Staf Pengajar, Program Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Email: wulframervianto@yahoo.com

³Staf Pengajar, Program Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Email: kmargono@me.com

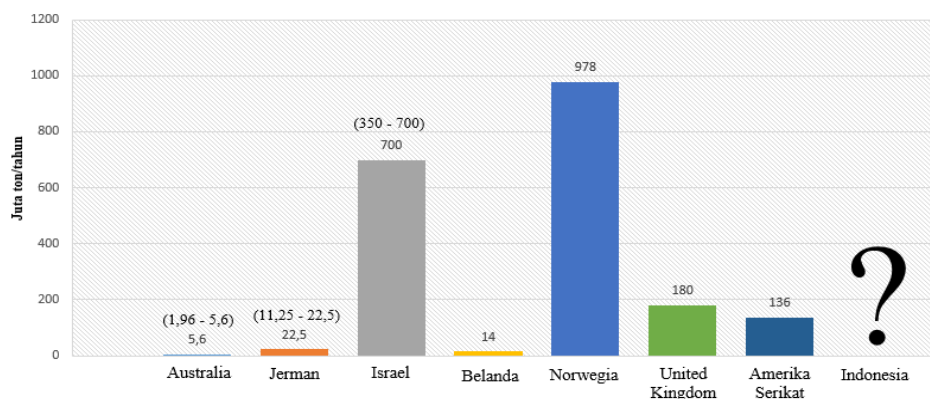
ABSTRAK

Limbah pembongkaran bangunan dapat menjadi masalah di masa mendatang jika belum ditemukan solusi strategis penanganannya. Berdasarkan data persentase timbulan dan komposisi sampah tahun 2015-2016 limbah jenis ini belum diidentifikasi detail di Indonesia sedangkan hasil penelitian mengungkapkan bahwa bangunan yang telah habis masa layannya akan menghasilkan limbah bongkaran struktur bangunan sebesar $\approx 3.483 \text{ m}^3/\text{m}^2$, jika dikalkulasi menggunakan data total ruang kantor di Indonesia pada *area Central Business District* sebesar 6 juta m^2 pada akhir 2017, diperoleh limbah sebesar $\pm 20,8$ milyar m^3 atau setara dengan luas Provinsi DKI Jakarta ($661,5 \text{ km}^2$) dengan tinggi timbunan $\pm 32\text{m}$. Pendekatan yang ditawarkan adalah dengan melakukan pembongkaran sistematis untuk tujuan penggunaan kembali material serta berupaya mengalihkan jumlah maksimum bongkaran dari aliran limbah menuju TPA, pendekatan ini disebut Dekonstruksi. Secara umum tantangan yang akan dihadapi adalah desain, kebijakan dan peralatan yang belum mendukung serta penerapannya dipengaruhi 11 faktor diantaranya tenaga kerja, ketersediaan pasar dan sistem penilaian material. Faktor-faktor tersebut akan diurutkan berdasarkan tingkatan yang harus diselesaikan terlebih dahulu menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan obyek penelitian kontraktor, konsultan perencana dan pemilik proyek (pemerintah). Hasil yang diharapkan tersusunnya sebuah *Roadmap* dengan langkah-langkah strategis permasalahan limbah pembongkaran bangunan menggunakan pendekatan dekonstruksi.

