Penerapan *Lean Construction* pada Proyek Perumahan terhadap *Waste* Material

Felicia T. Nuciferani[1], M. Ferdaus N. Aulady[2], Siti Choiriyah [3], Daniel S.B. Sumarsono[4]
Teknik Sipil, Intitut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Indonesia[1, 2, 3, 4]
e-mail: felicia@itats.ac.id

ABSTRACT

Lean construction serves to eliminate processes that do not add value or processes that cause waste and improve processes that can generate added value in construction projects. In housing development projects, problems are often found that cause material waste such as inappropriate material storage areas and a lot of demolition work due to design changes. The purpose of this research is to find jobs that have great potential in generating material waste by using Pareto analysis. Based on the results of the Pareto analysis, it continues to calculate the waste level. Waste identification using semi-structured interviews was conducted to five sources. From the analysis carried out, the work that played a major role in the emergence of material waste in the project was concrete structural work on the basement floor and first floor, namely iron work 8 with a waste level of 5.29%. From the identification process, the material waste occurs due to 3 processes, namely defects, over production, and inventory.

Kata kunci: *Lean construction, waste, pareto analysis, waste level*

ABSTRAK

Lean construction berfungsi untuk menghilangkan proses yang tidak menambah nilai atau proses yang menimbulkan *waste* dan meningkatkan proses yang dapat menghasilkan nilai tambah pada proyek konstruksi. Pada proyek pembangunan perumahan sering kali ditemukan permasalahan yang menimbulkan terjadinya *waste* material seperti tidak layaknya tempat penyimpanan material dan banyak pekerjaan bongkaran akibat perubahan desain. Tujuan penelitian adalah untuk menemukan pekerjaan yang berpotensi besar dalam menimbulkan *waste* material dengan menggunakan *analisis pareto*. Berdasarkan hasil analisis pareto maka berlanjut ke pehitungan *waste level*. Identifikasi *waste* menggunakan wawancara yang bersifat semi struktur dilakukan kepada lima narasumber. Dari analisis yang dilakukan pekerjaan yang berperan besar dalam timbulnya *waste* material pada proyek adalah pekerjaan struktur beton pada lantai *basement* dan lantai satu yaitu pekerjaan besi ϕ8 dengan *waste level* sebesar 5,29%. Dari proses identifikasi, *waste* material tersebut terjadi diakibatkan oleh 3 proses yaitu *defect, over production*, dan *inventory***.**

Kata kunci: *Lean construction, waste, analisis pareto, waste level*

PENDAHULUAN

Lean yang diaplikasikan pada bidang konstruksi dinamakan *lean construction* yang memiliki tujuan meminimalkan pekerjaan yang tidak menambah nilai sehingga meningkatkan proses pekerjaan yang dapat menambah nilai menjadi lebih efisien. *lean* sendiri terdiri dari *lean thinking, lean design, lean production, lean project management*, dan *lean construction* [1].

Waste memiliki pengertian kehilangan/kerugian sumber daya berupa material, waktu dan biaya. Berdasarkan kehilangan tersebut maka menimbulkan biaya secara langsung maupun tidak langsung tanpa menambah nilai pada hasil akhir [2].

Adapun hasil penelitian terdahulu terkait *waste* material pada pembangunan *showroom* mobil bahwa material dengan volume *waste* tinggi tidak selalu diikuti oleh *waste level* yang tinggi. *Waste level* merupakan perbandingan antara volume *waste* dengan volume kedatangan logistik yang disajikan dalam bentuk prosentase. jenis material yang dianalisis bersifat *trading consumable* yaitu material akan menjadi bagian bangunan saat proses pembangunan selesai [3]

Penerapan *lean construction* pada pembangunan perumahan guna menganalisis *waste* material beserta identifikasi faktor yang muncul. Pembangunan perumahan terpilih menjadi studi

kasus dikarenakan sering kali munculnya perubahan desain. Hal terpenting dalam pembangunan perumahan adalah kepuasan pemilik. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pekerjaan yang berpotensi menimbulkan *waste* dan mengidentifikasi *waste* berdasarkan penerapan *lean construction*.

TINJAUAN PUSTAKA

Lean Construction

lean berguna untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste* melalui peningkatan terus menerus dengan mengalirkan informasi menggunakan *pull system*. konsep *lean* diprakarsai Taiichi Ohno bahwa kunci utama pada Toyota *Production System* adalah identifikasi pekerjaan yang dapat menambah nilai produksi dan pekerjaan yang tidak dapat menambah nilai atau dapat dikatakan pemborosan guna meningkatkan nilai tambah pada akhir produk [4].

