

IMPLEMENTASI BIM TERHADAP UPAYA PENGURANGAN WASTE MATERIAL KONSTRUKSI PADA PT. WIJAYA KARYA JABODETABEK

Shifa Fauziyah^{a*}, Fajar Nurjihad Christian^b

^a Departemen Sipil dan Perencanaan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

^b PT Wijaya Karya Persero

Corresponding Author:

Email:

shifa.fauziyah@live.undip.ac.id

Keywords:

BIM, waste, material, konstruksi

Received :

Revised :

Accepted :

Abstract: *In the implementation of construction projects, materials are a very influential component in determining the cost of a project. Residual material causes wastage and reduces project profits. Research is needed to analyze the implementation of Building Information Modeling (BIM) in efforts to minimize construction material waste. The population of the research is WIKA employees who have implemented BIM in the Jabodetabek area (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang and Bekasi). The research sample was 100 people. The data is processed using the Smart PLS software. The results showed that the implementation of BIM had a positive and significant effect on efforts to reduce residual construction materials. If the implementation of BIM is applied with discipline, stakeholders will have a more complete data source for estimating material needs.*

Copyright © 2023 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

PT.Wijaya Karya (WIKA) merupakan perusahaan yang menangani proyek-proyek konstruksi didalam dan diluar negeri menggunakan bahan material konstruksi dari alam maupun sudah diolah terlebih dahulu. Dalam setiap proyek konstruksi dipastikan akan menghasilkan sisa material konstruksi. Dampak dari keberadaan sisa material tersebut berimplikasi pada keuntungan dari pelaksanaan proyek yang semakin kecil. Data yang dihimpun dari tiga proyek terakhir WIKA Departemen Sipil Umum 1 (DSU 1) di area bandara soekarno-hatta (divisi 2) menunjukkan hal sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai Sisa Material Mayor

No	Nama proyek	Kontrak Proyek (Rp) + PPN	Nilai (Rp)=(Sisa Material * Harga Satuan)			Total Nilai (Rp)	Persentase
			Tanah timbunan	Besi Tulangan	Beton Segar		
1	Proyek lanjutan Pekerjaan Aksesibilitas	569.223.832.000	658.149.588	1.701.636.300	1.160.138.650	3.519.924.538	0,62%
2	Proyek Struktur Automated People Mover System	1.272.647.194.709	16.328.873	4.547.101.680	2.209.487.161	6.772.917.714	0,53%
3	Proyek Aksesibilitas dan Ducting Utility	555.342.000.000	346.394.520	1.711.089.835	918.829.811	2.976.314.166	0,54%
Total			1.020.872.981	7.959.827.815	4.288.455.622	13.269.156.418	

Pada tabel diatas diketahui bahwa nilai material sisa sekitar 0,5 - 0,7 % dari nilai kontrak. Berdasarkan data diatas maka dapat diketahui bahwa dalam tiga proyek diatas, WIKA mengalami pengurangan keuntungan sebesar 13.269.156.418 rupiah (Tiga Belas Milliar Dua Ratus Enam Puluh Sembilan Juta Seratus Lima Puluh Enam Ribu Empat ratus Delapan Belas Rupiah).

Perkembangan teknologi konstruksi terbaru berupa perangkat lunak BIM (*Building information Modelling*) dapat diterapkan oleh arsitek, insinyur, kontraktor, dan pemangku kepentingan proyek lainnya untuk mencapai tujuan seperti mengurangi kesalahan desain, mengurangi waktu dan mengurangi biaya, meningkatkan desain dan integrasi konstruksi, dan meningkatkan koordinasi dan kerja sama di antara berbagai bagian (Samimpay & Saghatforoush, 2020). Dalam penelitian lain dijelaskan bahwa kendala utama untuk implementasi BIM adalah resistensi budaya, proses lebih lama, kurangnya kesadaran dan permintaan (Ismail et.al. , 2017). Berdasarkan kondisi yang demikian, maka penulis berkeinginan untuk meneliti pengaruh implementasi bim terhadap upaya pengurangan sisa

material konstruksi di PT. Wijaya karya terutama untuk area kerja yang telah mengimplementasikan BIM yaitu area Jakarta – Bogor – Depok – Tangerang – Bekasi (Jabodetabek).