Kata kunci : limbah bongkaran, bangunan, dekonstruksi

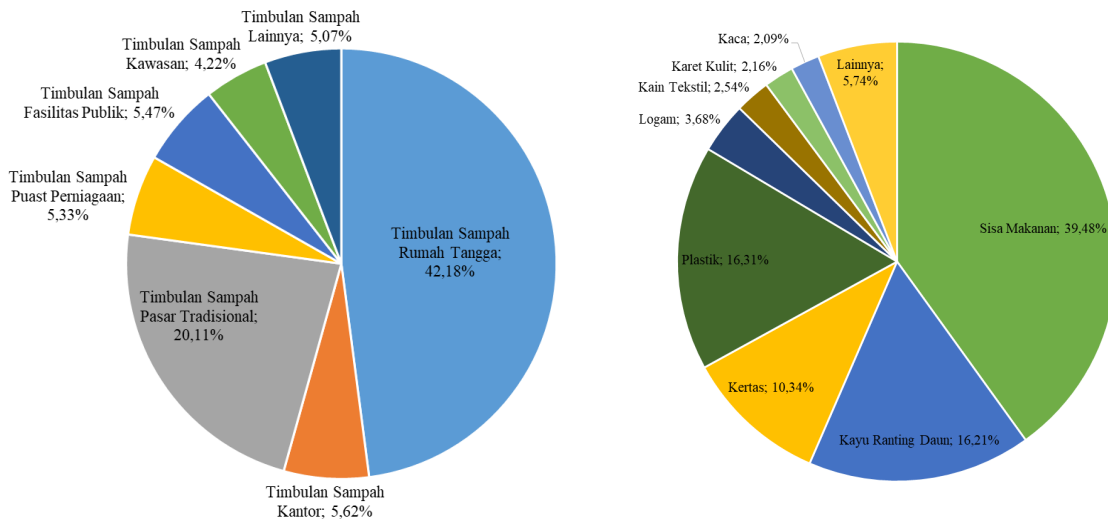
1. LATAR BELAKANG

Permasalahan saat ini yang masih menjadi pembicaraan hangat adalah mengenai limbah yang dihasilkan dari proses Konstruksi dan Demolisi (pembongkaran) atau lebih sering disingkat *C&D (Construction and Demolition)*. Berikut adalah data aliran limbah *C&D* di beberapa negara di dunia :



Gambar 1. Total Aliran Limbah C&D di beberapa Negara Pada Tahun 2000
(*CIB Report TG 39 2000*)

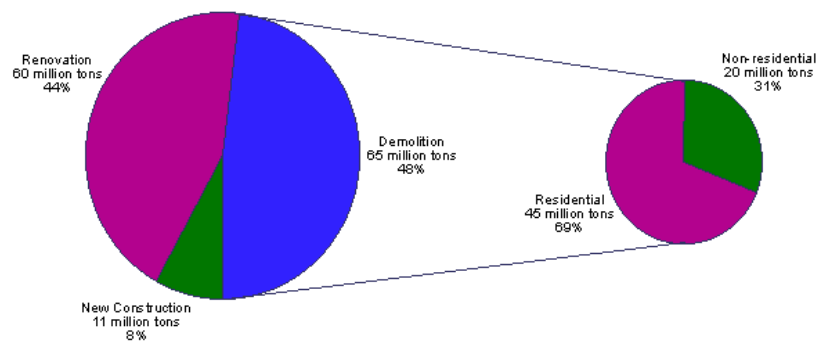
Jika, diperhatikan Gambar 1 menunjukkan besarnya jumlah limbah *C&D* tiap tahunnya yang harus dihadapi oleh beberapa negara tersebut. Data ini mangacu pada tahun 2000. Sehingga dapat dibayangkan jika sampai dengan saat ini yaitu 18 tahun limbah tersebut tidak dikelola dengan baik, maka limbah berjuta-juta ton pasti akan mencemari lingkungan secara lokal maupun global, karena pertumbuhan infrastruktur terus terjadi tiap tahunnya pada negara berkembang. Informasi pada Gambar 1 juga menunjukkan belum terdapat data berapa besar total aliran limbah *C&D* di Indonesia pada tahun tersebut. Terdapat beberapa asumsi yaitu, limbah masih sangat minim atau belum diidentifikasi sehingga menjadi pertanyaan bagaimana kondisinya saat ini. Berikut adalah data persentase timbulan sampah dan komposisi sampah di Indonesia :



Gambar 2. Data Persentase Timbulan Sampah dan Komposisi Sampah Periode 2015-2016
 (Direktorat Pengelolaan Sampah 2018)

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa data timbulan sampah di Indonesia belum mengidentifikasi sampah atau limbah dari *C&D*, begitu juga berdasarkan komposisi sampah. Informasi ini menarik untuk ditelaah mengingat pasar konstruksi Indonesia menduduki peringkat empat terbesar di Asia (Praditya 2015), artinya pertumbuhan infrastruktur pasti terjadi begitu juga limbah akhirnya. Sehingga menjadi pertanyaan bagaimana perlakuan pada limbah tersebut sampai dengan saat ini dan seberapa besar total limbah pembongkaran yang dapat tercipta di masa mendatang.

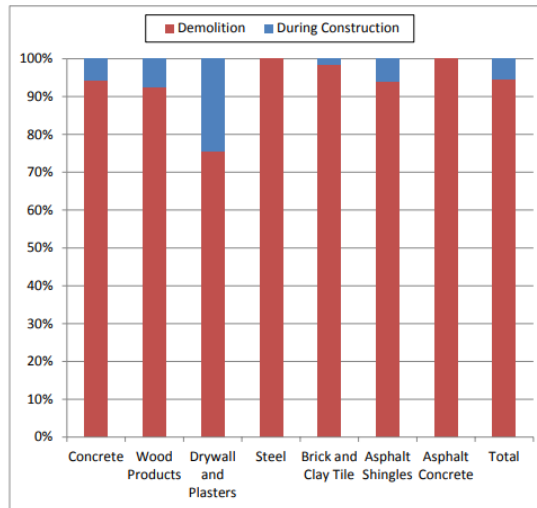
Limbah *C&D* difokuskan pada limbah demolisi atau pembongkaran bangunan. Karena berdasarkan data rincian aliran komponen *C&D* yang disampaikan EPA (*Environmental Protection Agency*) U.S sebagai berikut:



