

EFISIENSI PENGADAAN MATERIAL UNTUK MEMINIMALISASI LIMBAH KONSTRUKSI MENGGUNAKAN PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL

Yohanes Widayat

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Unika Soegijapranata

Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur, Semarang, Jawa Tengah

Email : yohanes_widayat@yahoo.co.id

Abstrak

Pembangunan sarana prasarana mengakibatkan masalah limbah konstruksi di seluruh dunia. Penelitian-penelitian sebelumnya telah terkonsentrasi pada tahap desain dan konstruksi, pengurangan limbah konstruksi melalui proses pengadaan bahan diabaikan secara luas. Tujuan penelitian: mengetahui pengaruh komitmen pemasok low waste, manajemen pembelian material low waste, manajemen pengiriman bahan yang efektif, manajemen bill of quantity yang efisien dari limbah, dan manajemen vendor serta mengetahui variabel yang dominan berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menurut tingkat eksplanasinya termasuk dalam penelitian kausalitas dengan metode analisis yang digunakan yaitu Structural Equation Model (SEM). Dalam pengujian menggunakan SEM terdapat measurement model dan structural model yang diuji menggunakan Confirmatory Factor Analysis (CFA). Hasil penelitian efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi di wilayah Jawa yaitu : Manajemen pembelian material low waste (X2), Manajemen pengiriman bahan yang efektif (X3) dan Manajemen vendor (X5) berpengaruh signifikan dengan masing-masing nilai sebesar 14,3%, 44,5%, dan 31,3%, sedangkan Komitmen pemasok low waste (X1), Manajemen bill of quantity yang efisien dari limbah (X4) tidak berpengaruh, tetapi tetap berkontribusi dengan nilai pengaruh sebesar 0,46% dan 0,70%. Variabel yang dominan berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah Manajemen pengiriman bahan yang efektif (X3) dengan nilai estimate terbesar 44,5%.

Kata kunci : limbah konstruksi, efisiensi, pengadaan material, SEM

PENDAHULUAN

Pembangunan sarana prasarana disertai dengan pembangunan, proyek renovasi dan pembongkaran berkembang pesat. Kegiatan konstruksi ini mengakibatkan masalah limbah konstruksi di seluruh dunia. Pasca pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi bangunan gedung sisa material atau *Construction Waste* tidak dapat dihindari. Sisa material konstruksi didefinisikan sebagai sesuatu yang sifatnya berlebih dari yang disyaratkan, baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa/tercecer/rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya (J.R. Illingworth, 1998).

Dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang terkait dengan *waste management* telah dilakukan oleh (Ajayi et al, 2015) dengan melakukan penelitian tentang efektivitas limbah industri konstruksi : Memahami hambatan dan syarat untuk perbaikan, terdapat beberapa faktor untuk mengurangi intensitas limbah konstruksi dengan beberapa tindakan untuk mencegah limbah pada tahap desain yaitu penggunaan limbah seumur hidup pada akhir masa pakai, peningkatan kepatuhan dari hasil alat pengelolaan limbah, pendekatan pengelolaan sampah yang lebih murah, meningkatkan ketatnya perundang-undangan dan kebijakan pengelolaan sampah. Beberapa strategi pengadaan yang telah teridentifikasi adalah subjek studi yang secara khusus berfokus pada desain atau kegiatan konstruksi. Persentase substansial limbah yang dihasilkan dalam kegiatan konstruksi telah ditelusuri akibat koordinasi yang tidak efektif dari manajemen lokasi (Ajayi et al, 2017).

