



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Alamat Prosiding: sinta.eng.unila.ac.id



Analisis Pengelolaan Limbah Konstruksi dengan Skema Stepwise Incentive System dalam Rangka Penerapan Lean Construction pada Proyek Konstruksi di Lingkungan Universitas Lampung

I Kustiani*, R. Widyawati, dan RD Warena

Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 8 Oktober 2020
Direvisi 7 Nopember 2020

Kata kunci:

konstruksi berkelanjutan
lean construction
limbah konstruksi
stepwise incentive system
survei opini

ABSTRAK

Dengan adanya trend peningkatan biaya pembuangan limbah dan pengurangan jumlah tempat pembuangan akhir (TPA) sampah telah menciptakan kebutuhan untuk menerapkan pengelolaan limbah yang efektif di industri konstruksi. Karena setiap proyek konstruksi memiliki keunikan dalam pengembangannya, manfaat dari pengelolaan limbah juga dapat berbeda dari proyek ke proyek. Oleh karena itu, karakteristik proyek harus dipertimbangkan ketika menerapkan strategi pengelolaan limbah. Studi ini berupaya untuk menyelidiki bagaimana karakteristik proyek yang berbeda mempengaruhi persepsi tentang manfaat, dari pengelolaan limbah konstruksi, berdasarkan hasil survei pada studi kasus proyek-proyek konstruksi di Lingkungan Universitas Lampung. Lebih lanjut, salah satu strategi yang akan diuji adalah *Stepwise Incentive System* (SIS). Data dikumpulkan melalui satu set pertanyaan untuk mendapatkan pandangan dari pemangku kunci kepentingan proyek terkait manfaat pengelolaan. Dari hasil analisis, dapat diformulasikan kebijakan penerapan *lean construction* di Universitas Lampung sebagai alat pendukung keputusan di masa yang akan datang yang lebih baik untuk pengelolaan limbah konstruksi di tempat yang lebih baik serta untuk mencapai kinerja proyek konstruksi yang berkelanjutan.

1. Pendahuluan

Industri konstruksi adalah konsumen sumber daya alam yang sangat besar. Beberapa material konstruksi hanya membutuhkan pemrosesan sederhana, namun sangat banyak yang melalui proses manufaktur kompleks seperti besi, baja, tembaga, kaca, bahan sintesis, semen dan banyak lagi lainnya. Sayangnya, sebagian besar material ini tidak digunakan secara efisien oleh proyek konstruksi dan limbah konstruksi dianggap sebagai kontributor utama terhadap total aliran limbah (De Silva dan Vithana, 2008). Diketahui limbah industri konstruksi sekitar empat kali lipat dari limbah rumah tangga (Siregar, 2018). Mayoritas material berasal dari sumber yang tidak terbarukan, sehingga pemborosan material teridentifikasi sebagai yang paling kritis dibandingkan dengan pemborosan tenaga kerja dan peralatan (Ekanayake dan Ofori, 2000).

Pemborosan material konstruksi berdampak pada ekonomi, lingkungan dan kesehatan (Yahya dan Boussabaine, 2006) serta dampak lingkungan jangka panjang (Kralj, 2011). Biaya limbah material konstruksi lebih besar daripada nilainya karena adanya biaya

penanganan, pengangkutan dan penampungan (Poon, 2007; Esin dan Cosgun, 2007). Teo dan Loosemore (2001) memperkirakan bahwa kontraktor yang boros material ini umumnya menawar pekerjaan baru lebih mahal 10% saat tender daripada yang lainnya. Hal ini menjadi biaya bagi masyarakat luas dalam bentuk biaya konstruksi yang lebih tinggi yang dibayarkan oleh klien (Faniran dan Caban, 2007). Penipisan sumber daya dan kerusakan lingkungan adalah masalah lain yang terkait dengan limbah. Salah satu contohnya adalah tanah yang berharga juga disisihkan untuk penampungan limbah konstruksi yang berat dan besar tersebut.

Berdasarkan alasan lingkungan dan ekonomi di atas, pengurangan tingkat limbah industri konstruksi telah menjadi topik yang sensitif di antara para profesional di industri konstruksi (Yuan dan Shen, 2011; Tam, 2008; Begum dkk., 2006). Untuk mengendalikan limbah konstruksi, langkah pertama adalah mengidentifikasi sumbernya. Chen dkk. (2002) mengusulkan sistem audit limbah untuk manajemen yang efektif. Pengetahuan rinci tentang insiden limbah dan penyebabnya sangat penting untuk memahami masalah dan menemukan cara untuk

mencegahnya. Menurut Teo dan Loosemore (2001), kegiatan pengelolaan limbah konstruksi bervariasi dari kontraktor ke kontraktor tergantung kelasnya. Sangat mungkin bahwa inisiatif pengelolaan limbah dalam kelas dapat serupa, sementara antar kelas, mereka dapat berbeda secara signifikan.

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengkaji berbagai strategi minimisasi limbah dan dampaknya, namun secara aktual pemahaman kajian mengenai pengaruh kapasitas kontraktor terhadap timbulan limbah pada pengelolaan proyek konstruksi masih sangat minim. Seperti diketahui potensi industri konstruksi Indonesia adalah sekitar Rp1.000 triliun per tahun dengan laju pertumbuhan industri konstruksi sebesar 8,1%. Sejalan dengan itu, tren pembiayaan proyek konstruksi di Universitas Lampung juga meningkat. Namun sayangnya, limbah konstruksi belum menjadi hal yang penting untuk dikelola. Untuk mengisi kekosongan ini dalam literatur, maka penelitian bertujuan untuk mengkaji pengelolaan dan timbulan limbah konstruksi pada proyek konstruksi di lingkungan Universitas Lampung oleh pemangku kepentingan terkait (pemilik, konsultan dan kontraktor) serta perlu dikembangkannya suatu skema Sistem Insentif Bertahap (*Stepwise Incentive System* -SIS) dalam rangka pengurangan limbah konstruksi dan Penerapan *Lean Construction*. Tujuan jangka panjangnya adalah agar kebijakan unila terkait *Green Metric*, *Times Higher Education* dan *Sustainable Development Goals* dapat tercapai.