Gambar 3. Aliran limbah konstruksi dan pembongkaran 136 juta ton
 (EPA 1996, dikutip dalam Kibert & Languell 2000)

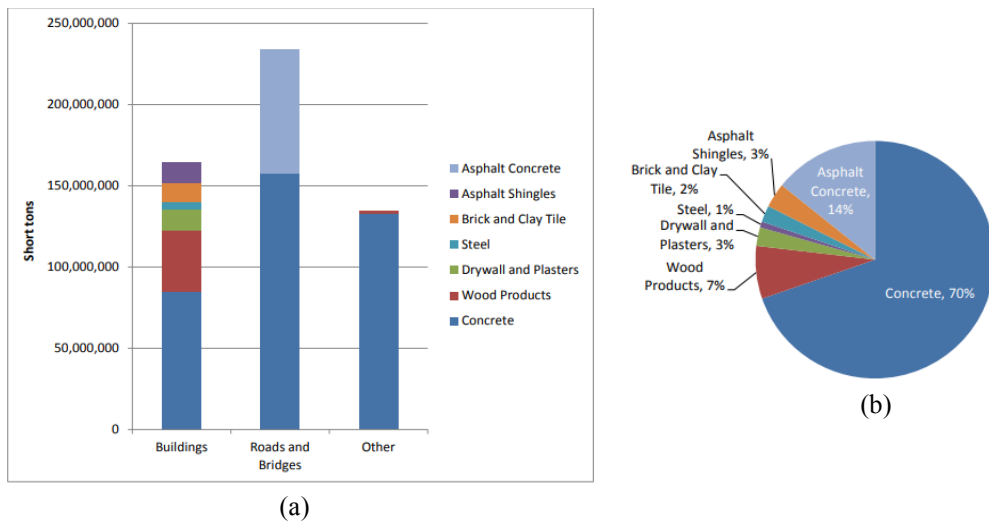
Gambar 3 menjelaskan bahwa hampir 92% limbah *C&D* di isi oleh limbah hasil renovasi dan pembongkaran, begitu juga jika dibandingkan antara kedua jenis sumber limbah ini, limbah pembongkaran tetap memiliki persentasi yang lebih tinggi yaitu sebesar 48%, sedangkan limbah konstruksi hanya 8% mengisi aliran limbah

tersebut. Data ini juga didukung berdasarkan data kontribusi fase konstruksi dan pembongkaran pada bangkitan puing-puing C&D sebagai berikut :



Gambar 4. Kontribusi fase konstruksi dan pembongkaran tahun 2014 pada total bangkitan puing-puing C&D
 (Environmental Protection Agency 2016)

Gambar 4 juga menjelaskan bahwa persentasi jumlah bangkitan puing-puing hasil dari fase pembongkaran adalah yang terbesar jika dibandingkan dengan selama fase konstruksi. Selanjutnya jika dilihat berdasarkan material dan sumbernya sebagai berikut :



Gambar 5. Bangkitan puing-puing C&D tahun 2014 berdasarkan material dan sumbernya
 (Environmental Protection Agency 2016)