Pengadaan bahan yang efisiensi limbah untuk proyek konstruksi dengan pemodelan struktur faktor penentu keberhasilan, temuan penelitian ini membantu serangkaian tindakan yang harus diambil selama proses pengadaan bahan, dengan memperhatikan empat indikator yang signifikan berpengaruh yaitu : komitmen pemasok, manajemen pembelian, manajemen pengiriman bahan dan *Bill of Quantity* yang efisien limbah dengan menggunakan pendekatan metode eksplorasi sebagai kerangka kerja, dan pemodelan persamaan struktural. (Ajayi and Oyedele, 2018)

Berdasarkan pertimbangan di atas ada hal menarik perlu diteliti lebih lanjut mengenai pengadaan material efisien limbah konstruksi yang telah dilakukan oleh (Ajayi and Oyedele 2018) dengan judul penelitian “ *Waste-efficient materials procurement for construction projects: A structural equation modelling of critical success factor* “ temuan penelitian ini membantu serangkaian tindakan yang harus diambil selama proses pengadaan bahan. Ada empat variabel yang signifikan berpengaruh dalam proses pengadaan bahan yaitu : Komitmen Pemasok, Manajemen Pembelian, Manajemen Pengiriman Bahan dan *Bill of Quantity* Yang Efisien Limbah.

Dengan memperhatikan empat variabel yang berpengaruh dalam proses pengadaan bahan yaitu : Komitmen Pemasok, Manajemen Pembelian, Manajemen Pengiriman Bahan dan *Bill of Quantity* Yang Efisien Limbah, maka perlu diteliti lebih lanjut mengenai pengadaan material efisien limbah konstruksi dengan menambahkan variabel baru yaitu manajemen vendor sebagai salah satu indikator yang mempengaruhi efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi.

Tujuan penelitian: mengetahui pengaruh komitmen pemasok *low waste*, manajemen pembelian material *low waste*, manajemen pengiriman bahan yang efektif, manajemen *bill of quantity* yang efisien dari limbah, dan manajemen vendor terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Kemudian mengetahui variabel yang dominan berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi.

Landasan Teori

Material merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek, lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang digunakan (Nugraha, 1985). Pada tahap pelaksanaan konstruksi penggunaan material di lapangan sering terjadi sisa material yang cukup besar, sehingga upaya untuk meminimalisasi sisa material penting untuk diterapkan.

Logistik Bahan Konstruksi dan Pengelolaan Rantai Pasokan

Manajemen rantai pasokan bahan bangunan adalah proses yang kompleks menggabungkan orang, teknologi, proses dan pihak yang terlibat dalam perencanaan, estimasi, identifikasi pemasok, pembelian, transportasi dan stocking bahan untuk kegiatan konstruksi (Bell and Stukhart 1986).

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Proses tradisional konstruksi manajemen material biasanya melibatkan sejumlah tahapan termasuk *take-off* material, biaya material, pergudangan dan penggunaan material yang sebenarnya. Pada tahap awal upaya yang diperlukan untuk memastikan bahwa lepas landas material dibuat secara akurat dari spesifikasi proyek untuk mencegah kesalahan dalam pemesanan (Bell dan Stukhart, 1986).



Gambar 1. Tahapan Manajemen Logistik Material Dalam Proyek Konstruksi

Sumber : Ajayi & Oyedele, 2018

Vendor Managed Inventory (VMI) merupakan paradigma koordinasi dalam pengelolaan rantai pasok terintegrasi yang berusaha mengoptimalkan simulta-inventaris dan perutean yang rapi. Dalam sistem ini, keputusan tentang waktu dan tingkat pengisian ulang pelanggan ditentukan oleh pemasok yang diharapkan memiliki pengetahuan yang lengkap tentang kebutuhan pelanggan, untuk menghindari kehabisan stok (de Maio and Laganà 2020). Keseimbangan harus dibuat antara stok

material yang berlebihan dan material keterlambatan, karena material bekas menghasilkan kerusakan dan pemborosan, sedangkan yang terakhir mengakibatkan keterlambatan tenaga kerja dan waktu yang melebihi batas (Bell dan Stukhart, 1986).