2. Tinjauan pustaka

2.1 Minimisasi limbah konstruksi

John dan Itodo (2013) mencatat bahwa rata-rata 21% hingga 30% pembengkakan anggaran yang dialami dalam proses konstruksi adalah akibat dari pemborosan material. Sebuah studi yang dilakukan oleh Bossink dan Brouwers (1996) di Belanda menunjukkan bahwa 9% dari total material yang dibeli terbuang menjadi limbah padat dan limbah ini 20% hingga 30% melebihi total anggaran. Selanjutnya, Wong dan Norman (1997) menemukan bahwa pemborosan material menyumbang 50–60% dari total biaya proyek. Lebih jauh lagi, Hore dkk. (1997) melaporkan bahwa, untuk setiap 100 rumah yang dibangun, terdapat limbah material yang cukup untuk membangun 10 rumah tambahan.

Menurut Hwang dan Yeo (2011), urutan prioritas (hirarki) pengelolaan limbah adalah pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang (*reduce, reuse, and recycle* – 3R), serta pemulihan dan pembuangan. Hirarki ini didasarkan pada minimisasi konsumsi sumber daya dan kerusakan lingkungan, yang merupakan aspek penting dalam pembangunan berkelanjutan.

Pengurangan (meminimalkan timbulan) limbah didefinisikan oleh Begum dkk. (2007) sebagai "aktivitas apa pun yang mengurangi atau menghilangkan timbulan limbah di sumber, biasanya dalam suatu proses". Pengurangan merupakan cara yang paling disukai dalam mengelola limbah karena mengurangi sumber daya yang dimanfaatkan serta mampu menghilangkan beban pembuangan limbah dan biaya terkait. Selain itu, minimisasi limbah dapat meningkatkan citra publik kontraktor (Poon, 2007),

meningkatkan produktivitas, menghemat waktu, dan meningkatkan keselamatan di lokasi kerja (Kulathunga dkk., 2006).

Menurut Begum et al. (2007), praktik operasional, manajemen, dan personel yang baik telah terbukti sebagai strategi yang berhasil untuk mengurangi limbah. Dari aspek operasional dan manajemen, Tam (2008) menyimpulkan dengan menggunakan SIS pada proyek pembangunan kembali hotel di Hong Kong berhasil mengurangi limbah konstruksinya sebesar 23%. Dainty dan Brooke (2004) menyatakan rangkaian rantai pasok (*supply chain*) bermanfaat dalam minimisasi limbah. De Silva dan Vithana (2008) mengkonfirmasi bahwa fabrikasi di luar lokasi menghasilkan lebih sedikit limbah daripada aktivitas di tempat dan Yates (2013) lebih menyukai konstruksi modular dan ukuran standar selama proses prefabrikasi. Menurut Agamuthu (2008), peraturan pemerintah yang ketat dan pengenaan retribusi pembuangan ke tempat pembuangan akhir sampah (TPA), seperti undang-undang anti limbah di banyak negara maju, telah menghasilkan praktik pengelolaan limbah dan pembongkaran konstruksi yang lebih baik. Sementara dari sisi personel, Kulathunga dkk. (2006) dan Teo dan Loosemore (2001) menyatakan pentingnya pekerja memiliki sikap positif terhadap meminimalkan limbah; Jayamathan dan Rameezdeen (2014) menyimpulkan tenaga kerja langsung lebih efektif daripada tenaga kerja sub-kontrak dalam minimisasi limbah; dan Lingard, Graham dan Smithers (2000) menganggap pelatihan tenaga kerja yang tepat sebagai metode yang efektif.

2.2 Kapasitas kontraktor vs. limbah konstruksi

Menurut Wang dkk. (2010); Kofoworola dan Gheewala (2009), Osmani, Glass and Price (2008), Shen dkk. (2004) dan Jaques (2000); minimisasi timbulan limbah konstruksi dilakukan dengan meningkatkan kapasitas manajerial perusahaan pada tahap desain, pengadaan, dan produksi. Sebaliknya, Tam dkk. (2007) mengklaim bahwa limbah konstruksi terutama terkait dengan tenaga kerja yang terlibat dalam konstruksi, termasuk manajer, penyalah, dan operator. Semakin baik keterampilan, pengetahuan, dan kepedulian terhadap limbah yang dimiliki pekerja, semakin sedikit limbah yang dihasilkan.

Faktor lain penyumbang limbah adalah pemborosan material akibat penyimpanan material yang tidak benar. Lu dkk. (2011) menekankan bahwa penyimpanan bahan di tempat dan penanganannya adalah tanggung jawab langsung site manager dan memiliki pengaruh besar pada pengendalian limbah. Kelalaian personel pengawas juga dapat menyebabkan volume limbah yang lebih besar karena pekerja mencoba untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu sesingkat mungkin. Faktor lain penyebab limbah adalah terkait dengan kekurangan peralatan atau pilihan peralatan yang buruk atau tidak mencukupi.

Terdapat bukti empiris yang mengaitkan kapasitas kontraktor dengan tingkat timbulan sampah di lokasi konstruksi. Kapasitas kontraktor tercermin dari pekerja yang terlatih, kepemilikan pabrik dan peralatan, serta kemampuan manajerial. Hal ini dapat secara langsung terkait dengan limbah yang dihasilkan. Kontraktor kelas atas biasanya memiliki keterampilan dan keahlian yang

lebih baik dibandingkan dengan kelas yang lebih rendah, sehingga kontraktor kelas atas dapat menghasilkan limbah yang jauh lebih sedikit. Argumen ini diperkuat oleh Esin dan Cosgun (2007) yang menyatakan bahwa semua limbah secara langsung atau tidak langsung disebabkan oleh pekerja yang terlibat dalam suatu proyek.

Studi juga menunjukkan bahwa umumnya kontraktor skala besar memiliki sikap positif yang kuat mengenai minimisasi limbah dibandingkan dengan rekan-rekan mereka skala menengah dan kecil. Sikap positif ini juga lebih kuat di antara karyawan yang berpendidikan lebih tinggi serta mereka yang telah berpartisipasi dalam pelatihan pengelolaan limbah. Sikap positif ini muncul dari pengalaman para kontraktor dan karyawan ini. Selain itu, manfaat pengelolaan limbah lebih tinggi bila diterapkan pada proyek yang lebih besar (Hwang dan Yeo, 2011). Dengan demikian, penelitian ini mendalilkan hipotesis berikut untuk diuji menggunakan bukti empiris: "Volume limbah konstruksi akan menurun apabila ada insentif/penghargaan untuk itu."

