

ANALISIS FAKTOR KERUGIAN WASTE MATERIAL BESI BETON GEDUNG BERTINGKAT

Hendrik Sulistio¹, Mega Waty²

¹Program Studi Doktor Teknik Sipil Universitas Tarumanagara
Email : hendriks@ft.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara
Email : mega@ft.untar.ac.id

Masuk: 04-01-2021, revisi: 28-03-2021, diterima untuk diterbitkan: 10-04-2021

ABSTRAK

Material sebagai salah satu komponen yang mempunyai kontribusi sebesar 40-60% dari biaya proyek di dalam penelitian Intan et al, 2005. Besi beton saat ini mau diteliti karena merupakan salah satu dari lima material mempengaruhi 80% biaya material. Tujuan penelitian ini meneliti berapa besar kerugian waste material besi beton dan peringkat faktor faktor yang mempengaruhinya pada proyek bangunan gedung bertingkat . Metode penelitian dengan melakukan kuesioner terhadap kontraktor. Proses pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan menyebar kuesioner di proyek bangunan gedung bertingkat yang berada di Jakarta. Pengukuran nilai kuesioner sebanyak 64 responden digunakan teknik pengukuran *Likert*. Urutan pengolahan data, pertama dilakukan dengan uji validitas dan uji reliabilitas. Setelah itu faktor-faktor tersebut ditentukan peringkat dengan metode *Relative Importance Index*. Hasilnya adalah kerugian waste material Besi Beton sebesar 7,5 % dan peringkat yang mempengaruhi kerugian besi beton adalah: tidak merencanakan bestat penulangan, pendetailan gambar yang rumit, kesalahan pemotongan karena kurang memahami gambar kerja/kecerobohan, informasi gambar kurang/tidak jelas, penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti, sisa pemotongan karena proses pemakaian dan adanya perubahan desain.

Kata Kunci: bangunan gedung bertingkat; besi beton; waste material

ABSTRACT

Material as one of the components that has a contribution of 40-60% of the project cost in the research of Intan et al., 2005. Concrete is currently being studied because it is one of the five materials that affects 80% of material costs.. The purpose of this research is to examine how much the loss of iron concrete material waste and the ranking of the factors that influence it in multi-storey building projects. The research method is by conducting a questionnaire to contractors. The data collection process is carried out by distributing questionnaires in multi-storey building projects in Jakarta. Measuring the value of the questionnaire as many as 64 respondents used the Likert measurement technique. The sequence of data processing, first done by testing the validity and reliability testing. After that, these factors are ranked using the Relative Importance Index method. The result is a loss of Concrete Iron material waste of 7.5% and ratings that affect the loss of concrete are: not planning reinforcement bestat, complicated image detailing, cutting errors due to lack of understanding of work drawings / carelessness, lack of / unclear image information, use of wrong so that it needs to be replaced, the remaining cuts due to the process of use and a design change.

Keywords: multi-storey building; reinforcing steel; waste material

1. PENDAHULUAN

Material waste merupakan istilah dari besarnya persentase *waste material* yang terjadi dan merupakan salah satu permasalahan yang serius pada pelaksanaan proyek konstruksi jalan. Material sebagai salah satu komponen yang mempunyai kontribusi sebesar 40-60% dari biaya proyek (Ritz, 1994) di dalam penelitian Intan et al, (2005) yang menyatakan bahwa material turut memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan suatu proyek. Penelitian dari Intan et al, 2005 penelitian terhadap kuantitas *material waste* yang paling banyak pada proyek