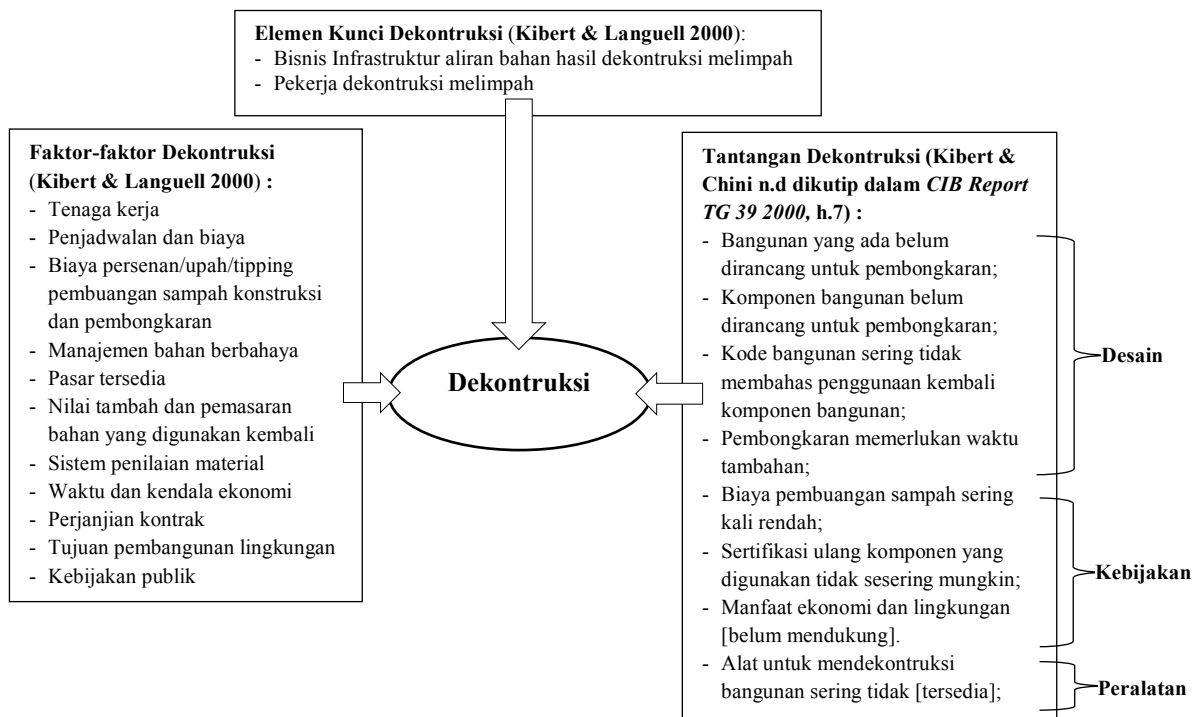
Gambar 5 menjelaskan berdasarkan jenis material puing-puing beton adalah paling signifikan jumlahnya yang berpotensi mengisi aliran limbah C&D dan bersumber dari gedung, jalan dan jembatan. Sebagai pendekatan umumnya struktur utama bangunan gedung di Indonesia masih didominasi menggunakan konstruksi beton bertulang, hal ini logis mengingat nilai biaya awal yang dikeluarkan lebih kecil jika dibandingkan menggunakan konstruksi baja (Putri 2015). Sehingga untuk di masa mendatang penggunaan struktur beton bertulang masih akan terus diminati, tetapi salah satu dampak negatif yang dapat diperoleh selain emisi CO₂ adalah dihasilkannya limbah struktur bangunan sebesar $\approx 3.483 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Ervianto et al. 2012) setelah umur masa pakai tercapai. Sebagai informasi beton bertulang memiliki masa pakai 60 tahun (Frick & Suskiyanto 2007, h. 171) sedangkan umur manfaat bangunan bertingkat ≤ 4 lantai atau ≥ 5 lantai didesain berdasarkan fungsinya berkisar 40-50 tahun dan untuk bangunan kelas menengah sampai dengan

kebawah berkisar 10-30 tahun (Umur Manfaat Bangunan n.d), setelah umur manfaat itu tercapai bangunan akan didemolisi.

Fase demolisi merupakan fase akhir dari daur hidup proyek konstruksi dimana saat memasuki fase ini permasalahan yang dapat mempengaruhi lingkungan kembali muncul, yaitu limbah pembongkaran bangunan. Untuk lebih jelas menggambarkan besarnya jumlah limbah, digunakan sebuah pendekatan dengan sampel data yang diambil dari total ruang kantor di Indonesia pada area *Central Businesss District* (CBD) yaitu, sebesar 6 juta m² pada akhir 2017 (Salanto 2017). Jika, limbah struktur bangunan yang dihasilkan sebesar $\approx 3.483 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Maka, total limbah yang dihasilkan atau akan diwariskan di masa depan adalah sebesar $\approx 20,8$ milyar m³ (49 milyar ton) atau setara dengan luas Provinsi DKI Jakarta (661,5 km²) dengan tinggi timbunan limbah ≈ 32 m. Jumlah limbah sebesar ini representasi dari bangunan sektor perkantoran dan belum mencakup sektor lainnya, yaitu perumahan, hotel, apartemen dll yang berpotensi menjadi limbah pembongkaran bangunan setelah masa layannya tercapai di masa mendatang.

Beberapa negara maju di dunia sudah lebih awal menghadapi hal ini. Salah satu solusi yang negara-negara tersebut lakukan adalah dengan memulihkan limbah tersebut untuk dapat digunakan kembali dalam konstruksi. Pendekatan yang dilakukan adalah mengganti pembongkaran konvensional dengan dekontruksi (*CIB Report TG 39 2000*). Dekonstruksi merupakan bagian dari pendekatan *Sustainable Construction* atau Konstruksi Berkelanjutan, dimana prinsip-prinsip di dalamnya adalah *Reduce, Reuse, Recycle, Protect Nature, Eliminate Toxics, Life-Cycle Costing* dan *Quality* (Kibert 2013, h.8). Dekonstruksi sendiri merupakan bagian dari prinsip *Reuse* yang merupakan sebuah pendekatan dalam pengelolaan limbah. Pendekatan ini pada dasarnya bertujuan mengalihkan jumlah maksimum bahan bangunan dari aliran limbah menuju TPA (*Kibert & Languell 2000*) serta menurut Kibert & Chini n.d (dikutip dalam *CIB Report TG 39 2000*, h.7) dekontruksi memiliki beberapa keunggulan lain yaitu, penggunaan kembali komponen bangunan secara potensial, meningkatkan kemudahan daur ulang bahan, meningkatkan perlindungan lokal maupun global dan mempertahankan energi material yang terkandung dalam investasi, sehingga mengurangi masukan energi baru yang terkandung dalam pemrosesan kembali atau pembuatan ulang bahan.