Keberadaan manajemen vendor diharapkan mampu membangun hubungan yang harmonis dengan rekan kerja. Hubungan yang saling menguntungkan dan bisa berjalan terus-menerus, sehingga kedua belah pihak bisa tumbuh dan sukses bersama. Adapun tujuan dari manajemen vendor adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan *value for money* dari vendor
2. Memastikan bahwa kinerja vendor bisa sesuai dengan harapan perusahaan, misalnya pasokan barang/jasa tepat waktu, tepat jumlah, dan kualitasnya sesuai dengan permintaan perusahaan.
3. Mengelola hubungan agar vendor bisa mendukung strategi dan kinerja perusahaan

Structural Equation Modelling (SEM)

Structural Equation Modeling (SEM) adalah multivariat yang banyak digunakan teknik untuk mengeksplorasi dan menguji hubungan antar variabel dan mencakup analisis regresi, analisis faktor, korelasi ganda dan analisis jalur (Hair et al., 2006). SEM memiliki kemampuan untuk memperkirakan beberapa hubungan yang saling terkait, dan memperbaiki kesalahan pengukuran (Kline, 2010). SEM juga membantu memahami model algoritma kinerja, karena menyediakan representasi visual dari hubungan kompleks antara konstruksi (Chen et al., 2012). Banyak manfaat SEM yang telah banyak digunakan dalam studi terkait konstruksi, misalnya, Xiong et al. (2014) menguji pengaruh faktor kinerja peserta pada kepuasan kontraktor, menggunakan pemodelan persamaan struktural. Mainul Islam dan Faniran (2005) membangun SEM untuk menyelidiki faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas perencanaan proyek, Chen et al. (2012) menggunakan SEM untuk menyelidiki hubungan timbal balik di antara faktor penentu keberhasilan proyek konstruksi. Baru-baru ini, Xiong et al. (2015) melakukan review terhadap 84 studi terkait konstruksi yang menggunakan SEM antara tahun 1998 dan 2012.

Hipotesis

Hipotesis pernyataan tentang keterkaitan antara variabel-variabel dalam penelitian ini yaitu; Variabel X1 (komitmen pemasok *low waste*) berpengaruh terhadap Y (efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi), Variabel X2 (manajemen pembelian material *low waste*) berpengaruh terhadap Y (efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi), Variabel X3 (manajemen pengiriman bahan yang efektif) berpengaruh terhadap Y (efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi), Variabel X4 (manajemen *bill of quantity* yang efisien dari limbah) berpengaruh terhadap Y (efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi), Variabel X5 (manajemen vendor) berpengaruh terhadap Y (efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menurut tingkat eksplanasinya termasuk dalam penelitian kausalitas, karena penelitian ini dilakukan untuk menguji mengenai hubungan kausalitas antar satu atau beberapa variabel dengan satu atau beberapa variabel lainnya (Sugiyono, 2013).

Populasi dan Sampel

Populasi adalah gabungan dari seluruh elemen yang berbentuk peristiwa, hal atau orang yang memiliki karakteristik yang serupa yang menjadi pusat perhatian seorang peneliti, sedangkan sampel adalah subset dari populasi (Ferdinand, 2013). Populasi dalam penelitian ini yaitu ahli arsitek, ahli struktur, site manager dan logistik pada perusahaan konstruksi atau kontraktor di wilayah Jawa sejumlah 108 responden. Dalam menentukan sampel, peneliti menggunakan *non-probability sampling* karena tidak memberi peluang/kesempatan yang sama bagi setiap anggota populasi untuk menjadi sampel (Sugiyono, 2013).

Variabel Penelitian

Sugiyono (2007) dalam Faizal (2018) menjelaskan bahwa variabel penelitian pada dasarnya adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya.