2.3 Pemborosan Material vs. Lean Construction and Stepwise Incentive System

Lean Construction adalah sebuah metode dalam mendesain sistem kerja proyek konstruksi yang dapat mengidentifikasi adanya waste (pemborosan) sehingga segala sesuatu yang tidak menambah nilai (value), dapat diminimalisir atau bahkan dihilangkan. Penerapan lean construction bertujuan untuk mengoptimalkan pelaksanaan proyek konstruksi dengan meminimalkan masalah yang kerap menghambat kelancaran penyelesaian proyek, seperti keterlambatan material, ketidakefektifan SDM, mengurangi pemborosan material yang dampaknya adalah meminimisasi limbah material konstruksi hingga pengelolaan limbah (Womack dan Jones, 1996).

Penerapan *lean construction* masih belum banyak dilakukan di industri konstruksi Indonesia, lantaran prinsip kerjanya yang belum terlalu familiar bagi praktisi industri dalam negeri. Namun, jika diterapkan dengan baik, dampak positifnya dapat dirasakan secara signifikan, misalnya peningkatan kinerja serta keselamatan kerja serta optimalisasi penggunaan material dan minimisasi limbah material yang pada akhirnya dapat berimbas pada biaya proyek yang lebih efisien.

Untuk mempercepat adopsi *lean construction* pada proyek konstruksi di lingkungan Universitas Lampung, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji pengelolaan dan timbulnya limbah konstruksi pada proyek konstruksi di lingkungan Universitas Lampung oleh pemangku kepentingan terkait (pemilik, konsultan dan kontraktor) serta perlu dikembangkannya SIS dalam rangka penerapan *lean construction*.

Sistem kontrol material konstruksi merupakan alat yang efektif untuk mengelola material di lokasi proyek dan memotivasi pekerja untuk mengurangi limbah material (Chen et al., 2002). Menurut McDonald dan Smithers (1998), rencana pengelolaan limbah yang tepat untuk menghilangkan sumber limbah dan pengendalian limbah dapat menghemat biaya penanganan limbah hingga 50%, mengurangi 15% dari limbah yang dihasilkan sebelum daur

ulang di lokasi proyek dan mengurangi 43% limbah yang dibuang ke TPA.

Terdapat banyak bentuk penghargaan dan hukuman untuk meningkatkan kesadaran pekerja tentang aspek lingkungan, emosional dan keuangan dari inisiatif 3R (Nelson, 1994; Warren, 1989). Banyak manfaat yang bisa diperoleh dari penerapan program penghargaan, termasuk meningkatkan kesadaran lingkungan, pengurangan pemborosan dan pengurangan biaya. Merchant (1997) menyatakan bahwa program penghargaan dan hukuman berbasis kinerja uang (bonus/penahanan pembayaran) merupakan salah satu cara yang efektif dan diakui dalam industri konstruksi. Namun, hanya sedikit organisasi konstruksi yang mengadopsi skema penghargaan internal untuk meningkatkan kinerja pekerjanya, misalnya melalui sertifikat dan skema bonus. Hal ini dikarenakan tingginya biaya awal dan sumber daya yang perlu dialokasikan. Selain itu, kapasitas TPA Bakung yang mendekati kapasitas maksimalnya menyebabkan kenaikan biaya pembuangan ke TPA akan membuat individu dan industri mengurangi produksi limbahnya.

Oleh karena itu, SIS direkomendasikan sebagai alat yang efisien dan efektif meningkatkan implementasi skema penghargaan. Studi kasus menunjukkan SIS dapat mengurangi limbah konstruksi hingga 23.60%. Namun, perlu diperhatikan bahwa penerapan sistem SIS tidak boleh menimbulkan efek buruk pada faktor proyek lainnya dan spesifikasi.

Untuk mengukur kemajuan dalam mengadopsi 3R, pengukuran sistematis harus dilaksanakan sehingga kinerja berbagai proyek konstruksi dapat dibandingkan secara teratur. Pengurangan biaya proyek dapat dicapai dengan dua cara, yaitu: (1) penghematan biaya karena pengurangan material yang dibeli setelah mengadopsi strategi 3R; dan (2) penghematan biaya dari pengurangan volume limbah dan biaya TPA. Setelah proyek selesai, manajer proyek dapat mengukur volume limbah material berkurang atau bertambah dengan membandingkan volume material yang sebenarnya digunakan oleh proyek dengan volume rencana.

1. SIS untuk pembelian material:

$$Cqi = \Delta Qi \times Pi = (Qip - Qie) \times Pi \dots (1)$$

$$Cq = \sum Cqi \dots (2)$$

Dimana:

- Cqi = penghematan biaya dari material Mi
- Qip = volume material Mi yang dibeli (volume aktual)
- Qie = volume material Mi yang direncanakan
- ΔQi = volume material yang berhasil dihemat
- Pi = harga material Mi
- Cq = total penghematan pembelian material

2. SIS untuk limbah yang dihasilkan:

$$Cwi = \Delta Wi \times Pi = (Wim - Wie) \times Pi \dots (3)$$

$$Cw = \sum Cwi \dots (4)$$

Dimana:

- Cwi = penghematan biaya dari limbah tahap Si
- Wim = volume sampah Si yang dihasilkan (volume

limbah aktual)

- Wie = volume limbah Si yang direncanakan
- Pi = biaya penanganan limbah Si
- Cw = total penghematan penanganan limbah
- 3. Total biaya yang dihemat:
 $Ct = Cq + Cw \dots (5)$