gedung yakni batu bata dan pasir sebesar 12,51% dan pasir 11,39%. Dari kedelapan jenis material yang secara signifikan mempengaruhi 80% biaya *material waste* adalah besi beton, keramik, semen, beton ready mix, dan batu bata. Total biaya *material waste* yang terjadi 3,68%. Besi beton saat ini mau diteliti karena merupakan salah satu dari lima material mempengaruhi 80% biaya material. Waste material telah diakui sebagai masalah utama dalam industri konstruksi yang memiliki implikasi penting bagi keduanya industri efisiensi dan untuk dampak lingkungan dari proyek konstruksi (Formoso et al., 2002) Formoso et al., 2002 menghasilkan penelitian dari dua studi penelitian yang dilakukan di Brasil yang menyelidiki terjadinya waste material di 74 lokasi bangunan yang terletak di berbagai wilayah di negara itu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material waste Industri bangunan Brasil cukup tinggi dan variabilitas besar dalam kejadian waste ditemukan di berbagai proyek. Kebanyakan dari ini menyatakan waste dapat dihindari dengan menerapkan tindakan pencegahan yang tidak mahal, kebanyakan terkait dengan perbaikan manajerial.

Waste material telah diakui sebagai masalah utama dalam industri konstruksi yang dimilikinya dan implikasi penting baik untuk industri efisiensi dan untuk dampak lingkungan proyek konstruksi. (Formoso et al., 2002). Waste material merupakan istilah dari besarnya persentase material waste dan merupakan salah satu masalah serius dalam pelaksanaan proyek pembangunan jalan (Waty et al., 2018) Hasil penelitian adalah untuk menghitung persentase rata-rata material waste pada proyek pembangunan jalan dan memperoleh material waste yang mempengaruhi profit serta membuat model regresi dari% material waste menjadi% profit kontraktor (Waty et al., 2018). *Penelitian terdahulu yakni pada waste material beton ready mix yang mempunyai kerugian sebesar 9,02% pada proyek Gedung bertingkat di Jakarta (Sulistio dan Waty,2020) .Penelitian Haposan, 2009 menyatakan bahwa waste besi beton ulir D16 memiliki waste cost terbesar, yaitu Rp.53,618,041.938 pada proyek ruko San Diego di Pakuwon City Surabaya . Waste cost perlu diketahui terlebih dahulu material trading yang akan diteliti berdasarkan biaya material yang terbesar melalui diagram pareto (Haposan, 2009) Tujuan penelitian ini meneliti berapa besar kerugian waste material besi beton dan peringkat faktor faktor yang mempengaruhinya pada proyek bangunan gedung bertingkat.*

Rumusan Masalah

Perumusan masalah adalah:

- a. Berapa persentase kerugian waste material besi beton bangunan gedung bertingkat?
- b. Bagaimana peringkat faktor yang mempengaruhi kerugian waste material besi beton?

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan melakukan kuesioner terhadap kontraktor. Proses pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan menyebar kuesioner di proyek bangunan gedung bertingkat yang berada di Jakarta Untuk pengukuran nilai kuesioner digunakan teknik pengukuran *Likert* Keterangan untuk skala pengukuran faktor yang mempengaruhi kerugian besi beton pada proyek Gedung bertingkat adalah:dari sangat tidak berpengaruh hingga sangat berpengaruh sekali dari skala 1-6 (Likert,1932). Responden adalah staf kontraktor antara lain manajer lapangan, pengawas lapangan, pelaksana lapangan dan mandor. Urutan pengolahan data diawali dengan pertama dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas. Setelah itu faktor-faktor tersebut ditentukan peringkat dengan metode *Relative Importance Index*. Dari hasil 64 responden yang mengembalikan kuisisioner maka dilakukan uji validitas dan reliabilitas.

Uji Validitas

Baik atau tidaknya suatu instrumen penelitian ditentukan oleh validitas dan reliabilitasnya. Validitas instrumen memperlmasalahkan sejauh mana pengukuran tepat dalam mengukur apa yang hendak diukur. Pengukuran validitas dengan membandingkan nilai r perhitungan (*Product Moment*) dengan nilai r pada tabel. Jika nilai r hitung $\geq r$ tabel, maka data tersebut sudah valid. Rumus yang digunakan untuk mencari koefisien *Product Moment* (*Pearson, 1896*) yaitu:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- x : skor yang diperoleh subjek dari seluruh item
- y : skor total yang diperoleh dari seluruh item
- $\sum x$: jumlah skor dalam distribusi x
- $\sum y$: jumlah skor dalam distribusi y
- $\sum x^2$: jumlah kuadrat dalam skor distribusi x
- $\sum y^2$: jumlah kuadrat dalam skor distribusi y
- n : banyaknya responden

Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah alat untuk mengukur suatu kuesioner yang merupakan indikator dari peubah atau konstruk. Suatu kuesioner dikatakan reliabel atau handal jika jawaban seseorang terhadap pernyataan adalah konsisten atau stabil dari waktu ke waktu. Pengujian reliabilitas instrumen dengan menggunakan rumus Alpha Cronbach karena instrumen penelitian ini berbentuk angket dan skala bertingkat.

Rumus untuk mencari nilai *cronbach's alpha* (*Cronbach, 1951*) sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- r_{11} : koefisien reliabilitas (*cronbach's alpha value*)
- n : banyak butiran pernyataan
- $\sum \sigma_i^2$: jumlah varians skor soal ke-i
- σ_t^2 : jumlah varians skor total

Relative Importance Index (RII)

Setelah didapat data dari kuesioner berupa skala *likert* dengan skala 1~6, dimana Skala 1 menunjukkan faktor sangat tidak berpengaruh terhadap besi beton dan skala 6 menunjukkan faktor sangat berpengaruh terhadap besi beton. Setelah beberapa variabel/faktor dieliminasi dengan uji validitas dan reliabilitas, langkah selanjutnya dilakukan *Relative Importance Index* untuk mengetahui peringkat faktor yang mempengaruhi besi beton.

Relative Importance Index dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini : (Waty dan Sulistio,2020).

$$RII (\%) = \frac{6n_6 + 5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + 1n_1}{W * (n_6 + n_5 + n_4 + n_3 + n_2 + n_1)} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- n6 : Jumlah responden yang memilih skala 6
 n5 : Jumlah responden yang memilih skala 5
 n4 : Jumlah responden yang memilih skala 4
 n3 : Jumlah responden yang memilih skala 3
 n2 : Jumlah responden yang memilih skala 2
 n1 : Jumlah responden yang memilih skala 1
 W : Skala terbesar dalam *skala likert*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuantitas Waste Material

Data 64 responden menghasilkan rata rata sebesar 7,5 % yang merupakan kerugian besi beton Faktor penyebab waste material besi beton merujuk pada beberapa referensi yang dapat di lihat pada Tabel 1 Faktor Penyebab Waste Material Besi Beton.

Tabel 1. Faktor Penyebab Waste Material Besi Beton

Sumber	Penyebab	Referensi
Desain	Adanya perubahan desain	Bossink,1996
	Informasi gambar kurang/tidak jelas	Bossink,1996
	Pendetailan gambar yang rumit	Bossink,1996
	Kurang berkoordinasi terhadap dimensi produk yang digunakan	Bossink,1996
Pengadaan	Pesanan material tidak sesuai spesifikasi	Bossink,1996
	Pemesanan melebihi kebutuhan	Bossink,1996
	Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil	Bossink,1996
	Supplier kirim material tidak sesuai spesifikasi	Bossink,1996
Pelaksanaan	Kesalahan pemotongan karena salah memahami gambar kerja/kecerobohan	Bossink,1996
	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti	Bossink,1996
	Informasi tipe/ukuran besi beton terlambat disampaikan kepada kontraktor	Bossink,1996
	Tidak merencanakan bestat penulangan	Intan et al,2005
	Residual	Sisa material karena proses pemakaian
Lain lain	Hilang karena dicuri	Bossink,1996

Uji Validitas

Uji validitas merupakan uji untuk mengukur valid atau tidaknya suatu kuesioner. Uji validitas ini akan dilakukan dengan menggunakan program bantu dimana dengan metode analisis bivariante. Dimana inti dari analisis ini ialah untuk mengeluarkan nilai product moment (r hitung).