Lean construction merupakan cara yang digunakan untuk mengendalikan *waste* dalam proyek konstruksi. *lean construction* berfungsi meminimalisir terjadinya *waste* terkait pemakaian material, waktu, dan proses yang menghasilkan pada suatu pekerjaan. Fokus dari *lean* adalah meningkatkan *value*, maka prinsip *lean construction* [5] meliputi :

1. Menghentikan pekerjaan dari pada harus membiarkan pekerjaan yang salah berjalan.
2. Mengutamakan proses yang sederhana.
3. Menciptakan proses yang transparan.
4. Menciptakan manajemen tim yang saling terhubung untuk mengelola proyek.
5. Merencanakan proses produksi secara simultan.

Waste Material

Waste dapat diartikan sampah atau hal yang tidak bermanfaat dan tidak dapat menambahkan nilai dalam suatu pekerjaan. *Waste* melibatkan penggunaan sumber daya yang digunakan tidak sesuai standar. [6] Jenis sisa material dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. *Demolition waste* adalah timbulnya sisa material akibat bongkaran konstruksi *existing* atau bangunan lama.
2. *Construction waste* adalah sisa material akibat proses pembangunan atau renovasi proyek konstruksi.

Construction Waste dapat dibedakan menjadi dua yaitu [6] :

1. *Direct waste* adalah jenis sisa material yang tidak dapat digunakan lagi karena material rusak atau hilang.
2. *Indirect waste* adalah sisa material yang tak tampak namun sangat berpengaruh pada biaya konstruksi. Contohnya ketebalan pemelesteran dinding yang berlebihan, pembesaran ukuran balok akibat perubahan.

Adapun *waste* konstruksi terdiri dari 7 *waste*, yaitu *Defects*, *Overproduction*, *Waiting*, *Over processing*, *Motion*, *Transportation*, dan *Inventory* [7]

Material Konstruksi

Menurut [6] jenis material dalam kegiatan pembangunan konstruksi ada dua yaitu :

1. *Consumable* material, merupakan material konstruksi yang nantinya akan menjadi satu kesatuan dengan struktur atau fisik suatu bangunan.
2. *Non-consumable* material, merupakan material sementara atau hanya digunakan sebagai penunjang saat prose berjalannya konstruksi.

Penggunaan *consumable* material dari pengiriman ke lokasi proyek hingga proses pekerjaan akan menjadi beberapa hal yaitu [6] :

1. Struktur fisik bangunan
2. Kelebihan material (*leftover*)
3. Pemakaian ulang pada proyek yang lain (*reuse*)
4. Sisa material (*waste*).

Material konstruksi dibedakan menjadi 2 yaitu [8] :

1. Material permanen adalah material yang jenisnya tercantum dalam dokumen kontrak dan dibutuhkan oleh pelaksana konstruksi.
2. Material sementara adalah material yang jenisnya tidak tercantum dalam kontrak sehingga pelaksana konstruksi bebas dalam penggunaan dan bersifat sementara.

Analisis Pareto

Analisis Pareto merupakan metode yaitu konsep nilai 80/20 yang berarti nilai 20 akan berdampak pada nilai 80. [3] Metode pareto yaitu dengan mendeteksi hal-hal yang memiliki pengaruh besar pada suatu masalah, dan dilakukan upaya perbaikan yang difokuskan pada masalah tersebut. Pendiskripsian metode pareto biasanya dalam bentuk diagram dengan penarikan garis 80% yang memiliki nilai terbesar dan sangat berpengaruh pada suatu masalah. langkah penyusunan diagram pareto yaitu :

1. pengurutan item pekerjan pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari yang memiliki harga tertinggi hingga terendah.
2. pembuatan nilai kumulatif dari urutan nilai harga pekerjaan.
3. perhitungan bobot tiap item pekerjaan
4. pembuatan kumulatif bobot dari urutan nilai bobot tiap pekerjaan yang diikuti penggambaran diagram pareto.

Waste Level

Waste level merupakan perbandingan antara volume *waste* (selisih antara vol. Kedatangan Logistik dan vol. Material Terpasang) dengan volume kedatangan logistik dan ditampilkan dalam bentuk prosentase. Kegunaan perhitungan *waste level* yaitu untuk mengetahui besarnya nilai pemborosan yang terjadi di lapangan. Perhitungan *waste level* dilakukan pada rumus 1.

$$Waste\ Level = \frac{\text{Volume } Waste}{\text{Volume Kedatangan Logistik}}\ x\ 100\% \quad \text{.....(1)}$$

METODE

Metode penelitian menggunakan metode *mixed method* yaitu perhitungan waste dan wawancara disertai observasi. Wawancara dilakukan dengan tujuan mendapatkan analisis tujuh *waste* dan penerapan *increase visualization* pada proyek. Observasi dilakukan dengan tujuan pengamatan secara langsung dilapangan guna mendapatkan penerapan *lean construction* pada proyek.