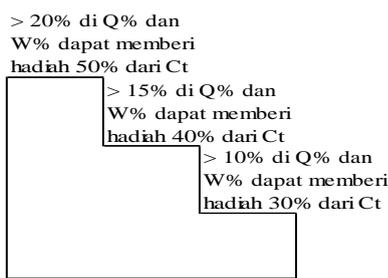
4. Persentase volume material yang dihemat:

$$Q\% = \Delta Q/Qe \dots (6)$$

5. Persentase volume limbah yang dihemat:

$$W\% = \Delta W/We \dots (7)$$

6. Persentase penghargaan, R%



Gambar 1. Persentase Insentif R

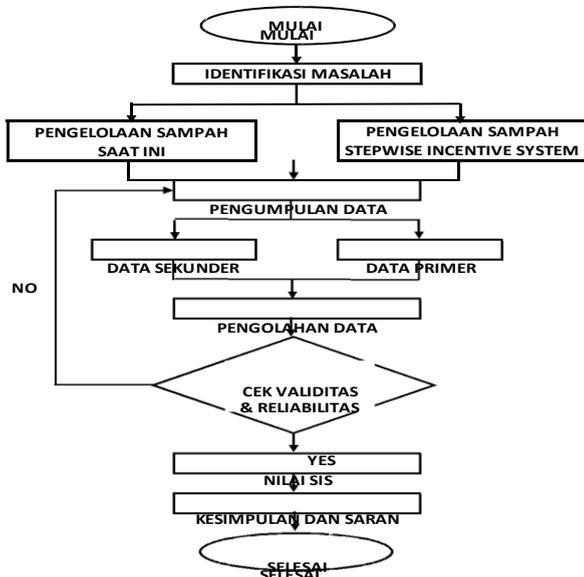
7. Nilai penghargaan, $\Delta R\%$:

$$\Delta R = Ct \times (R\%) \dots (8)$$

3. Metode penelitian

3.1 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada studi ini adalah metode studi kasus. Pendekatan studi kasus digunakan karena memungkinkan limbah untuk dikuantifikasi dalam konteks kehidupan nyata (Yin, 2003). Yang menjadi obyek penelitian adalah pengelolaan limbah konstruksi proyek-proyek di lingkungan UNILA. Adapun prosedur penelitian adalah seperti diperlihatkan oleh gambar berikut ini:



Gambar 2. Bagan Alir Tahapan Penelitian

Langkah pertama adalah mengidentifikasi masalah limbah konstruksi saat ini dan pengelolaannya pada saat tahapan konstruksi proyek-proyek di lingkungan UNILA. Selanjutnya tinjauan pustaka yang luas dilakukan untuk mengumpulkan informasi tentang karakteristik proyek dan klasifikasinya, pengelolaan limbah konstruksi, rencana pengelolaan limbah dan manfaatnya. Pengelolaan limbah proyek konstruksi tidak bisa berjalan tanpa personel kunci dan pendapat mereka sangat penting dalam mengidentifikasi persepsi tentang manfaat dari pengelolaan limbah. Untuk penelitian ini, penting untuk mengidentifikasi pengalaman dan tingkat keakraban responden dengan pengelolaan limbah konstruksi karena responden harus memberikan pandangan mereka tentang apakah karakteristik proyek akan mempengaruhi manfaat pengelolaan limbah.

Data yang dikumpulkan berupa data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa data dokumentasi proyek (content analysis) yang ada dalam arsip Unit Pelaksanaan Pengadaan Barang dan Jasa (UPBJ) UNILA terkait pelaksanaan konstruksi Tahun 2019. Sedangkan data primer adalah data yang dikumpulkan melalui survei kuisisioner kepada personel kunci proyek konstruksi tersebut.

Selanjutnya, serangkaian pertanyaan dirumuskan untuk mendapatkan wawasan dan pendapat tentang karakteristik proyek yang dipilih dan dampak spesifik pada manfaat penerapan rencana pengelolaan limbah konstruksi. Kuisisioner diminta kepada responden yang dipilih untuk mendapatkan pendapat mereka. Kuisisioner dirancang dalam bahasa lokal (Bahasa Indonesia) dan sesingkat mungkin (terdiri dari 10 pertanyaan). Kedua pertanyaan tertutup dan pertanyaan terbuka digunakan dalam survei dan dibagi menjadi dua bagian. Bagian A terdiri dari pertanyaan umum untuk mengidentifikasi profil responden dan Bagian B dimaksudkan untuk mendapatkan pandangan dan pendapat dari para profesional.

Survei pendapat melalui kuisisioner dipilih karena cocok untuk menilai keberhasilan strategi atau elemen di mana terdapat perbedaan perspektif antar kelompok terhadap kinerja sistem (Svendsen and Small, 1990). Abernethy, Jinapala dan Makin (2001) menjelaskan aspek yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan survei pendapat seperti teknik, metodologi, jenis kuisisioner, dan analisis temuan. Diadaptasi dari Abernethy, Jinapala, dan Makin (2001), survei pendapat dari pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan limbah konstruksi berguna untuk:

1. Identifikasi manfaat penting dari penerapan pengelolaan limbah dalam proyek konstruksi.
2. Mendapatkan pandangan responden tentang apakah karakteristik proyek berdampak pada manfaat penerapan pengelolaan limbah.
3. Dapatkan wawasan dan pendapat tentang karakteristik proyek lain yang dapat memengaruhi manfaat penerapan pengelolaan limbah.

Dalam penelitian ini, metode kuantitatif digunakan karena mudah dan cepat, andal, dan mudah, serta dapat digunakan untuk populasi dengan tingkat pendidikan rendah.

Selanjutnya, kuisisioner yang ditanyakan kepada responden yang terdiri dari personel kunci proyek baik dari pemilik, konsultan maupun kontraktor (manajer proyek,

manajer lokasi, surveyor kuantitas, pejabat pembuat komitmen, konsultan perencana dan konsultan pengawas) dari studi kasus 16 proyek yang dilaksanakan di UNILA pada Tahun Anggaran 2019. Rencananya, proyek yang akan disurvei adalah Proyek Tahun 2020, namun karena Covid 19 UNILA memutuskan untuk meniadakan proyek konstruksi pada tahun ini. Oleh sebab itu, maka responden adalah kontraktor pelaksana proyek di lingkungan UNILA tahun 2019. Semua proyek tersebut, dilaksanakan dengan menggunakan metode pengadaan pelelangan terbuka.

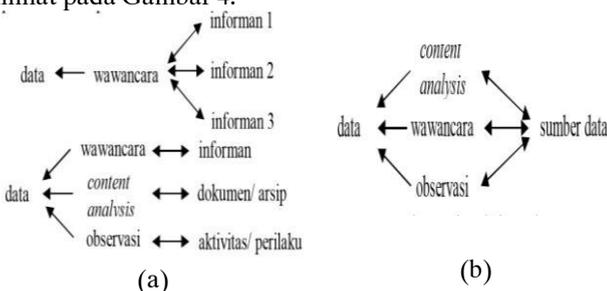
Selanjutnya, data hasil dari survei kemudian dianalisis untuk menguji validitas hipotesis bahwa pengelolaan limbah konstruksi oleh kontraktor akan semakin baik dengan adanya insentif. Data dianalisis secara statistik melalui alat bantu *Statistical Program for Social Science (SPSS)*. Analisis dilanjutkan dengan analisis SIS untuk menilai pada tahapan apa sistem penghargaan terhadap pengelolaan limbah konstruksi di proyek di lingkungan UNILA. Selanjutnya, dapat ditarik kesimpulan untuk penelitian ini yang dapat digunakan sebagai referensi dalam menyusun kebijakan pengelolaan limbah konstruksi di lingkungan UNILA agar tujuan pembangunan konstruksi hijau dan berkelanjutan dapat tercapai.