Nilai r hitung ini nantinya akan dibandingkan dengan nilai r tabel dengan tingkat signifikansi 5% dimana nilai r tabel untuk responden sebanyak 64 orang yaitu 0,244. Apabila nilai r hitung lebih besar dari nilai r tabel, maka variabel penelitian tersebut valid.

Uji validitas dilakukan pada desain, pengadaan, pelaksanaan dan residual lain lain, salah satunya yakni uji validitas Desain. Uji validitas menghasilkan output pada desain dari desain 1 hingga desain 4 menghasilkan nilai validitas yang tinggi yang melebihi tabel R momen product (0,244) sehingga semua faktor yang berpengaruh di dalamnya layak dipergunakan baik dari perhitungan validitas berdasarkan Tabel 2. Output Uji Validitas (item total corrected) Desain. Demikian pula dengan output uji validitas Tabel 3, output uji validitas Pengadaan Tabel 4, Output uji validitas Pelaksanaan Tabel 5. Output uji validitas Residual dan lain lain.

Tabel 2. Uji Validitas Desain

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Desain 1	12.2031	13.339	.637	.782
Desain 2	12.1563	13.499	.686	.760
Desain 3	12.0000	12.952	.759	.727
Desain 4	12.3438	14.197	.522	.836

Uji validitas menghasilkan output pada desain dari desain 1 hingga desain 4 menghasilkan nilai validitas yang tinggi yang melebihi tabel R momen product (0,244) sehingga semua faktor yang berpengaruh di dalamnya layak dipergunakan baik dari perhitungan validitas berdasarkan tabel 2. Output Uji Validitas (item total corrected).

Tabel 3. Output Uji Validitas Pengadaan
Item Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Pengadaan 1	11.1719	15.541	.637	.721
Pengadaan 2	11.1719	15.764	.610	.735
Pengadaan 3	11.4219	17.010	.547	.765
Pengadaan 4	11.5156	15.682	.609	.736

Tabel 4. Output Uji Validitas Pelaksanaan
Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Pelaksanaan 1	12.5625	14.091	.690	.821
Pelaksanaan 2	12.6719	12.351	.774	.785
Pelaksanaan 3	12.7344	13.055	.735	.802
Pelaksanaan 4	12.2344	15.611	.611	.852

Tabel 5. Uji Validitas Residual dan lain lain

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Residual	3.9688	2.951	.557	.
lain lain	4.0625	2.282	.557	.

Uji Reliabilitas

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah alat ukur pada kuesioner ini konsistensi atau tidak. Uji ini menggunakan metode *Alpha Conbrach's*. Apa bila nilai *Alpha Conbrach's* kurang dari 0,6 maka alat ukur dikatakan tidak reliabel. Sedangkan lebih dari 0,6 (Gozali, 2001) maka alat ukur dikatakan reliabel.

Hasil output reliabilitas seluruh faktor menyatakan $0,920 > 0,6$ maka dapat dikatakan reliabel sehingga seluruh faktor dari desain hingga lain lain dapat dipergunakan yang dapat dilihat pada Tabel 6. Demikian pula untuk per bidang faktor dapat dilihat pada Tabel 7 dengan hasil output melebihi dari R Tabel (0,6).

Tabel 6. Uji Reliabilitas Seluruh Faktor

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.920	14

Tabel 7. Hasil Uji Reliabilitas Per Jenis Faktor

No	Jenis	R α	R tabel
1	Desain	0.823	0.6
2	Pengadaan	0.791	0.6
3	Pelaksanaan	0.856	0.6
4	Residual	0.712	0.6

Relative Importance Index (RII)

Cichetti, 1994 menyatakan bahwa suatu survey dikatakan sangat baik bila mempunyai nilai antara 0,75 hingga 1, dan disebut baik jika berkisar dari nilai 0,6-0,74. Hasil dari penelitian ini menunjukkan range antar 0,6-0,74, sehingga dapat dikatakan hasil perhitungan ini menunjukkan hasil yang baik. Tabel dibawah ini menunjukkan hasil RII yang baik mengingat berkisar antara 0,6-0,75.