Penelitian ini hanya menggunakan dua variabel saja yakni variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Variabel independen (bebas) adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen. Variabel independen dalam penelitian ini adalah:

Tabel 1. Variabel Independen

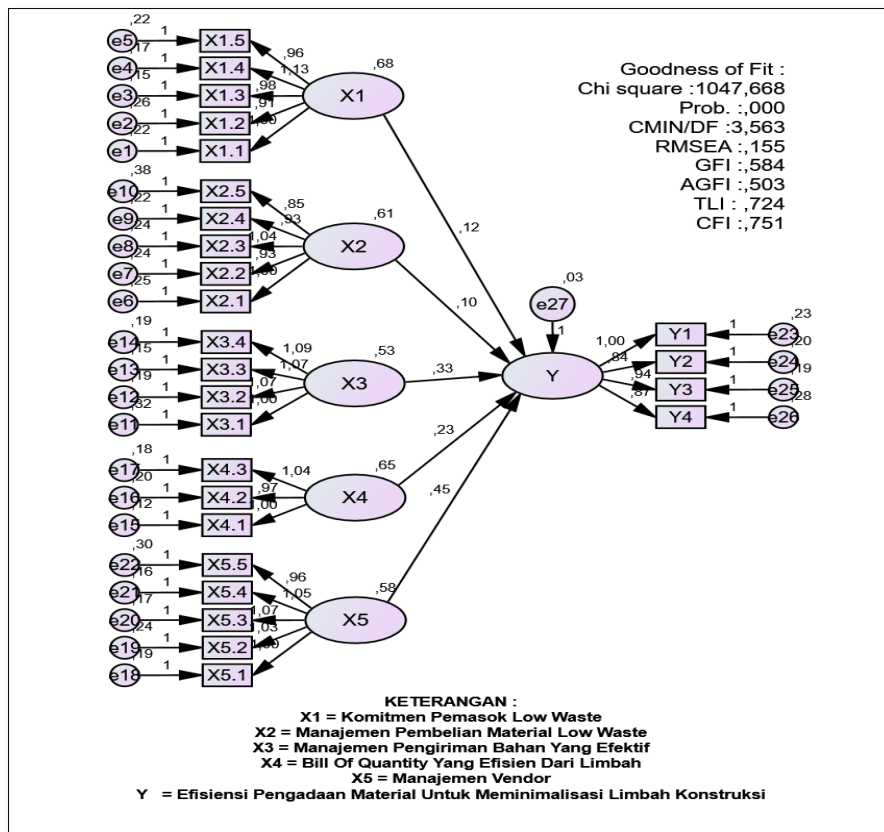
NO	VARIABEL
X1	Komitmen Pemasok <i>Low Waste</i> (Komitmen Pemasok Untuk Meminimalisasi Limbah)
X2	Manajemen Pembelian Material <i>Low Waste</i>
X3	Manajemen Pengiriman Bahan Yang Efektif
X4	Bill Of Quantity Yang Efisien Dari Limbah
X5	Manajemen Vendor (Perusahaan Yang Menyediakan Pengadaan Barang Atau Jasa)

Variabel dependen (terikat) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2007). Variabel dependen penelitian ini adalah Efisiensi Pengadaan Material Untuk Meminimalisasi Limbah Konstruksi (Y).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Model Struktural

Pengujian model struktural dilakukan untuk melihat hubungan antar variabel dependen terhadap variabel independen dalam model penelitian yang dibuat. Model penelitian diuji dengan menggunakan acuan R-Square sebagai kekuatan prediksi dari model struktural. Dari pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan Amos 22 didapatkan nilai koefisien yang menunjukkan kuat lemahnya hubungan antara variabel. Adapun nilai tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Penelitian Amos

Hasil uji kesesuaian model menggunakan chi – square, CMIN/ DF, GFI, AGFI , RMSEA, TLI dan CFI diringkas pada tabel 2.