3.2 Pelaksanaan survei

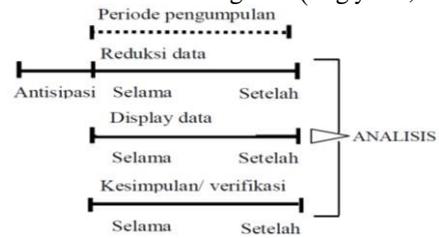
Survei kuisioner dilaksanakan sepanjang Juli – Agustus 2020. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain: (1) Jenis-jenis limbah konstruksi yang dihasilkan proyek-proyek pembangunan gedung di UNILA. (2) Aktivitas penyebab munculnya limbahlimbah konstruksi pada proyek-proyek pembangunan gedung di UNILA. (3) Dampak limbah konstruksi pada proyek-proyek pembangunan gedung di UNILA. (4) Upaya pengelolaan limbah yang dilakukan pihakpihak yang terlibat dalam proyek pembangunan gedung di UNILA untuk mewujudkan green construction.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*. *Purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2013). Orang yang dijadikan narasumber merupakan para praktisi yang menangani proyek yang dijadikan objek penelitian yaitu *site manager* dan petugas Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi dan Lingkungan (K3L) dari pihak kontraktor, pengawas lapangan dari konsultan pengawas dan perencana desain proyek dari konsultan perencana.

Uji validitas data dalam penelitian ini menggunakan Teknik Triangulasi Sumber/Data (Gambar 3(a) dan (b)). Sedangkan analisis datanya menggunakan Model Miles and Huberman, yang mana langkah-langkah analisisnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Teknik triangulasi (Sugiyono, 2006)



Gambar 4. Komponen analisis data (flow model) Miles and Huberman (Sugiyono, 2013).

4. Hasil dan pembahasan

Berikut ini adalah hasil analisis data statistik dengan bantuan SPSS yang dilanjutkan dengan analisis SIS.

4.1 Kontraktor

Kontraktor yang mendapatkan kontrak pekerjaan jasa konstruksi di lingkungan UNILA umumnya adalah pengusaha lokal lampung dengan klasifikasi usaha kontraktor menengah (nilai kontrak Rp.10M s.d. 100M) dan kecil (nilai kontrak s.d. Rp.10M) berdasarkan Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 14/SE/M/2018 tentang Pemberlakuan Standar Dokumen Pemilihan Pengadaan Jasa Konstruksi Tahun Anggaran 2019. Kontrak yang digunakan adalah kontrak gabungan lumsom dan harga satuan berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. Tabel berikut ini menunjukkan nama pekerjaan, nilai kontrak dan kelas kontraktor dan pengalaman kerja kontraktor.

Table 1. Rincian Kontraktor yang Diwawancarai

Kontraktor	Kelas Kontraktor	Tahap Konstruksi	Kontrak (Rp. M)	Pengalaman (Tahun)
1	CV	Rehabilitasi Bangunan Atas	7,9	25
2	PT	Struktur Bangunan Atas	10	27
3	CV	Lanjutan Bangunan Atas	4,9	19
4	CV	Rehabilitasi Bangunan Atas	6	20
5	CV	Lanjutan Bangunan Atas	3,9	20
6	CV	Rehabilitasi Bangunan Atas	1	18
7	CV	Lanjutan Bangunan Atas	2,7	20
8	CV	Lanjutan Bangunan Atas	2,1	20
9	CV	Struktur Bangunan Atas	1,6	19
10	CV	Lanjutan Bangunan Atas	3,4	20
11	CV	Lanjutan Bangunan Atas	3,3	27
12	CV	Rehabilitasi Bangunan Atas	3,6	20
13	CV	Rehabilitasi Kolam Renang	1,2	13
14	CV	Rehabilitasi Bangunan Atas		10
15	CV	Struktur Bangunan Atas		10
16	CV	Rehabilitasi Bangunan Atas		10

4.2 Jenis Limbah Konstruksi yang Dihasilkan dan Penyebabnya

Limbah pada proyek konstruksi dapat disebabkan oleh beberapa hal yang dimulai sejak tahapan perencanaannya, antara lain:

1. Tahap Perencanaan:

Hasil perencanaan dan bentuk desain serta pilihan material dan metode konstruksi mempengaruhi jumlah limbah yang akan dihasilkan. Semua gedung di UNILA direncanakan menggunakan struktur beton dengan metode pelaksanaan pengecoran di tempat, kecuali

rehabilitasi Gedung B Fakultas Teknik (No. 4) yang menggunakan struktur baja. Oleh sebab itu, limbah yang dihasilkan pada tahap konstruksi sebagian besar terkait dengan pelaksanaan pengecoran di tempat.

2. Tahap Pelaksanaan Konstruksi:

a. Pengadaan Material

Dari segi pengadaan material, kontraktor membeli material sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan dalam kontrak. Beberapa hal yang menjadi penyebab adanya limbah konstruksi terkait pengadaan material antara lain:

- Kesalahan dalam pemesanan, kelebihan/kekurangan dalam pemesanan;
- Kemasan material kurang baik sehingga terjadi kerusakan dalam perjalanan atau dalam penyimpanan; dan

- Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil. Pada penelitian ini, limbah yang disebabkan oleh hal-hal tersebut di atas tidak ditanyakan dalam kuisioner karena kontraktor dianggap telah memiliki kecakapan untuk mengendalikan limbah konstruksi yang disebabkan oleh faktor ini sehingga limbah tidak signifikan.

b. Penanganan Material

Beberapa hal yang menjadi penyebab limbah konstruksi akibat kesalahan penanganan/penyimpanan, antara lain:

- Material tidak dikemas dengan baik;
- Kerusakan material akibat transportasi ke lokasi proyek;
- Penanganan material tidak hati-hati, misalnya pada saat pembongkaran untuk dimasukkan ke dalam gudang dengan cara dilempar; serta
- Penyimpanan material yang tidak sesuai dengan karakteristik material.