Pendekatan dekontruksi secara sederhana didefinisikan sebagai pembongkaran struktur untuk tujuan menggunakan kembali komponen dan bahan bangunan (*Kibert & Languell 2000*) sedangkan *Crowther* n.d (dikutip dalam *CIB Report TG 39 2000*, h.14) mendefinisikan dekontruksi sebagai pembongkaran sistematis sebuah bangunan untuk tujuan penggunaan kembali material. Faktanya pendekatan ini sudah pernah di terapkan di Indonesia tetapi terbatas untuk komponen baja karena relatif mudah dilakukan (Ervianto et al. 2012) artinya pendekatan ini masih terkendala penerapannya untuk jenis komponen material yang berbeda. Tetapi tantangan ini umum terjadi mengingat beberapa negara berkembang pada awalnya juga pernah menghadapi tantangan yang serupa pada saat menerapkan pendekatan ini.



Gambar 6. Elemen kunci, faktor-faktor dan tantangan penerapan dekontruksi

Gambar 6 menjelaskan penerapan dekontruksi pada awalnya selalu menghadapi tantangan secara umum yaitu desain, kebijakan dan peralatan yang belum mendukung pendekatan ini. Salah satu syarat pendekatan dekontruksi adalah komponen bangunan didesain untuk dapat dibongkar dan dapat digunakan kembali atau desain yang memiliki tingkat adaptabilitas yang tinggi. Syarat ini tentunya bertentangan dengan budaya bangunan konvensional yang ada saat ini, tetapi jika budaya ini terus berlanjut permasalahan limbah pembongkaran tidak bisa diselesaikan dan justru semakin meningkatkan volume limbah tersebut.

Mempertimbangkan bangunan sebagai sumber bahan baku masa depan yang dirancang atau didesain untuk dapat dibongkar merupakan elemen kunci dalam kemampuan memulihkan serta menyelamatkan material (Kibert & Languell 2000). Tetapi merubah perilaku atau suatu budaya tidak dapat dilakukan dalam waktu singkat serta diperlukan langkah-langkah yang strategis, seperti ditunjukkan pada gambar 6 terdapat 11 faktor yang diketahui harus diperbaiki untuk suksesnya penerapan dekontruksi. Faktor-faktor tersebut akan diurutkan berdasarkan tingkatan yang harus diselesaikan terlebih dahulu menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan obyek penelitian kontraktor, konsultan perencana dan pemilik proyek (pemerintah), selanjutnya hasil tersebut digunakan sebagai dasar penyusunan *Roadmap*.