2. DATA DAN METODE

Populasi dari penelitian ini adalah karyawan PT.Wijaya Karya yang ditempatkan di area Jabodetabek. Populasi penelitian kurang diketahui jumlah pastinya karena tidak terdapat data yang menunjukkan jumlah karyawan PT.Wijaya Karya yang telah mengimplementasikan BIM. Teknik sampling yang digunakan adalah metode *purposive sampling*. Penelitian yang tidak diketahui jumlah populasinya, direkomendasikan menggunakan sampel sebanyak 100 responden (Hair et al., 2017). Data hasil kuesioner diolah menggunakan software Smart PLS versi 3.0. Adapun model PLS Smart penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Jalur Model PLS Smart

Operasionalisasi variabel pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel. 2 Operasional Variabel

Variabel	Indikator	Skala Pengukuran
Implementasi BIM (X)	1. Tools (Software dan hardware BIM) 2. Operator (SDM BIM) 3. Model Base Proyek 4. Tingkat Implementasi	Ordinal
Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)	1. Perencanaan kebutuhan material 2. Konflik pelaksanaan 3. Sifat 4. Tindak Lanjut	Ordinal

1. Pengukuran model reflektif (*outer model*)

a) Loading factor

Hasil resume nilai *loading factor* lengkap setelah penyesuaian data dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 3. *Loading Factor* seluruh konstruk model PLS Smart (setelah evaluasi)

Variabel laten	Variabel Manifes	Loading Faktor	Ket
X Implementasi BIM	X12 Tools (Software dan hardware BIM)	0.825	Tinggi
	X21 Operator (SDM BIM)	0.941	Tinggi
	X31 Model Base Proyek	0.816	Tinggi
	X42 Tingkat Implementasi	0.893	Tinggi
Y Upaya Pengurangan Sisa Material Konstruksi	Y13 Perencanaan kebutuhan material	0.831	Tinggi

Tabel menunjukkan mengenai nilai *loading factor* pada setiap konstruk pada setiap variabel manifes memiliki nilai berkategori tinggi (lebih dari 0,7). Nilai *loading factor* paling tinggi dimiliki oleh konstruk operator BIM yaitu 0,941.

b) Composite Reliability dan Average Variance Extracted (AVE)

Hasil uji composite reliability dan AVE dapat dilihat di tabel dibawah ini :

Tabel 4. Hasil Uji Composite Reliability dan AVE

	Variabel Laten	AVE	Composite Reliability
X	Implementasi BIM	0.757	0.926
Y	Upaya Pengurangan Sisa Material Konstruksi	0.661	0.886

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kedua variabel laten memiliki nilai AVE yang lebih besar dari nilai yang ditentukan yakni sebesar 0,5 sehingga seluruh variabel manifes mengenai Implementasi BIM (X1), dan Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y) dinyatakan telah memenuhi persyaratan convergent validity. Kemudian dari tabel tersebut juga menunjukkan nilai *Composite Reliability* untuk setiap variabel manifes memiliki nilai lebih dari 0,7. Nilai *Composite Reliability* paling tinggi dimiliki oleh variabel Implementasi BIM yaitu 0,926.

c) Discriminant Validity

Hasil pengujian menggunakan software SmartPLS 3.0 adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji *Cross Loading*

	Implementasi BIM (X)	Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)
X ₁	0.825	0.527
X ₂	0.941	0.621
X ₃	0.816	0.638
X ₄	0.893	0.693
Y ₁	0.667	0.831
Y ₂	0.486	0.786
Y ₃	0.685	0.824
Y ₄	0.487	0.812

Pada tabel, nilai *cross loading* untuk setiap indikator lebih tinggi jika dikomparasikan dengan korelasi indikator dengan variabel laten yang lainnya. Disimpulkan variabel laten memiliki *discriminant validity* yang memadai.