c. Pelaksanaan

Beberapa hal yang menjadi penyebab munculnya limbah konstruksi saat pelaksanaan, umumnya disebabkan oleh kesalahan / kelalaian pekerja, misalnya:

- Pengukuran di lapangan yang tidak akurat sehingga terjadi kesalahan dalam memotong material;
- Kerusakan karena material jatuh dari ketinggian baik mengenai material lain ataupun tidak;
- Penggunaan material dengan spesifikasi yang tidak sesuai sehingga harus dikerjakan ulang; serta
- Kecerobohan dalam mengolah, misalnya salah dalam membuat campuran adukan beton.

d. Residual / Barang Sisa

Beberapa hal yang menjadi penyebab munculnya limbah konstruksi dari residu antara lain:

- Sisa material yang tidak dapat digunakan lagi; dan
- Bekas kemasan material, seperti bungkus keramik, bungkus semen, kaleng cat, botol dsb.

Rangkuman limbah konstruksi yang dihasilkan pada proses konstruksi pembangunan gedung-gedung di UNILA ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini:

Table 2. Limbah Konstruksi yang Dihasilkan Proyek

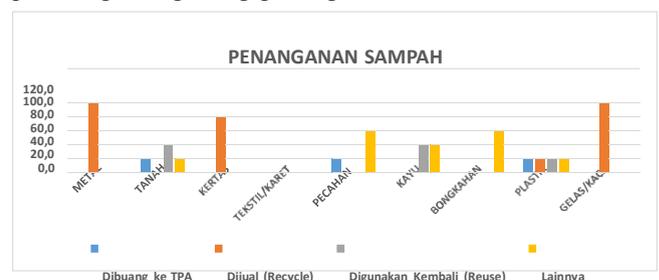
NOMOR PROYEK	LIMBAH PADAT									LAINNYA	
	METAL	TANAH	KERTAS	TEKSTIL/ KARET	PECAHAN KERAMIK/ BATA/ GENTENG/ KERIKIL	KAYU	BATU/ BONGKAHAN/ SISA MORTAR	PLASTIK	GELAS/ KACA	Air semen, sisa oli/mirak/ cat	Debu, polisi udara/ bunyi
1	√	-	√	-	√	√	√	√	-	√	√
2	√	√	√	-	√	√	√	√	-	√	√
3	√	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√
4	√	-	√	-	√	√	√	√	-	√	√
5	√	-	√	-	√	√	√	√	-	√	√
6	-	-	√	-	√	√	-	√	-	√	√
7	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	√
8	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	√
9	√	√	√	-	√	√	√	-	-	√	√
10	√	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√
11	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	√
12	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	√
13	-	-	√	-	√	√	√	√	-	√	√
14	√	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√
15	√	√	√	-	√	√	√	√	-	√	√
16	√	-	√	-	√	√	√	√	√	√	√

4.3 Penanganan Limbah Konstruksi oleh Kontraktor

Tiga strategi utama minimalisasi limbah yang sudah sangat dikenal adalah 3R berdasarkan urutan yang mewakili hierarki manfaat lingkungan dan potensi penghematan ekonomi (Shen dan Tam, 2002). Untuk mengurangi limbah yang dihasilkan di lokasi, koordinasi di antara semua yang terlibat dalam proses desain dan konstruksi sangat penting dan koordinasi harus terjadi secara teratur untuk mengatasi masalah limbah.

Secara umum, proyek konstruksi di UNILA mengakibatkan pencemaran tanah, air dan udara, serta mengganggu estetika. Limbah konstruksi yang umum dipilah adalah: metal, kayu, kertas dan plastik. Sedangkan limbah berupa tanah, pecahan keramik/bata/genteng/kerikil, batu/bongkahan/sisa mortar dan gelas/kaca tidak dipilah. Di sisi lain, limbah konstruksi yang masih bisa didaur ulang (*recycle*) biasanya dipilah dan dijual oleh pekerja dan menjadi tambahan pendapatan bagi mereka. Beberapa proyek menggunakan kembali (*re-use*) tanah galian untuk menimbun atau meratakan area di sekitar proyeknya. Terdapat pula limbah konstruksi yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar, misalnya sisa kayu dan bambu yang dimanfaatkan sebagai kayu bakar. Tidak ada limbah yang di-reuse untuk proyek berikutnya. Perancah baja tidak dianggap sebagai limbah, karena bisa digunakan secara terus-menerus.

Limbah yang tidak di-reuse atau di-recycle, ada yang dibuang ke Tempat Pembuangan akhir Limbah (TPA) Bakung milik Kota Bandar Lampung dan ada yang dibuang ke lokasi lain selain TPA. Grafik berikut ini menunjukkan persentase jenis penanganan limbah konstruksi yang dilakukan baik oleh kontraktor yang menangani proyek pembangunan gedung-gedung di UNILA.



Gambar 5. Penanganan limbah konstruksi proyek UNILA

4.4 Penanganan Limbah Konstruksi oleh TPA

TPA Bakung tidak mensyaratkan kontraktor yang membuang limbah konstruksinya ke TPA untuk memilah limbahnya. TPA juga tidak mensyaratkan jumlah minimum atau maksimum limbah konstruksi yang boleh dibuang ke TPA. TPA mengenakan tarif buang limbah ke TPA sebesar Rp500ribu/truk. Biaya transportasi dan pekerja bongkar muatnya ditanggung oleh kontraktor. Dapat juga menggunakan jasa sewa bak limbah dari Dinas Lingkungan Hidup dan transportasinya ke TPA serta biaya bongkar, yang mana biayanya tergantung pada jarak antara lokasi proyek ke TPA, volume serta jenis limbah konstruksinya.