Analisis Pareto

Analisis pareto pada penelitian dilakukan tiga tahap. Tahap pertama yaitu melakukan analisis pareto terhadap rekapitulasi rencana anggaran biaya pekerjaan struktur sehingga diketahui secara garis besar pekerjaan yang paling berpengaruh dalam timbulnya *waste*. Tahap kedua analisis pareto dilakukan berdasarkan area untuk mengetahui area yang paling berpengaruh dalam timbulnya *waste*. Tahap ketiga yaitu analisis pareto dilakukan terhadap sub pekerjaan pada proyek tersebut.

Menghitung Volume Material

Menghitung volume bertujuan mendapatkan volume material terpasang. Perhitungan didapatkan dengan cara menghitung volume berdasar gambar *As-Built Drawing*. Perhitungan akan digunakan untuk menganalisis *waste level*.

Waste Level

Setelah melakukan seleksi pekerjaan dengan menggunakan analisis pareto maka dapat diketahui prosentase *waste lavel* yang terjadi pada item pekerjaan yaitu dengan mencari volume terlebih dahulu yang dibandingkan dengan volume kedatangan material.

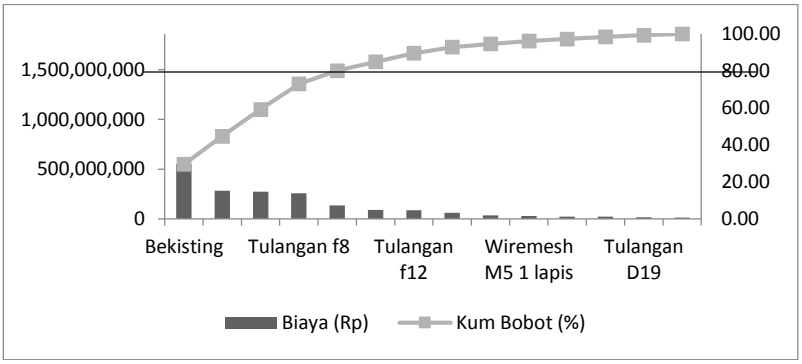
Identifikasi Proses yang Menghasilkan *Waste* dengan *Lean Construction*

Identifikasi penyebab terjadinya *waste* dengan menggunakan metode *lean construction* yang berupa *Increase Visualization* dan 7 *waste* yang terdiri dari *Defect, Over Production, Waiting, Over Procesing, Motion, Transportation, and Inventory* disertai observasi proyek dan wawancara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Pareto

Analisis pareto maka terpilih lima pekerjaan yang paling berpengaruh dari pekerjaan struktur beton lantai *basement* dan lantai satu yaitu pekerjaan bekisting, beton *ready mix* K225, tulangan D16, tulangan f8, dan tulangan D13. Data tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram pareto tahap ketiga untuk pekerjaan beton area lantai 1 dan *basement*

Hasil Analisis *Waste Level*

Berdasarkan hasil perhitungan volume material dan data pembelian material maka dapat digunakan untuk menghitung analisis *waste level* yang tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Waste Level

Item Pekerjaan	Satuan	Volume pada *As-built Drawing*	Data Pembelian Material	Volume *Waste*	*Waste Level* (%)
Pekerjaan Bekisting (tripleks)	m^2	3550,67	3274,48	-276,19	-7,78
Beton *Ready Mix* K225	m^3	369,28	371	1,72	0,47
Tulangan Besi D16	Kg	18717,7	19214,39	496,69	2,65
Tulangan Besi f8	Kg	18429,14	19403,69	974,55	5,29
Tulangan Besi D13	Kg	10841,43	11022,39	180,96	1,67

Dari hasil analisis didapatkan pekerjaan dengan *waste* material terbesar yaitu pekerjaan tulangan besi f8 sebesar 5,29% dan pekerjaan dengan *waste* material terkecil yaitu pekerjaan bekisting sebsesar -7,78%. Pada pekerjaan bekisting terjadi nilai negatif diakibatkan karena pemesanan bekisting tripleks dilakukan lebih sedikit dibandingkan dengan volume yang dibutuhkan pada gambar, metode ini dilakukan karena bekisting dapat digunakan 2 - 3 kali.

Identifikasi Proses yang Menghasilkan Limbah Dengan *Lean Construction*

Dalam pengaplikasian *lean construction* pihak pelaksana menerapkan *the 5s process* yang terdiri dari *seiri* yaitu pemisahan antara material yang dapat digunakan atau tidak, *seiton* yaitu mengatur dan menata perletakan material guna memudahkan dalam proses pengambilan, *seiso* yaitu selalu menjaga kebersihan proyek, *seiketsu* yaitu menetapkan standarisasi mengenai kebersihan proyek, dan yang terakhir yaitu *shitsuke* yaitu menerapkan pekerja harus bersikap disiplin dalam menjaga kebersihan dan kerapihan proyek.