Tabel 6. Hasil Uji *Fornell-Larcker Criterion*

	Implementasi BIM (X)	Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)
Implementasi BIM (X)	0.870	
Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)	0.716	0.813

Validitas discriminant yang baik ditunjukkan dari nilai *Fornell-Larker Criterion* untuk setiap konstruk harus lebih besar dari korelasi antar konstruk lainnya. Adapun evaluasi *Heterotrait-Monotrait Ratio* (HTMT) untuk model dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 7. Evaluasi Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)

	Implementasi BIM (X)	Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)
Implementasi BIM (X)		
Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)	0.827	

Pada tabel, terlihat nilai *Heterotrait-Monotrait Ratio* (HTMT) untuk setiap variabel memiliki nilai kurang dari 0,85.

d) Uji Reliabilitas, Cronbach Alpha , dan rho_A

Hasil pengujian *software* SmartPLS 3.0, terlihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 8. Hasil Uji *Composite Reliability*

Variabel Laten	Composite Reliability	Cronbach's Alpha	rho_A
X Implementasi BIM	0.892	0.898	0.926
Y Upaya Pengurangan Sisa Material Konstruksi	0.829	0.830	0.886

Pada tabel, terlihat nilai *composite reliability* yang dihasilkan semua konstruk sangat baik yaitu lebih besar dari 0,7.

2. Pengujian model struktural (*inner model*)

a) Evaluasi *Collinearity*

Indikator terjadinya *collinearity* bila nilai $VIF > 5$ maka variabel tersebut harus di keluarkan dari model pengukuran.

Tabel 9. Hasil Uji VIF

Variabel	Konstruk	VIF
Implementasi BIM	X ₁₂	2.278
	X ₂₁	4.922
	X ₃₁	1.965
	X ₄₂	3.128
Upaya Pengurangan Sisa material konstruksi	Y ₁₃	2.304
	Y ₂₂	1.819
	Y ₃₂	2.276
	Y ₄₂	1.982

b) Koefisien Korelasi (*Path Coefficient*)

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *software* SmartPLS 3.0, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 10. Koefisien Korelasi (*Path Coefficient*)

	Implementasi BIM (X)	Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)
Implementasi BIM (X)		0.515
Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)		

c) Koefisien Determinasi (R^2)

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *software* SmartPLS 3.0, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 11. Koefisien Deteminasi

	R Square
Implementasi BIM (X)	0.275
Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)	0.620

Pada tabel, terlihat nilai *R Square* Upaya pengurangan sisa material konstruksi adalah sebesar 0,62 atau 62%. Kontribusi pengaruh dari setiap variabel laten eksogen terhadap variabel laten endogen dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12. Koefisien Jalur, Pengaruh Tidak langsung dan Total Pengaruh

Latent Variable	Koefisien Jalur	Pengaruh Tidak Langsung	Total Pengaruh
Implementasi BIM (X) --> Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)	0,515		0,515

Implementasi BIM memberikan pengaruh sebesar 51,5% terhadap Sisa Material Konstruksi.

d) Evaluasi Nilai F^2 (*Size effect*)

Hasil evaluasi nilai F^2 tersaji pada tabel dibawah ini :

Tabel 13. Evaluasi F^2

Latent Variable	f Square	Kategori
Implementasi BIM (X) -> Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)	0,506	Besar

e) Evaluasi Nilai Q^2

Hasil evaluasi Nilai Q^2 adalah sebagai berikut :

Tabel 14. Evaluasi *Construct Crossvalid Redundancy* (Q^2)

Latent Variable	SSO	SSE	$Q^2 (=1-SSE/SSO)$	Keterangan
Implementasi BIM (X)	400	318,354	0,204	Moderat

Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y) 400 243,184 0,392 Kuat

Berdasarkan tabel diatas Upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y) memiliki nilai Q^2 sebesar 0,392 sehingga menunjukkan relevansi prediktif fit model kuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk pengujian hipotesis, dilakukan perhitungan model dengan *bootstrapping*. Nilai *t-statistic* tersaji pada tabel *Path Coefficient* pada dibawah ini :

Tabel 15. *Path Coefficients*

Latent Variable	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistic ([O/STDEV])	P values
Implementasi BIM (X) terhadap upaya pengurangan sisa material konstruksi (Y)	0,515	0,514	0,076	6,786	0.000

