

ANALISA PENYEBAB DAN SOLUSI TERHADAP SISA MATERIAL BATU BATA

Patrisius Tinton Kefie¹, Herry Pintardi Chandra², dan Paulus Nugraha³

ABSTRAK: Salah satu sisa material yang sering timbul dalam proyek konstruksi adalah batu bata. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penyebab dan solusi sisa material batu bata. Data penelitian diperoleh dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab dan solusi sisa material dari studi literatur dan melalui survei penyebaran kuesioner pada proyek konstruksi gedung bertingkat yang ada di Surabaya dan sekitarnya. Hasil analisis faktor menunjukkan bahwa penyebab sisa material batu bata adalah faktor pengadaan material, solusinya adalah pengendalian pada tahap perencanaan.

Kata kunci: sisa material, batu bata, analisis faktor

ABSTRACT: One of material that often arise in a project construction are bricks. This study aimed to analyze the causes and solutions of waste material of brick. The research data of causal factors and solutions to waste material were obtained from literature studies and through survey in 2017 on contractors by questionnaires distributed on multi-storey building construction project in Surabaya and surrounding areas. The result of factor analysis shows that causes of the waste brick material is material procurment factors, the prevention solution is control of the planning stage.

Keywords: waste material, brick, factor analysis

1. PENDAHULUAN

Pada pelaksanaan proyek konstruksi suatu bangunan, seringkali tidak dapat dihindari timbulnya sisa material konstruksi atau yang biasa disebut dengan *Construction Waste*. Ada banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya sisa material konstruksi, antara lain sumber daya manusia, metode konstruksi, material dan peralatannya, manajemen konstruksi, dan lain-lain (Cha *et al*, 2009). Pada penelitian-penelitian terdahulu diantaranya Bossink & Browsers (1996), Intan *et al* (2005) dan Tam (2007) menyebutkan bahwa ada beberapa material yang dapat menyebabkan timbulnya sisa material, diantaranya adalah material beton, pasir, tiang pancang, batu bata, besi tulangan, semen, keramik, kayu dan lain-lain. Namun pada penelitian ini hanya membahas faktor-faktor penyebab dan solusi sisa material batu bata. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan variabel-variabel yang dapat menimbulkan terjadinya sisa material selama proses konstruksi adalah dengan adanya perbaikan pada pekerjaan *finishing*, penundaan terhadap kedatangan material, perubahan desain, dan lambat dalam membuat keputusan (Elizar *et al*, 2015)

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m01515002@john.petra.ac.id.

² Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, herry@peter.petra.ac.id.

³ Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, pnugraha@peter.petra.ac.id.

Dengan mempertimbangkan banyaknya faktor-faktor penyebab serta solusi untuk material batu bata yang ada dalam dunia konstruksi, maka dibutuhkan penelitian yang dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi dan solusinya terhadap material tersebut. Analisis ini dapat memberikan informasi mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material dan solusinya pada suatu proyek konstruksi untuk meningkatkan keberhasilan proyek konstruksi.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sisa Material Konstruksi

Sisa material konstruksi didefinisikan sebagai material yang sudah tidak digunakan yang dihasilkan dari proses konstruksi, perbaikan atau perubahan. Penelitian ini menggunakan sisa material batu bata yang merupakan sisa material dengan peringkat teratas sisa material yang paling sering terjadi dan paling banyak berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu.

2.2. Penyebab Terjadinya Sisa Material Konstruksi dan Solusi

Faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material konstruksi dan solusinya dari masing-masing material yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Penyebab Terjadinya Sisa Material Konstruksi dan Solusi