4.5 Sistem Insentif Bertahap (SIS)

Dari hasil kuisioner, semua kontraktor belum melakukan analisis rinci terkait perkiraan volume limbah konstruksi yang akan dihasilkan. Demikian pula dengan volume limbah yang berhasil dikelola dengan 3R. Adapun terkait volume material, terdapat perkiraan material yang tercantum dalam *Bill of Quantity* (BoQ), akan tetapi rekapitulasi rincian belanja material setiap bulannya tidak ada. Untuk itu analisis SIS dilakukan secara *dummy* dengan rumus yang telah dijelaskan pada Subbab 2.3. Dengan skenario penghematan material sebesar 10% (*reduce*) dan pengurangan limbah konstruksi (3R) yang dihasilkan proyek sebesar 10% seperti ditabelkan berikut ini, insentif yang didapatkan adalah 30% dari total biaya yang berhasil dihemat (Rp. 2.664.000,00)

Tabel 3. Penghematan Biaya Material

Material Bulan-1	Volume Rencana (Q ^r)	Volume Aktual (Q ^a)	Penghematan Volume (ΔQ)	Harga Satuan (Rp)	Penghematan Biaya (Rp)
Metal (kg)	100,00	90,00	10,00	18.000,00	180.000,00
Kayu (m ³)	10,00	9,00	1,00	4.255.000,00	4.255.000,00
Semen (zak)	250,00	225,00	25,00	65.000,00	1.625.000,00
Beton Ready Mix (m ³)	15,00	13,50	1,50	880.000,00	1.320.000,00
Total	375,00	337,50	37,50	5.218.000,00	7.380.000,00

Tabel 4. Penghematan Biaya Pengelolaan Limbah dengan 3R

Limbah	Volume Rencana (W ^r)	Limbah Aktual (W ^a)	Pengurangan Limbah (ΔW)	Biaya Pengelolaan (Rp)	Penghematan Biaya (Rp)
Bulan-1	15,00	13,50	1,50	250.000,00	375.000,00
Bulan-2	30,00	27,00	3,00	250.000,00	750.000,00
Bulan-3	30,00	27,00	3,00	250.000,00	750.000,00
Bulan-4	40,00	34,00	6,00	250.000,00	1.500.000,00
Total	115,00	101,50	13,50	1.000.000,00	13.500.000,00

Tabel 5. Nilai Insentif yang Diperoleh dari Pengelolaan 3R

Tahapan	Penghematan Biaya Material (Rp)	Penghematan Biaya Pengelolaan Limbah (Rp)	Total Penghematan Biaya (Rp)	Penghematan Material (%)	Penghematan Volume Limbah (%)	% Hadiah	Nilai Hadiah (Rp)
Bulan-1	7.380.000,00	375.000,00	7.755.000,00	10,00	10,00	0,00	0,00
Bulan-2	7.380.000,00	750.000,00	8.130.000,00	10,00	10,00	0,00	0,00
Bulan-3	7.380.000,00	750.000,00	8.130.000,00	10,00	10,00	0,00	0,00
Bulan-4	7.380.000,00	1.500.000,00	8.880.000,00	10,00	15,00	30,00	2.664.000,00
Total	29.520.000,00	3.375.000,00	32.895.000,00	10,00	11,25	30,00	2.664.000,00

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Jenis limbah konstruksi yang ditemukan pada proyek di lingkungan UNILA sebagian besar adalah limbah padat.
2. Tahap perencanaan sangat menentukan tipe dan volume limbah konstruksi pada saat pelaksanaan konstruksi. Limbah konstruksi umumnya merupakan material sisa (residual) yang sangat sulit untuk dihindari.
3. Secara informal kontraktor telah melaksanakan program 3R, namun ini tidak terdokumentasikan dengan baik, sehingga keefektifannya belum dapat dinilai. Terdapat keterbatasan dalam paktiknya, antara lain:
 - Proses pengolahan limbah yang memakan biaya;
 - Batasan lahan/ruang untuk penyimpanan dan pemrosesan;
 - Batasan tenaga kerja dari sisi SDM yang dibutuhkan serta kapasitasnya;
 - Batasan waktu yang diperlukan untuk 3R;
 - Kurangnya insentif;
 - Kurangnya pasar;
 - Kurangnya informasi dan pedoman;
 - Kurangnya spesifikasi teknis untuk bahan daur ulang; dan
 - Sikap mental orang-orang yang terlibat dalam proyek terkait 3R.
4. Implementasi rencana pengelolaan limbah konstruksi merupakan langkah pertama dalam mengembangkan strategi holistik untuk meminimalkan timbulan limbah dari proses konstruksi. Program ini berkisar pada strategi berbasis lokasi (dalam hal ini, areal proyek) untuk memaksimalkan jumlah limbah yang diproses secara 3R, meminimalkan jumlah limbah yang dibuang ke TPA, dan menurunkan biaya penanganan penanganan limbah. Penilaian Sistem Insentif Bertahap secara *dummy* menunjukkan bahwa dengan melaksanakan 3R, insentif yang didapat paling tidak sebesar 3,7% dari estimasi biaya material.

5.2 Saran

Secara internasional perlindungan lingkungan semakin penting, namun pelaku industri konstruksi - yang merupakan penghasil limbah dan polusi - masih banyak yang mengabaikan agenda keberlanjutan. Beberapa alasannya serta saran terkait hal tersebut di atas adalah:

1. Kurangnya kontrol dan penegakan peraturan. Sejalan dengan kriteria pengelolaan limbah konstruksi terkait dengan konsep konstruksi berkelanjutan, konstruksi hijau dan lean construction, perlu dukungan kebijakan lingkungan pemerintah yang memaksa pelaku industri konstruksi untuk menerapkan/menyediakan fasilitas 3R dalam proyek konstruksi, mendokumentasikan pengelolaan limbah konstruksi secara formal serta membuang limbah konstruksi sesuai dengan persyaratan lingkungan. Selain itu, UNILA sebagai pemilik proyek dapat memaksa kontraktor untuk mengelola limbah konstruksinya sesuai dengan persyaratan terkait pengadaan berkelanjutan dari

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 14 Tahun 2020 tentang Standar dan Pedoman Pengadaan Jasa Konstruksi Melalui Penyedia dan Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.

2. Kurang motivasi

Meskipun terdapat beberapa skema penghargaan/insentif kinerja perlindungan lingkungan, hanya sedikit yang telah diterima oleh praktisi konstruksi. Manajer proyek umumnya masih menganggap pengelolaan limbah konstruksi kurang penting daripada manajemen biaya, waktu dan kualitas konstruksi. Pelaku konstruksi hanya akan memprioritaskan pengelolaan limbah apabila mereka mengetahui keuntungan ekonomi/penghargaan dari melakukan pengelolaan limbah konstruksi. Oleh sebab itu, skema insentif SIS diusulkan untuk pengukuran berkelanjutan dan memantau tingkat masukan material dan keluaran limbah yang dihasilkan proyek konstruksi. Pelaku konstruksi perlu dimotivasi untuk menerapkan perlindungan lingkungan melalui struktur penghargaan dan penalti untuk menghargai tenaga kerja yang memiliki peluang paling besar untuk mengurangi tingkat limbah.