Tabel 8 Nilai Perhitungan RII untuk setiap faktor

Faktor yang mempengaruhi kerugian besi beton	RII
Desain	
Adanya perubahan desain	0,672
Informasi gambar kurang/tidak jelas	0,680
- Pendetailan gambar yang rumit	0,706
Kurang berkoordinasi terhadap dimensi produk yang digunakan	0,648
Pengadaan Material	
Pesanan material tidak sesuai spesifikasi	0,654
Pemesanan melebihi kebutuhan	0,654
Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil	0,612
Supplier kirim material tidak sesuai spesifikasi	0,596
Pelaksanaan Material	
Kesalahan pemotongan karena salah memahami gambar kerja/kecerobohan	0,695
Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti	0,677
Informasi tipe/ukuran besi beton terlambat disampaikan kepada kontraktor	0,667
Tidak merencanakan bestat penulangan	0,750
Residual	
Sisa pemotongan karena proses pemakaian	0,677
Lain Lain	
Hilang karena dicuri	0,651

Tabel 9 Nilai Perhitungan RII rerata untuk Penyebab kerugian Besi Beton

Faktor yang mempengaruhi Kerugian Besi Beton	Nilai rata-rata RII
Desain	0,676
Pengadaan Material	0,629
Pelaksanaan	0,697
Residual	0,677
Lain lain	0,651

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan pengolahan data hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan beberapa hal yaitu:

1. Kerugian waste material Besi Beton sebesar 7,5 %
2. Peringkat faktor yang mempengaruhi kerugian waste material besi beton adalah :
 - Tidak merencanakan bestat penulangan
 - Pendetailan gambar yang rumit
 - Kesalahan pemotongan karena kurang memahami gambar kerja/kecerobohan

- Informasi gambar kurang/tidak jelas
- Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti
- Sisa pemotongan karena proses pemakaian

Saran penelitian :

1. Lebih memperhatikan perencanaan bestat penulangan besi beton
2. Lebih memperhatikan kesalahan pemotongan besi beton
3. Lebih memperhatikan pendetailan gambar

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Tarumanagara yang sudah mendanai penelitian ini.

REFERENSI

- Bossink, B. A. G., & Brouwers, H. J. H. (1996). Construction waste: quantification and source evaluation. *Journal of construction engineering and management*, 122(1), 55-60.
- Cichetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological assessment*, 6(4), 284.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334
- Formoso, C. T., Soibelman, L., De Cesare, C., & Isatto, E. L. (2002). Material waste in building industry: main causes and prevention. *Journal of construction engineering and management*, 128(4), 316-325.
- Gozali, I. (2001). Aplikasi Analisis Multivariate. Dengan_ Program SPSS. Edisi Pertama. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Haposan, J. (2009). Identifikasi Material Sisa pada Proyek Ruko San Diego PakuwonCity Surabaya. *Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya*.
- Intan, S., Alifen, R. S., & Ariyanto, L. S. (2005). ANALISA DAN EVALUASI SISA MATERIAL KONSTRUKSI SUMBER PENYEBAB KUANTITAS DAN BIAYA. *Civil Engineering Dimension*, 7(1), pp-36.
- Likert RA. (1932). Technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140 pp: 1-55
- Pearson, K. (1896), "Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. III. Regression, Heredity and Panmixia," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 187, 253-318
- Ritz, G. J. (1994) "Total construction project management" McGraw-Hill Book Company. practice. Reprinted from Building Research and Practice, July/August 1976. *Journal of Social Issues*, 32.
- Waty, M., & Sulistio, H. (2020). PERHITUNGAN CHANGE ORDER PROYEK JALAN DI BANTEN. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, 4(2), 211-220.
- Waty, M., Alisjahbana, S. W., Gondokusumo, O., Sulistio, H., Hasyim, C., Setiawan, M. I., ... & Ahmar, A. S. (2018). Modelling of waste material costs on road construction projects.