Variabel	Indikator
A	Faktor Penyebab Limbah Material Batu Bata
A1	Rendahnya mutu batu bata
A2	Perilaku pekerja di lapangan yang keberatan memakai sisa potongan batu bata yang ada
A3	Melakukan pekerjaan dalam kondisi cuaca buruk
A4	Mengangkat peralatan secara tidak pantas
A5	Ketidak profesionalan pekerja saat menggunakan material batu bata karena pengetahuan mereka berdasarkan pengalaman
A6	Sisa potongan bata tidak dipakai lagi
A7	Potongan-potongan bata menjadi banyak karena kurangnya koordinasi modular dalam desain
A8	Proses atau kebutuhan untuk mengubah ukuran batu bata dalam sistem integrasi arsitektural dan desain struktur
A9	Penanganan yang buruk pada tumpukan bata
A10	Transportasi dan proses bongkar muat (proses pengiriman)
A11	Saat penerimaan material batu bata tidak dilakukan pengecekan.
B	Solusi Pencegahan Terjadinya Limbah Material Batu Bata
B1	Lokasi gudang dan rute pengangkutan material di lapangan harus direncanakan dengan baik.
B2	Pengiriman material harus terencana.
B3	Tindakan pencegahan untuk keamanan juga direkomendasikan terhadap resiko kehilangan material.
B4	Kontrol yang tepat terhadap material.
B5	Perawatan dan penanganan yang tepat dalam penggunaan material yang penting.
B6	Komunikasi yang jelas antara kontraktor dengan subkon.
B7	Perencanaan material yang lebih detail sesuai dengan standar.
B8	Memberikan pelatihan kepada tukang.
B9	Edukasi dan pelatihan dari pihak perusahaan.
B10	Tindakan korektif yang tidak hanya melibatkan tim manajemen lapangan, tetapi juga proses produksi seperti desain, pasokan material dan perencanaan di lapangan.
B11	Kontrol terhadap limbah konstruksi harus terintegrasi dalam proses perencanaan dan pengendalian produksi untuk menghindari pembentukan sistem kontrol yang terpisah.
B12	Pandangan yang lebih luas terhadap limbah konstruksi karena terkait dengan sumber daya lainnya seperti tenaga kerja, peralatan dan modal.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Analisis Data

Data dianalisa dengan metode analisis faktor yang bertujuan untuk mencari faktor-faktor utama yang paling mempengaruhi variabel dari serangkaian uji yang dilakukan atas serangkaian indikator sebagai faktornya. Teknik analisa faktor digunakan untuk mengetahui apakah benar indikator-indikator pembentuk sebuah faktor letaknya memang di faktor tersebut, di faktor lainnya atau bahkan membentuk sebuah faktor baru.

Tahapan pertama dalam analisa faktor adalah analisa deskriptif antara lain menggunakan KMO dan *Barlett test* untuk menilai kecukupan jumlah sampel secara keseluruhan dan *Anti Image Matrices* untuk menunjukkan kecukupan data dari masing-masing indikator. Tahap kedua adalah Pengelompokan Faktor, antara lain menggunakan *communalities* yang menyatakan varians setiap variabel yang dijelaskan dalam faktor, *total variance explained* untuk mengetahui jumlah faktor yang akan terbentuk, *component matrix* untuk menjelaskan distribusi variabel-variabel ke dalam faktor-faktor yang terbentuk, serta *rotated compenent matrix* untuk mengelompokkan indikator berdasarkan nilai *loading* tinggi pada tiap faktor sehingga interpretasi faktor menjadi lebih sederhana.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisa Deskriptif

Penelitian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner pada proyek konstruksi yang sedang berjalan khususnya proyek pembangunan gedung bertingkat di Kota Surabaya. Responden penelitian antara lain *project manager, site manager, supervisor, site engineer* dan lain-lain. Jumlah kuesioner yang disebar sebanyak 110 kuesioner namun yang berhasil dikumpulkan sebanyak 104 kuesioner. Responden terbanyak merupakan *site manager*, latar belakang pendidikan responden terbanyak adalah S1, pengalaman kerja responden terbanyak <5 tahun. Responden penelitian adalah responden yang bekerja pada proyek perkantoran, mall, apartemen, hotel, dan lain-lain. Mayoritas responden bekerja pada proyek pembangunan apartemen dan bangunan proyek yang dikerjakan responden terbanyak adalah lebih dari 10 lantai.