Dari penelitian hal yang paling berpengaruh terhadap timbulnya *waste* material pada proyek pembangunan adalah *Defect, Over Production,* dan *Inventory* dengan jumlah *waste* sebesar 5,29 % pada pekerjaan besi f8, 2,65% pada pekerjaan besi D16, 1,67% pada pekerjaan besi D13, 0,47% pada pekerjaan ready mix K225, dan -7,78% pada pekerjaan bekisting. Pada *defect waste* material terjadi akibat perubahan desain yang dilakukan oleh pengguna jasa sehingga menimbulkan pekerjaan pembongkaran disertai *rework*. Pada *over production, waste* material terjadi akibat kesalahan sistem manajemen yaitu proses fabrikasi berlebihan dengan beranggapan bahwa hasil produksi berlebih masih dapat digunakan pada pekerjaan berikutnya dengan pengolahan ulang. Hal ini diperkuat dengan penelitian terdahulu bahwa *waste* terjadi karena faktor manusia (kurangnya pengawasan) dan manajemen (beban kerja yang berlebih)[9] Dalam *inventory waste* material terjadi akibat kurang layaknya tempat penyimpanan sehingga dapat beresiko kerusakan material, selain itu faktor kurang disiplinnya sikap pekerja dalam menerapkan kebersihan dan kerapihan juga berpengaruh terhadap terganggunya proses mobilisasi proyek akibat banyaknya material yang tidak tertata di proyek.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis pareto pekerjaan struktur yang berpotensi menimbulkan *waste* terjadi pada pekerjaan struktur beton yang terdiri dari pekerjaan bekisting (*tripleks*), pekerjaan beton *ready mix* K225, pekerjaan tulangan besi D16, pekerjaan tulangan besi f8, dan pekerjaan tulangan besi D13.
2. Hasil analisis *waste level* terbesar ditimbulkan dari pekerjaan tulangan besi f8 dengan besar 5,29%. Sedangkan untuk pekerjaan tulangan besi D16 sebesar 2,65%, pekerjaan tulangan besi D13 sebesar 1,67%, pekerjaan beton *reday mix* K225 sebesar 0,47%, dan pekerjaan bekisting (tripleks) sebesar -7,78%.
3. Berdasarkan hasil penelitian bahwa timbulnya *waste* pada pembangunan struktur proyek rumah mewah diakibatkan oleh *defect, over production,* dan *inventory. Defect* terjadi akibat adanya perubahan desain. *Over production* terjadi karena kontraktor tidak menerapkan prinsip *just in time* dalam proses fabrikasi material. *Waste* akibat *inventory* terjadi akibat kurang layaknya tempat penyimpanan material yang dikarenakan keterbatasan lahan. Meski tidak menerapkan *increase visualization* dan masih menggunakan sistem manajemen konvensional, proyek dapat berjalan dengan baik dan *waste* material dapat diminimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Jasri, A. Anwardi, and M. I. Hamdy, "Identifikasi Waste Proyek Konstruksi Jalan dengan Menggunakan Metode Lean Project Management," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, p. 115, 2020.

[2] T. Ramadhan *et al.*, "Evaluasi Waste Dan Carbon Footprint Dalam Konsep," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2010, pp. 336–346, 2017.

[3] R. A. Adlin, "Analisa Waste Material Konstruksi Dengan Aplikasi Metode Lean Construction," pp. 1–92, 2016.

[4] A. Rahman, "Pendekatan Lean Sigma Meminimasi Waste Pada Proses Pengemasan Industri," 2010.

[5] A. Herliandre and F. Suryani, "Penerapan Konstruksi Ramping (Lean Construction) pada Pembangunan Gedung di Bintaro," *J. IKRA-ITH Teknol.*, vol. 2, no. 7, pp. 34–41, 2018.

[6] S. Intan, R. S. Alifen, and L. Arijanto, "Analisa Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi :," *Civ. Eng. Dimens.*, vol. 7, no. 1, pp. 36–45, 2005.

[7] C. Formoso, T. Bølviken, J. Rooke, and L. Koskela, "A conceptual framework for the prescriptive causal analysis of construction waste," *Proc. IGLC 23 - 23rd Annu. Conf. Int. Gr. Lean Constr. Glob. Knowl. - Glob. Solut.*, vol. 2015-Janua, pp. 454–462, 2015.

[8] A. B. Siswanto and K. Dewi, "Penerapan Manajemen Material Pada Proyek Konstruksi Di Sumba (Studi Kasus Di Kabupaten Sumba Tengah)," *J. Tek. Sipil*, no. May, 2018.

[9] F. T. Nuciferani, T. Sipil, F. Sipil, I. Teknologi, and A. Surabaya, "EVALUASI WASTE PADA PROYEK PEMBANGUNAN SEKOLAH DENGAN METODE FISHBONE," vol. 7, no. 1, pp. 3–8, 2022.