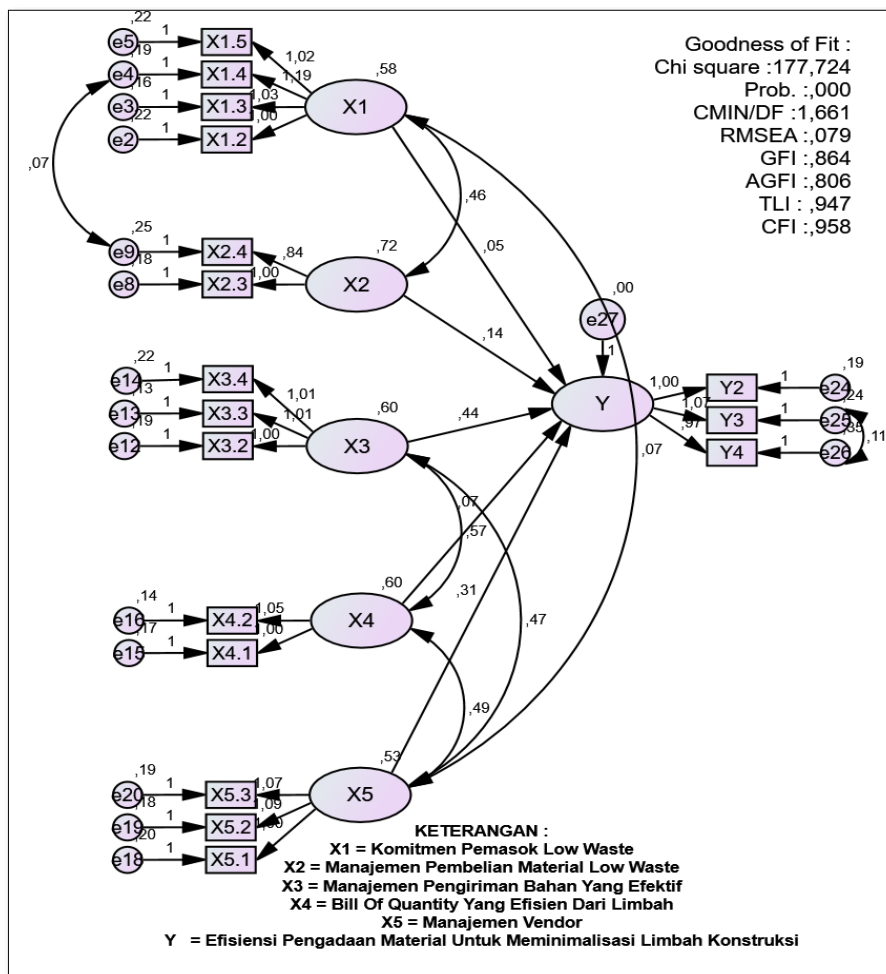
Tabel 2. Hasil Goodness Of Fit Model Pengukuran

Indeks	Cut off Value	Hasil	Evaluasi model
Chi – square	Sekecil mungkin	1047.668	Marginal fit
Probability	≥ 0.05	0.000	Tidak Fit
CMIN/ DF	≤ 2.00	3.563	Tidak Fit
RMSEA	≤ 0.08	0.155	Tidak Fit
GFI	Mendekati 1	0.584	Tidak Fit
AGFI	Mendekati 1	0.503	Tidak Fit
TLI	Mendekati 1	0.724	Marginal Fit
CFI	Mendekati 1	0.751	Marginal Fit

Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2020

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa model yang direncanakan kurang fit secara marginal, karena setelah diuji kecocokkannya Nilai CMIN/ DF, GFI, AGFI , RMSEA, TLI dan CFI kurang baik. Oleh sebab itu model tersebut kemudian dimodifikasi mengikuti *modification indices* serta melakukan analisis *confirmatory factor analysis* (CFA) untuk mencari model yang terbaik.

Hasil analisis penyesuaian model dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3. Model Setelah Modifikasi

Tabel 3. Hasil Goodness Of Fit Setelah Modifikasi

Indeks	Cut off Value	Hasil	Evaluasi model
Chi – square	Sekecil mungkin	177.724	Good fit
Probability	≥ 0.05	0.000	Tidak Fit
CMIN/ DF	≤ 2.00	1.661	Good fit
RMSEA	≤ 0.08	0.078	Good fit
GFI	Mendekati 1	0.964	Marginal fit
AGFI	Mendekati 1	0.806	Marginal fit
TLI	Mendekati 1	0.947	Good fit
CFI	Mendekati 1	0.958	Good fit

Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2020

Tabel 3 menunjukkan bahwa model yang direncanakan fit secara baik, karena setelah diuji kecocokannya nilai CMIN/ DF, GFI, AGFI, RMSEA, TLI dan CFI hasilnya baik. Sehingga dapat diambil kesimpulan hasil uji modifikasi lebih baik dibandingkan model awal.