3. Kurang pengalaman

Saat ini, penerapan pengelolaan limbah konstruksi dapat meningkatkan citra perusahaan, namun banyak pelaku konstruksi yang tidak memiliki pengalaman yang diperlukan untuk menerapkannya. Oleh karena itu, pemerintah dan perguruan tinggi serta asosiasi kontraktor dan konsultan dapat berperan, misalnya dengan mengadakan pendidikan dan pelatihan, agar skema penghargaan kinerja lingkungan lebih cepat tersebar di seluruh industri.

Selain hal di atas, penelitian ini terkendala oleh dibatalkannya proyek konstruksi di UNILA untuk tahun anggaran 2020, sehingga kontraktor yang disurvei adalah untuk pekerjaan proyek Tahun 2019. Untuk itu, penelitian lebih mendalam tentang pengelolaan limbah konstruksi proyek UNILA terkait manajemen dan pengelolaan limbah konstruksi serta biaya dan manfaat pengelolaan limbah konstruksi untuk pelaksanaan kegiatan konstruksi tahun anggaran yang akan datang.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

Daftar pustaka

- Abernethy, CL., K. Jinapala, IW. Makin. (2001). *Assessing the opinions of users of water projects*. Irrigation and Drainage, 50(3): 173-193.
- Agamuthu, P. (2008). *Challenges in sustainable management of construction and demolition waste*. Waste Management and Research, 26(6): 491-492.
- Begum, R.A., Siwar, C., Pereira, J.J. and Jaafar, A.H. (2009). *Attitude and behavioral factors in waste*

management in the construction industry of Malaysia. Resources, Conservation and Recycling, 53(6): 321-328.

- Chen, Z., Li, H. and Wong, C.T. (2002). *An application of bar-code system for reducing construction wastes*. Automation in Construction, 11(5): 521-533.
- Dainty, A.R.J. and Brooke, R.J. (2004). *Towards improved construction waste minimization: A need for improved supply chain integration?* Structural Survey, 22(1): 20-29.
- De Silva, N. and Vithana, S.B.K.H. (2008). *Use of PC elements for waste minimization in the Sri Lankan construction industry*. Structural Survey, 26(3): 188-198.
- Ekanayake, L.L. and Ofori, G. (2000). *Construction material waste source evaluation. Proceedings: Strategies for a Sustainable Built Environment*. Pretoria, 23-25 August.
- Esin, T. and Cosgun, N. (2007). *A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey*. Building and Environment, 42(4): 1667-1674.
- Faniran, O.O. and Caban, G. (2007). *Minimizing waste on construction project sites*. Engineering, Construction and Management, 5(2): 182-188.
- Hwang, B. and Yeo, Z.B. (2011). *Perception on benefits of construction waste management in the Singapore construction industry*. Engineering, Construction and Architectural Management, 18(4): 394-406.
- Jaques, R. (2000). *Construction site waste generation: The influence of design and procurement*. Architectural Science Review, 43(3): 141-145.
- Jayamathan, J. and Rameezdeen, R. (2014). *Influence on Labour Arrangement on Construction Material Waste*. Structural Survey, 32(2): 76-88.
- Kofoworola, O.F. and Gheewala, S.H. (2009). *Estimation of construction waste generation and management in Thailand*. Waste Management, 29(2): 731-738.
- Kralj, D. (2011). *Innovative systemic approach for promoting sustainable innovation for zero construction waste*. Kybernetes, 40(1/2): 275-289.
- Kulatunga, U., Amaratunga D., Haigh, R. and Rameezdeen R. (2006). *Attitudes and perceptions of construction work force on construction waste in Sri Lanka*. Management of Environmental Quality, 17(1): 57-72.
- Lingard, H., Graham, P. and Smithers, G. (2000). *Employee perceptions of the solid waste management system operating in a large Australian contracting organization: Implications for company policy implementation*. Construction Management and Economics, 18(4): 383-393.

- Lu, W., Yuan, H., Li, J., Hao, J.J.L., Mi, X. and Ding Z. (2011). *An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen City, South China*. Waste Management, 31(4): 680–687.
- Osmani, M., Glass, J. and Price, A.D. (2008). *Architects' perspectives on construction waste reduction by design*. Waste Management, 28(7): 1147–1158.
- Poon, C.S. (2007). *Reducing construction waste*. Waste Management, 27(2): 1715–1716.
- Shen, L.Y., Tam, V.W., Tam, C.M. and Drew, D. (2004). *Mapping approach for examining waste management on construction sites*. Journal of Construction Engineering and Management, 130(4): 472–481.
- Siregar, A. M., Kustiani, I. (2019). *Contractors' Perception on Construction Waste Management Case Study in the City of Bandar Lampung*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 245 (012035).
- Svendsen, M. and L. E. Small (1990). *Farmer's perspective on irrigation performance*. Irrigation and Drainage Systems, 4: 385-402.
- Tam, V.W. (2008). *On the effectiveness in implementing a waste-management- plan method in construction*. Waste Management, 28(6): 1072–1080.
- Tam, V.W.Y., Shen, L.Y., Fung, I.W.H. and Wang, J.Y. (2007). *Controlling construction waste by implementing governmental ordinances in Hong Kong*. Construction Innovation, 7(2): 149–166.
- Teo, M.M.M. and Loosemore, M. (2001). *A theory of waste behaviour in the construction industry*. Construction Management and Economics, 19(7): 741–751.
- Wang, J., Yuan, H., Kang, X. and Lu, W. (2010). *Critical success factors for on-site sorting of construction waste: a China study*. Resources, Conservation and Recycling, 54(11): 931–936.
- Yahya, K. and Boussabaine, A.H. (2006). *Eco-costing of construction waste*. Management of Environmental Quality, 17(1): 6–19.
- Yates, J.K. (2013). *Sustainable methods for waste minimization in construction*. Construction Innovation: Information, Process, Management, 13(3): 281–301.
- Yin, R.K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods, 3rd Ed*. London: Sage Publications.
- Yuan, H. and Shen, L. (2011). *Trend of the research on construction and demolition waste management*. Waste Management, 31(4): 670–679.