2. IDENTIFIKASI PERMASALAHAN

Tabel 1. Identifikasi faktor-faktor dekontruksi

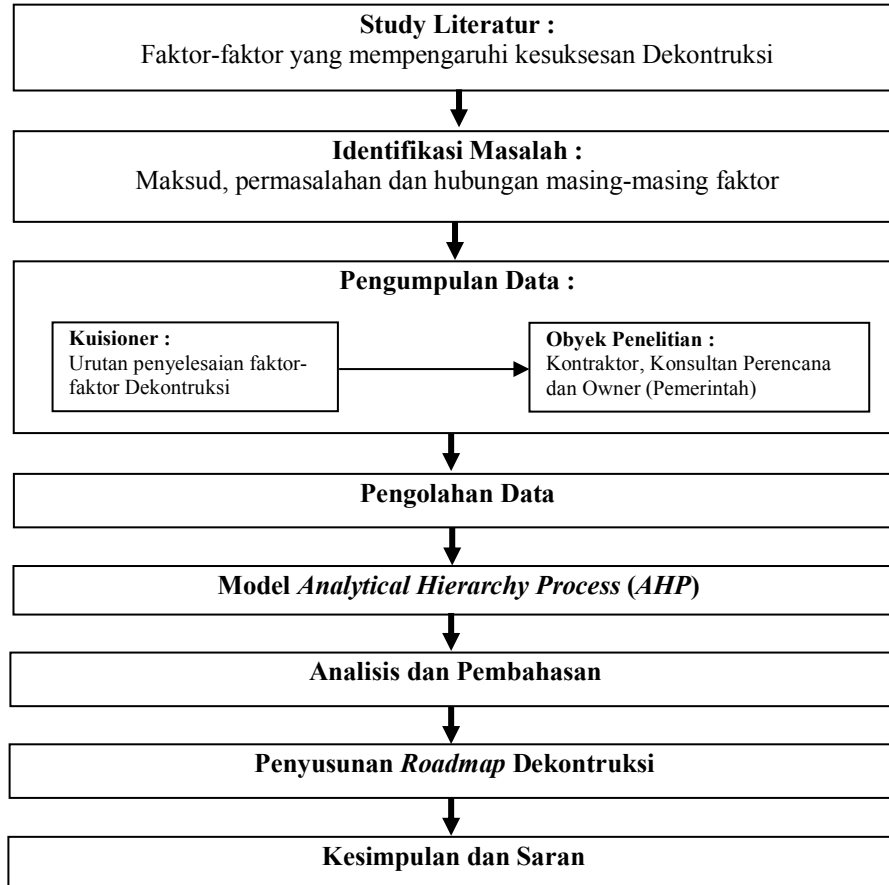
No.	Faktor-faktor	Maksud	Permasalahan	Hubungan
1.	Tenaga Kerja. (Kibert & Languell 2000)	Dekontruksi membutuhkan lebih banyak tenaga kerja atau padat karya	Dekontruksi membutuhkan pembongkaran selektif dan upaya penyelamatan komponen bangunan sehingga membutuhkan pekerja dengan keterampilan dasar	Konsistensi ketersediaan jumlah tenaga kerja untuk dekontruksi membuat praktik dekontruksi terus berkelanjutan
2.	Penjadwalan dan Biaya. (Kibert & Languell 2000)	Dekontruksi memunculkan biaya tambahan dan tambahan waktu	Dekontruksi membutuhkan pembongkaran selektif dan upaya penyelamatan komponen bangunan sehingga memerlukan waktu lebih serta membutuhkan lebih banyak tenaga kerja dalam praktiknya	Semakin rumit atau semakin sulit suatu bangunan didekontruksi maka penjadwalan akan semakin padat dan biaya yang dikeluarkan untuk tenaga kerja semakin besar
3.	Biaya persenan/upah/tipping pembuangan sampah konstruksi dan pembongkaran. (Kibert & Languell 2000)	Seringkali biaya pembuangan limbah konstruksi dan pembongkaran rendah di TPA	Tinggi dan rendah biaya pembuangan limbah di TPA dapat dipengaruhi oleh faktor tingkat kesadaran akan lingkungan, ketatnya regulasi, hilangnya lahan terbuka atau habitat alami dan inflasi	Rendahnya biaya pembuangan di TPA dapat mendorong terus digunakannya praktik pembongkaran konvensional sehingga limbah tersebut akan terus dialirkan membebani kapasitas daya tampung di TPA
4.	Manajemen Bahan Berbahaya. (Kibert & Languell 2000)	Mayoritas kandidat rumah yang akan didekontruksi mengandung asbestos dan timah atau bahan-bahan berbahaya	Bahan-bahan berbahaya membutuhkan perlakuan atau pengelolaan khusus sehingga alternatif ini menjadi lebih mahal dibandingkan pembuangan limbah tradisional (tanpa pengelolaan khusus)	Semakin banyak bahan berbahaya pada kandidat rumah atau bangunan yang didekontruksi maka semakin banyak diperlukan pengelolaan khusus yang berdampak pada meningkatnya biaya dekontruksi
5.	Pasar Tersedia. (Kibert & Languell 2000)	Ketersediaan pasar komponen bahan bangunan yang diselamatkan menjadi salah satu kunci praktik dekontruksi berkelanjutan	Kuantitas yang tidak pasti atau inkonsistensi jumlah pasokan material yang diselamatkan dapat memberikan disinsentif yang besar bagi pengguna	Semakin besar pasar maka kelancaran arus komponen barang bangunan yang diselamatkan semakin baik sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan
6.	Nilai tambah dan pemasaran bahan yang digunakan kembali. (Kibert & Languell 2000)	Harapan masyarakat bahwa bahan atau komponen bangunan yang diselamatkan lebih berkualitas serta memiliki harga yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan baru	Dekontruksi dilakukan di berbagai macam bangunan yang tersedia sehingga diperoleh juga berbagai macam bahan atau komponen yang diselamatkan dengan kualitas yang tidak pasti	Rendahnya nilai tambah atau ketidak pastian yang diperoleh akan berlawanan dengan harapan masyarakat sehingga pemasaran menjadi lebih sulit dilakukan yang dapat berdampak pada rendahnya minat masyarakat dalam mendukung praktik dekontruksi berkelanjutan