Setelah tahap-tahap pengujian terhadap kesesuaian model dan normalitas data dilakukan, maka menguji mengenai kausalitas dan didapatkan output dari SEM uji kausalitas ini dilakukan dengan membaca nilai CR (*Critical Ratio*) yang identik dengan uji-t. Nilai yang tertera dalam kolom signifikansi menunjukkan tingkat signifikansi antar variabel dalam model. Hubungan antar variabel dengan tingkat signifikansi dibawah 0,05 menunjukkan bahwa hubungan tersebut adalah hubungan yang signifikan. Hasil analisis datanya adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Analisis Data Penelitian

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Keterangan
Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi (Y)	←	Komitmen pemasok <i>low waste</i> (X1)	0.046	0.076	0.607	0.544	Tidak Signifikan
Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi (Y)	←	Manajemen pembelian material <i>low waste</i> (X2)	0.143	0.068	2.110	0.035	Signifikan
Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi (Y)	←	Manajemen pengiriman bahan yang efektif (X3)	0.445	0.217	2.045	0.041	Signifikan
Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi (Y)	←	Manajemen <i>bill of quantity</i> yang efisien dari limbah (X4)	0.070	0.253	0.276	0.783	Tidak Signifikan
Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi (Y)	←	Manajemen vendor (X5)	0.313	0.131	2.387	0.017	Signifikan

Hasil pengujian hipotesis diperoleh beberapa hasil sebagai berikut.

1. Untuk hipotesis pertama Komitmen pemasok *low waste* berpengaruh terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Dari hasil pengolahan data diketahui nilai c.r (*critical ratio*) untuk pengaruh Komitmen pemasok *low waste* terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah sebesar 0,607 yang menunjukkan bahwa nilai t-statistik $0,607 <$ nilai t-tabel (1,96) dan nilai p 0,544 diatas 0.05, maka nilai ini menunjukkan hasil tidak signifikan, sehingga dapat disimpulkan H_1 ditolak pada penelitian ini, sehingga terbukti secara statistik bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan

- antara Komitmen pemasok *low waste* terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi.
2. Untuk hipotesis kedua Manajemen pembelian material *low waste* berpengaruh terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Dari hasil pengolahan data diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) untuk pengaruh Manajemen pembelian material *low waste* terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah sebesar 2,110 yang menunjukkan bahwa nilai *t*-statistik 2,110 > nilai *t*-tabel (1,96) dan nilai *p* 0,035 di bawah 0.05, maka nilai ini menunjukkan hasil yang signifikan, sehingga dapat disimpulkan H_2 diterima pada penelitian ini, sehingga terbukti secara statistik bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara Manajemen pembelian material *low waste* terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi.
 3. Untuk hipotesis ketiga Manajemen pengiriman bahan yang efektif berpengaruh terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Dari hasil pengolahan data diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) untuk pengaruh Manajemen pengiriman bahan yang efektif terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah sebesar 2,045 yang menunjukkan bahwa nilai *t*-statistik 2,045 > nilai *t*-tabel (1,96) dan nilai *p* 0,041 di bawah 0.05, maka nilai ini menunjukkan hasil yang signifikan, sehingga dapat disimpulkan H_3 diterima pada penelitian ini, sehingga terbukti secara statistik bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara Manajemen pengiriman bahan yang efektif terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi.
 4. Untuk hipotesis keempat Manajemen *bill of quantity* yang efisien dari limbah berpengaruh terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Dari hasil pengolahan data diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) untuk pengaruh Manajemen *bill of quantity* yang efisien dari limbah terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah sebesar 0,313 yang menunjukkan bahwa nilai *t*-statistik 0,313 < nilai *t*-tabel (1,96) dan nilai *p* 0,783 di atas 0.05, maka nilai ini menunjukkan hasil tidak signifikan, sehingga dapat disimpulkan H_4 ditolak pada penelitian ini, sehingga terbukti secara statistik bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara Manajemen *bill of quantity* yang efisien dari limbah terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi.
 5. Untuk hipotesis kelima Manajemen vendor berpengaruh terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Dari hasil pengolahan data diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) untuk pengaruh Manajemen vendor terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah sebesar 2,387 yang menunjukkan bahwa nilai *t*-statistik 2,387 > nilai *t*-tabel (1,96) dan nilai *p* 0,017 di bawah 0.05, maka nilai ini menunjukkan hasil yang signifikan, sehingga dapat disimpulkan H_3 diterima pada penelitian ini, sehingga terbukti secara statistik bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara Manajemen vendor terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi di wilayah Jawa, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Manajemen pembelian material *low waste* (X2), Manajemen pengiriman bahan yang efektif (X3) dan Manajemen vendor (X5) berpengaruh signifikan dengan masing-masing nilai sebesar 14,3 %, 44,5 %, dan 31,3 % terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi (Y).
Sedangkan Komitmen pemasok *low waste* (X1), Manajemen *bill of quantity* yang efisien dari limbah (X4) tidak berpengaruh, tetapi tetap berkontribusi terhadap Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi (Y) dengan nilai pengaruh sebesar 0,46 % dan 0,70 %.
2. Variabel yang dominan berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah Manajemen pengiriman bahan yang efektif (X3) dengan nilai *estimate* terbesar 44,5 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajayi, S. O., & Oyedele, L. O. (2018). Waste-efficient materials procurement for construction projects: A structural equation modelling of critical success factors. *Waste Management*, 75, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.025>
- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Bilal, M., Akinade, O. O., Alaka, H. A., & Owolabi, H. A. (2017). Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects. *Waste Management*, 59, 330–339. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.040>
- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Bilal, M., Akinade, O. O., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., & Kadiri, K. O. (2015). Waste effectiveness of the construction industry: Understanding the impediments and requisites for improvements. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.06.001>
- Augusty, Ferdinand (2013). *Metode Penelitian Manajemen*. Semarang. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Bell, L. C., & Stukhart, G. (1986). Attributes of materials management systems. *Journal of Construction Engineering and Management*, 112(1), 14–21. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1986\)112:1\(14\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1986)112:1(14))
- Chen, Y.Q., Zhang, Y.B., Liu, J.Y., Mo, P., 2012. *Interrelationships among critical success factors of construction projects based on the structural equation model*. J. Manage. Eng. 28 (3), 243–251.
- de Maio, A., & Laganà, D. (2020). The effectiveness of Vendor Managed Inventory in the last-mile delivery: An industrial application. *Procedia Manufacturing*, 42, 462–466. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.047>
- Fulford, R., & Standing, C. (2013). *Construction industry productivity and the potential for collaborative practice*. JPMA. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.05.007>
- Fauzi, A. 2004. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., 2006. *Multivariate data analysis: A global perspective. sixth ed. Prentice Hall*, Upper Saddle River, N
- Illingworth, J.R. (1998): *Construction Methods And Planning*. E & FN Spon. London
- Kline, R.B., 2010. *Principles and Practice Of Structural Equation Modelling*. Guilford Publications, New York
- Mainul Islam, M.D., Faniran, O.O., 2005. *Structural equation model of project planning effectiveness*. Constr. Manage. Econ. 23 (2), 215–223
- Makwana, A. H., Mata, R. M., & Pitroda, J. R. (n.d.). *Source Identification and Minimization of Waste in Building Construction Using Rii and Imp . I . Method*. 1–11.
- Nugraha,Paulus;Natan,Ishak, 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi Jilid I*, Kartika Yuda
- Sugiyono (2007). *Statistik Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta, cv.
- Xiong, B., Skitmore, M., Xia, B., 2015. *A critical review of structural equation modeling applications in construction research*. Automat. Constr. 49, 59–70