4.2. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Dari hasil pengujian validitas terhadap seluruh variabel penelitian didapatkan bahwa indikator Pekerja enggan memakai sisa potongan bata (A2) tidak valid sedangkan indikator lainnya dianggap valid artinya indikator tersebut mampu mengukur variabel penyebab dan solusi sisa material batu bata. Selanjutnya indikator A2 tidak digunakan dalam analisis faktor penelitian. Hasil pengujian reliabilitas disimpulkan bahwa seluruh indikator penelitian dinyatakan reliabel.

4.3. Hasil Analisis Faktor

Analisis Faktor adalah analisis yang bertujuan mencari faktor-faktor utama yang paling mempengaruhi variabel dari serangkaian uji yang dilakukan atas serangkaian indikator sebagai faktornya (Santoso, 2006).

a. Hasil Analisis Faktor untuk Indikator Penyebab Sisa Material Batu Bata

Hasil analisis deskriptif antara lain: Nilai KMO sebesar $0,779 > 0,5$ dan signifikansi *Barlett's test Analisis* sebesar $0,000 < 0,05$. Nilai *Anti-Image Matrices* seluruh indikator $>0,5$. Dengan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa variabel dan sampel yang digunakan memenuhi syarat untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

Hasil pengelompokan faktor antara lain: *communalities* yang menunjukkan proporsi indikator terhadap faktor yang diekstrak secara simultan, Hasilnya adalah, proporsi indikator paling kecil terhadap indikator sebesar 30,8% yaitu indikator A1 sedangkan proporsi indikator yang paling mampu indikator yang diekstrak yaitu indikator A10 sebesar 78,3%. Nilai *total variance explained* menunjukkan faktor yang terbentuk adalah tiga faktor berdasarkan nilai *eigenvalues* >1 yaitu *component* 1, 2 dan 3. yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Total Variance Explained* untuk Indikator Penyebab Sisa Material Batu Bata

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,707	37,070	37,070	3,707	37,070	37,070	2,438	24,377	24,377
2	1,416	14,161	51,230	1,416	14,161	51,230	2,191	21,909	46,287
3	1,254	12,544	63,775	1,254	12,544	63,775	1,749	17,488	63,775
4	,778	7,782	71,556						
5	,740	7,402	78,959						
6	,529	5,294	84,252						
7	,484	4,835	89,087						
8	,425	4,253	93,340						
9	,387	3,869	97,209						
10	,279	2,791	100,000						

Setelah mengetahui bahwa faktor maksimal yang bisa terbentuk adalah tiga, maka selanjutnya untuk menjelaskan distribusi indikator-indikator ke dalam faktor-faktor yang terbentuk dapat dilihat melalui *component matrix*. Selanjutnya adalah *rotated component matrix* tujuannya adalah untuk mempertajam perbedaan *factor loading* setiap indikator. Agar lebih jelas indikator mana masuk ke indikator mana, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Rotated Component Matrix* untuk Indikator Penyebab Sisa Material Batu Bata

No	Kode	Indikator Penyebab	Component		
			1	2	3
1	A1	Mutu yang Rendah	,335	,310	,315
2	A3	Bekerja Kondisi Hujan	,421	,604	,287
3	A4	Penggunaan Alat yang Salah	-,154	,077	,838
4	A5	Tukang Tidak Profesional	,278	,045	,770
5	A6	Tidak Menggunakan Material Sisa	,248	,456	,418
6	A7	Kurang Koordinasi	,204	,813	,084
7	A8	Desain Arsitek & Struktur	-,009	,839	-,019
8	A9	Tumpukan Batu Bata	,779	,304	-,159
9	A10	Transportasi & proses bongkar muat	,875	-,027	,129
10	A11	Material tidak Dicek	,756	,236	,219

Dari hasil penelitian maka faktor dan indikator anggotanya adalah sebagai berikut, faktor 1 terdiri dari indikator A1, A9, A10 dan A11 dengan *loading factor* terbesar adalah indikator transportasi dan proses bongkar muat (A10), penamaan kelompok indikator pertama disebut sebagai pengadaan material. Faktor 2 terdiri dari indikator A3, A6, A7 dan A8 dengan *loading factor* terbesar adalah indikator desain arsitek dan struktur (A8), sehingga penamaan kelompok indikator kedua disebut sebagai sumber daya manusia (SDM). Sedangkan faktor 3 terdiri dari indikator A4 dan A5 dengan *loading factor* terbesar adalah indikator penggunaan alat yang salah (A4), penamaan kelompok indikator ketiga adalah metode kerja.