Dari hasil pengolahan data diperoleh bahwa nilai P-Values variabel implementasi BIM terhadap upaya pengurangan sisa material konstruksi adalah sebesar 0,000 ditambah dengan nilai t-statistics positif terbesar (6,786) sehingga dinyatakan implementasi BIM berpengaruh positif/searah terhadap upaya dalam mengurangi sisa material konstruksi. Semakin implementasi BIM semakin baik/tinggi maka akan berpengaruh positif terhadap upaya mengurangi sisa material konstruksi. Hasil penelitian sebelumnya (Zoghi & Kim, 2020) menyebutkan bahwa penggunaan BIM dapat meningkatkan kolaborasi antar pemangku kepentingan, memaksimalkan pengambilan data, dan meningkatkan potensi dalam visualisasi. Kondisi timbulan limbah seperti kondisi elemen struktural dan mekanis saling tumpang tindih, mencegah pemesanan bahan mentah yang berlebihan, meminimalkan kerusakan yang terjadi selama pengiriman, dan mengurangi kebutuhan material. Penelitian (Gbadamosi et al., 2019) menunjukkan bahwa Integrasi dalam implementasi BIM berdampak meningkatkan kepraktisan dalam penggunaan data produksi seperti berat komponen, jumlah pekerja dan jumlah material, sehingga dapat berguna dalam meningkatkan efisiensi dan mengurangi limbah. Penelitian (Nelson & Tamtana, 2019) keuntungan teknologi BIM yang paling dominan adalah BIM dapat mengetahui konflik/kesalahan lebih awal sehingga dapat dilakukan pencegahan. BIM membantu dalam penarikan keputusan baik saat proses perencanaan dan desain, dan Implementasi BIM membangun sinergi antara pemangku kepentingan konstruksi. Penelitian oleh (Reizgevičius et al., 2018) juga menunjukkan hasil bahwa implementasi BIM yang baik akan meningkatkan meningkatkan kualitas dan ketepatan desain dan konstruksi. Jadi implementasi BIM yang baik akan mendukung upaya untuk mengurangi limbah atau material konstruksi.

4. KESIMPULAN

Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) berpengaruh positif dan signifikan terhadap upaya pengurangan sisa material konstruksi. Diinterpretasikan apabila sumber data yang dibutuhkan oleh pemangku kepentingan tersedia lebih lengkap maka penyediaan material akan sesuai kebutuhan, sehingga potensi kesalahan desain semakin kecil dan komunikasi antar pemangku kepentingan semakin efektif yang berdampak pada upaya pengurangan sisa material konstruksi juga akan semakin baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Wijaya Karya Persero dan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro atas kerjasama dan dukungan yang luar biasa sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- Gbadamosi, A.-Q., Mahamadu, A.-M., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Manu, P., Mahdjoubi, L., & Aigbavboa, C. (2019). Offsite construction: Developing a BIM-Based optimizer for assembly. *Journal of Cleaner Production*, 215, 1180–1190.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., & Thiele, K. O. (2017). Mirror, mirror on the wall: a comparative evaluation of composite-based structural equation modeling methods. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 45(5), 616–632.
- Ismail, N. A. A., Chiozzi, M., & Drogemuller, R. (2017). An overview of BIM uptake in Asian developing countries. *AIP Conference Proceedings*, 1903(1), 80008.
- Nelson, N., & Tamtana, J. S. (2019). Faktor Yang Memengaruhi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 241–248.
- Reizgevičius, M., Ustinovičius, L., Cibulskienė, D., Kutut, V., & Nazarko, L. (2018). Promoting sustainability through investment in Building Information Modeling (BIM) technologies: A design company perspective. *Sustainability*, 10(3), 600.
- Samimpay, R., & Saghatforoush, E. (2020). Benefits of Implementing Building Information Modeling (BIM) in Infrastructure Projects. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 10(2), 123–140.
- Zoghi, M., & Kim, S. (2020). Dynamic Modeling for Life Cycle Cost Analysis of BIM-Based Construction Waste Management. *Sustainability*, 12(6), 2483.