7.	Sistem penilaian material. (<i>Kibert & Languell 2000</i>)	Sistem penilai atau sertifikasi untuk bahan atau komponen yang diselamatkan dapat secara drastis meningkatkan kegunaannya sehingga dapat memberikan keamanan dan jaminan bagi pengguna	Penggunaan kembali bahan atau komponen bangunan yang diselamatkan dibatasi oleh jumlah kerusakan yang telah dialami selama masa layanan dan penyelamatan karena dikhawatirkan terjadi penurunan kekuatan yang signifikan jika akan digunakan untuk fungsi yang sama	Sitem penilaian yang baik dan menghasilkan produk-produk yang tersertifikasi dapat meningkatkan informasi dan ketelitian perencana atau kontraktor dalam memilih dan menggunakan komponen bangunan yang diselamatkan serta mendorong masyarakat mendukung praktik dekontruksi berkelanjutan
8.	Waktu dan kendala ekonomi. (<i>Kibert & Languell 2000</i>)	Pemilik proyek mensyaratkan waktu yang lebih pendek untuk pembongkaran serta biaya yang lebih rendah karena biaya dekontruksi seringkali lebih tinggi dari pembongkaran tradisional	Kurangnya pengetahuan pemilik proyek mengenai proses dekontruksi serta tingginya biaya dekontruksi dapat diimbangi dengan menjual komponen bangunan yang diselamatkan, penurunan biaya pembuangan di TPA, dan penurunan biaya yang dibutuhkan untuk mobilitas alat berat yang umumnya dibutuhkan pembongkaran tradisional	Transfer pengetahuan yang baik kepada pemilik proyek atau masyarakat dapat meningkatkan pemahaman mengenai waktu yang diperlukan pada proses optimalnya proses dekontruksi serta semakin mudahnya bahan yang diselamatkan dapat terjual untuk menutupi biaya proses dekontruksi maka dapat mendukung praktik dekontruksi berkelanjutan
9.	Perjanjian kontrak. (<i>Alachua County Solid Waste Management Innovative Recycling Project 2000</i>)	Dekontruksi memunculkan risiko adanya tambahan biaya serta kemungkinan sulitnya komponen bahan yang diselamatkan dapat terjual kembali untuk mengimbangi atau menutupi biaya serta tetap dapat memberikan keuntungan bagi kontraktor dekontruksi	Biaya dekontruksi menjadi efektif dan kompetitif dengan pembongkaran dan pembuangan tradisional jika jumlah tabungan dari pembuangan dan pendapatan dari penjualan kembali bahan-bahan harus lebih besar dari pada kenaikan tambahan dalam biaya tenaga kerja.	Perjanjian kontrak dengan saling berbagi risiko antara pengguna dan kontraktor dapat mendorong masyarakat untuk mendukung praktik dekontruksi, misalkan pemotongan biaya kontrak dengan membagi hasil penjualan bahan sehingga kontraktor dapat lebih berhati-hati dan teliti dalam melakukan dekontruksi untuk mencegah bahan-bahan rusak saat dibongkar yang dapat berdampak menurunnya nilai jual
10.	Tujuan pembangunan lingkungan. (<i>Kibert & Languell 2000</i>)	Perbandingan biaya langsung antara pembongkaran dan dekontruksi sering menyedatkan karena manfaat lingkungan bisa sulit dihitung bahkan seringkali manfaat bagi lingkungan dapat jauh lebih besar dari pada biaya untuk industri dan bisnis	Perusahaan menempatkan label harga pada lingkungan tetapi uang ini sering dibayarkan setelah kerusakan terjadi.	Manfaat lingkungan dari dekontruksi tidak tercermin dalam perbandingan biaya langsung. Dengan menerapkan dekontruksi sejumlah besar bahan yang dapat digunakan dapat dipulihkan dan dialihkan dari tempat pembuangan sehingga melalui proses ramah lingkungan ini dapat menutup <i>loop</i> dalam siklus bahan konstruksi
11.	Kebijakan publik. (<i>Kibert & Languell 2000</i>)	Peraturan pembuangan yang lebih ketat menunjukkan dekontruksi selektif lebih menguntungkan dari pada pembongkaran konvensional dan sebaliknya dimana peraturan pembuangan lebih longgar, dekontruksi dua kali lebih mahal dari pada pembongkaran konvensional	Ketatnya peraturan pembuangan akan mendorong kontraktor pembongkaran serta masyarakat untuk mencari alternatif lain untuk mengurangi atau mengalihkan total limbah pembongkaran menuju tempat pembuangan	Dukungan terstruktur dari pemerintah dalam menangani limbah pembongkaran bangunan salah satunya dalam bentuk peraturan pembuangan yang ketat membuat masyarakat tidak mempunyai banyak pilihan selain memilih dekontruksi sehingga semakin tinggi permintaannya akan mendorong terbentuknya pasar sebagai perputaran komponen bangunan yang diselamatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat

3. TUJUAN PENELITIAN

Melalui penelitian ini diperoleh sebuah rancangan strategis dalam bentuk *Roadmap* Dekonstruksi sebagai langkah antisipasi permasalahan limbah pembongkaran bangunan gedung sebagai respon isu berkelanjutan di Indonesia.