b. Hasil Analisis Faktor untuk Indikator Solusi Pencegahan Terjadinya Sisa Material Batu Bata

Dari hasil penelitian maka faktor untuk solusi pencegahan terjadinya sisa material batu bata dan indikator anggotanya adalah sebagai berikut, faktor 1 terdiri dari indikator B8, B11 dan B12 dengan *loading factor* terbesar adalah indikator perencanaan pengendalian limbah konstruksi (B11), penamaan kelompok indikator solusi pertama disebut sebagai manajemen perusahaan konstruksi. Faktor 2 terdiri dari indikator B6, B7 dan B10 dengan *loading factor* terbesar adalah indikator perencanaan material yang lebih detail (B7), sehingga penamaan kelompok indikator solusi kedua adalah pengendalian desain dan perencanaan.

Faktor 3 terdiri dari indikator B1, B2 dan B3 dengan *loading factor* terbesar adalah indikator pengiriman material terencana (B2), sehingga penamaan kelompok indikator solusi ketiga adalah pengendalian tahap perencanaan. Faktor 4 terdiri dari indikator B4, B5 dan B9 dengan *loading factor* terbesar adalah indikator kontrol terhadap material (B4), penamaan indikator solusi keempat adalah penanganan dan kontrol material.

Berikut adalah rekapitulasi hasil penelitian yang mengelompokkan antara faktor penyebab dan indikator sisa material batu bata pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Analisa Faktor terhadap Penyebab Terjadinya Sisa Material Batu Bata

Material	Variabel Indikator Penyebab Sisa Material	Penamaan Kelompok Indikator Penyebab Sisa Material
Bata	1. Mutu yang Rendah (A1) 2. Tumpukan Batu Bata (A9) 3. Transportasi & proses bongkar muat (A10) 4. Material tidak Dicek (A11)	Pengadaan Material
	1. Bekerja Kondisi Hujan (A3) 2. Tidak Menggunakan Material Sisa (A6) 3. Kurang Koordinasi (A7) 4. Desain Arsitek & Struktur (A8)	Sumber Daya Manusia (SDM)
	1. Penggunaan Alat yang Salah (A4) 2. Tukang Tidak Profesional (A5)	Metode Kerja

Berikut adalah rekapitulasi hasil penelitian yang mengelompokkan antara faktor solusi pencegahan dan indikator sisa material batu bata yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Analisa Faktor terhadap Solusi Pencegahan Terjadinya Sisa Material Batu Bata

Material	Variabel Indikator Solusi Sisa Material	Penamaan Kelompok Indikator Solusi Sisa Material
Bata	1. Memberikan Pelatihan kepada Tukang (B8) 2. Perencanaan Pengendalian Limbah Konstruksi (B11) 3. Mempertimbangkan Sumber Limbah Lainnya (B12)	Manajemen Perusahaan Konstruksi
	1. Komunikasi yang Jelas (B6) 2. Perencanaan Material yang Lebih Detail (B7) 3. Tindakan Korektif saat Proses Produksi (B10)	Pengendalian Desain dan Perencanaan
	1. Merencanakan Gudang dan Rute Pengangkutan (B1) 2. Pengiriman Material Terencana (B2) 3. Meningkatkan Keamanan Material (B3)	Tahap Perencanaan
	1. Kontrol terhadap Material (B4) 2. Perawatan dan Penanganan Material (B5) 3. Memberikan Edukasi dan Pelatihan Kepada Staff (B9)	Penanganan dan Kontrol Material

c. Diskusi Hasil Penelitian

- Indikator Penyebab Terjadinya Sisa Material Batu Bata

Berdasarkan hasil uji penelitian dengan metode analisa faktor maka didapatkan tiga faktor penyebab terjadinya sisa material batu bata yaitu, faktor pengadaan material, faktor sumber daya manusia (SDM) dan faktor metode di lapangan. Hasil penelitian ini sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Gavilan dan Bernold (1994) yang menyatakan bahwa faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi adalah kesalahan dalam pembelian material. Hal ini bisa terjadi karena kurangnya komunikasi antara pihak kontraktor dengan pihak *supplier* atau *vendor*.