4. METODE PENELITIAN



Gambar 7. Kerangka Penelitian

5. TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2. Komparasi antara dekonstruksi dan demolisi bangunan gedung

No.	Deskripsi	Dekonstruksi	Demolisi
1	Kualitas material yang masih berpotensi untuk digunakan	Material struktur, jika material bekas pakainya masih dapat memenuhi standar untuk bangunan	Jika material struktur bekas pakainya tidak memungkinkan untuk memenuhi standar bangunan
		Material arsitektural, jika material bekas pakainya masih dapat digunakan	Material arsitektural, jika material bekas pakainya tidak dapat digunakan
2	Volume material yang masih berpotensi untuk digunakan	Aspek ekonomi, jika nilai uang dari total volume material yang masih dapat digunakan lebih besar biaya dekonstruksi.	Aspek ekonomi, jika nilai uang dari total volume material yang masih dapat digunakan lebih kecil dari biaya dekonstruksi.

No.	Deskripsi	Dekonstruksi	Demolisi
		Aspek lingkungan, jika terdapat material tak terbarukan dalam jumlah relatif besar.	Aspek lingkungan, jika terdapat material tak terbarukan dalam jumlah relatif kecil.
3	Pasar terhadap material/komponen yang masih dapat digunakan	Jika aspek pasar positif maka berpotensi dilakukan	Jika aspek pasar negatif maka tidak berpotensi dilakukan
4	Kandungan material yang berbahaya	Tidak berpotensi	Berpotensi
5	Waktu yang tersedia untuk menghancurkan bangunan	Tidak berpotensi	Berpotensi

Sumber : Ervianto et al (2012)

AHP (Analytic Hierarchy Process) adalah suatu teori umum tentang pengukuran yang digunakan untuk menemukan skala rasio, baik dari perbandingan berpasangan yang diskrit maupun kontinyu. AHP menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

- CIB Report TG 39 2000, 'Deconstruction as an Essential Component of Sustainable Construction' in *Overview of Deconstruction in Selected Countries*, ed. Kibert & Chini, University of Florida, USA.
- Ervianto, W.I, Soemardi, B.W, Abduh, M & Suryamanto 2012, "Pengelolaan Bangunan Habis Pakai Dalam Aspek Sustainability", KoNTeKS 6, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Environmental Protection Agency, 2016, "Construction and Demolition Debris Generation in the United States", Office of Resource Conservation and Recovery, United States.
- Frick, H & Suskiyanto, B 2007, *Dasar-Dasar Arsitektur Ekologis*, Kanisius, Yogyakarta.
- Kibert, CJ 2013, *Sustainable Construction : Green Building Design and Delivery*, 3rd, John Wiley & Sons Inc, Canada.
- Putri G.Z, 2015, "Studi Analisis Perbandingan Biaya Struktur Beton Bertulang dengan Struktur Baja Dari Elemen Rangka Pada Bangunan 3 Lantai", Skripsi ST, Universitas Andalas.
- Salanto, F 2017, "Office Sector", Coliers International.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia 2018, Direktorat Pengelolaan Sampah, Ditjen PSLB3, Indonesia, dilihat 15 Maret 2018, <<http://pslb3.menlhk.go.id/sipsn/>>.
- Kibert, C.J & Languell, J.L 2000, 'Implementing Deconstruction in Florida : Material Reuse Issues, Disassembly Techniques, Economics and Policy', M.E. Rinker Sr. School of Building Construction, Powell Center for Construction and Environment, University of Florida, dilihat 2 Mei 2018, <<https://www.cce.ufl.edu/deconstruction/implementing-deconstruction-in-florida/final-report/>>.
- Masyarakat Profesi Penilai Indonesia, Umur Manfaat Bangunan, dilihat 22 Februari 2018, <<http://www.mappi.or.id/static-321-umur-ekonomis.html>>.
- Praditya, II 2015, *Pasar Konstruksi Indonesia Terbesar Keempat di Asia*, Liputan 6, dilihat 15 Maret 2018, <<http://bisnis.liputan6.com/read/2379968/pasar-konstruksi-indonesia-terbesar-keempat-di-asia>>.