- Solusi Pencegahan Terjadinya Sisa Material Batu Bata

Dari hasil uji penelitian di dapat ada empat faktor yang terbentuk untuk mencegah terjadinya sisa material batu bata. Diantaranya adalah faktor manajemen perusahaan konstruksi, faktor pengendalian desain dan perencanaan, faktor pengendalian tahap perencanaan di lapangan dan faktor penanganan dan kontrol material batu bata. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Urio dan Brent (2006) yang merekomendasikan beberapa faktor untuk mencegah terjadinya sisa material konstruksi. Diantaranya adalah pengiriman material yang terencana, sistem keamanan di lokasi proyek, penanganan dan penggunaan material.

d. Implementasi Strategi

Implementasi strategi yang dibahas merupakan metode atau solusi cara pencegahan terjadinya sisa material batu bata, besi tulangan dan kayu yang terjadi pada saat proses konstruksi.

- Solusi Pencegahan Terjadinya Sisa Material Batu Bata

Indikator dengan *loading factor* tertinggi berdasarkan hasil analisis faktor adalah solusi pencegahan dalam tahap perencanaan. Formoso *et al* (2002) menyatakan untuk mencegah terjadinya limbah konstruksi perlu adanya tindakan korektif yang tidak hanya melibatkan tim manajemen lapangan saja, melainkan juga pada saat proses produksi seperti desain, pasokan material dan perencanaan di lapangan. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mencegah terjadinya sisa material batu bata dari awal proses konstruksi dengan cara merencanakan desain secara detail, mengoptimalkan pembelian material dan merencanakan metode pelaksanaan di lapangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dengan metode analisa faktor, maka dapat disimpulkan faktor penyebab dan solusi sisa material batu bata sebagai berikut:

- Penyebab sisa material batu bata adalah pengadaan material, dimana variabel indikator terbesar adalah transportasi dan proses bongkar muat. Solusi pencegahan terjadinya sisa material batu bata adalah pada tahap perencanaan, dimana variabel indikator terbesar adalah pengiriman material terencana.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka disarankan untuk pihak perusahaan konstruksi dapat lebih memperhatikan penyebab terjadinya sisa material batu bata salah satunya adalah saat pengiriman dan proses bongkar muat. Serta dapat mengurangi terjadinya sisa material batu bata di lapangan dengan lebih memaksimalkan pada tahap perencanaan.

6. DAFTAR REFERENSI

- Cha, H. S., A. M. ASCE., Kim, J., Ph.D. & Han, J. Y., Ph.D. (2009). Identifying and Assessing Influence Factor on Improving Waste Management Performance for Building Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 135, No. 7.
- Bossink, B. A. G. & Brouwers, H. J. H. (1996). Construction Waste: Quantification and Source Evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 122, No. 1.
- Elizar, Wibowo, M. A. & Koeslam, P. (2015). Identification and Analyze of Influence Level on Waste Construction Management of Performance. *Procedia Engineering*, Vol. 125, 46-52.
- Formoso, C. T., Soibelman, L., M. ASCE., De Cesare, C. & Isatto, E. L. (2002). Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 128, No. 4.
- Gavilan, R. M. & Bernold, L. E. (1994). Source Evaluation of Solid Waste In Building Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 120, No. 3.
- Intan, S., Alifen, R. S. & Arijanto, L. (2005). Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi: Sumber Penyebab, Kuantitas, dan Biaya. *Civil Engineering Dimension*, Vol. 7, No.1, 36-45.
- Santoso, S. (2006). *Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat. Seri Solusi Berbasis TI*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Tam, V. W. Y. (2007). On the Effectiveness in Implementing a Waste-Management-Plan Method in Construction. *Waste Management*, Vol, 28, No. 6, 1072-1080.
- Urio, A. F. & Brent, A. C. (2006). Solid Waste Management Strategy in Botswana: The Reduction of Construction Waste. *Journal of The South African Institution of Civil Engineering*, Vol. 48, No. 2.