

EFISIENSI PENGADAAN MATERIAL UNTUK MEMINIMALISASI LIMBAH KONSTRUKSI MENGGUNAKAN PEMODELAN PERSAMAAN STRUKTURAL

Yohanes Widayat, Emeliano Maria Gusmão de Oliveira, Hamedoni Harita

Universitas Janabadra, Yogyakarta Jawa Tengah, Indonesia

Email: yohanes_widayat@yahoo.co.id, oliveira.emiliano32@gmail.com,

hamedpram@gmail.com

Abstrak

Pembangunan sarana dan prasarana disertai dengan pembangunan gedung, renovasi dan pembongkaran berkembang sangat pesat seiring dengan perkembangan jaman, jadi kegiatan konstruksi sering mengakibatkan masalah seperti limbah konstruksi yang terjadi di seluruh dunia. Penelitian-penelitian sebelumnya telah terkonsentrasi pada tahap *design* dan konstruksi, sementara pengurangan limbah konstruksi yang melalui proses pengadaan bahan diabaikan dan tidak diprioritaskan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk 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 dan serta untuk mengetahui variabel yang dominan berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini penelitian eksploratif dan 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% 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%. Variabel yang dominan berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah manajemen pengiriman bahan yang efektif (X3) dengan nilai estimate terbesar yaitu 44,5%.

Kata Kunci: limbah konstruksi; efisiensi; pengadaan material; SEM

Abstract

The construction of facilities and infrastructure accompanied by building construction, renovation and demolition is growing very rapidly along with the

| | |
|----------------------|--|
| How to cite: | Widayat, Y., Oliveira, E, M, G., D., Harita, H., (2022) Efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi menggunakan pemodelan persamaan struktural, <i>Syntax Idea</i> , 4(3), https://doi.org/10.36418/syntax-idea.v4i3.1798 |
| E-ISSN: | 2684-883X |
| Published by: | Ridwan Institute |

times, so construction activities often cause problems such as construction waste that occurs throughout the world. Previous studies have concentrated on the design and construction stages, while reducing construction waste through the material procurement process has been neglected and not prioritized. The purpose of this study was to determine the effect of low waste supplier commitment, low waste material purchasing management, effective material delivery management, efficient bill of quantity management from waste, and vendor management on the efficiency of material procurement to minimize construction waste and to determine the variables which dominantly affects the efficiency of material procurement to minimize construction waste. The method used in this research is exploratory research and the analytical method used is the Structural Equation Model (SEM). In testing using SEM there are measurement models and structural models that are tested using Confirmatory Factor Analysis (CFA). The results of the research on the efficiency of material procurement to minimize construction waste in the Java region are: Management of purchasing low waste materials (X2), effective material delivery management (X3) and vendor management (X5) having a significant effect with each value of 14.3%, 44.5%, and 31.3% to the efficiency of material procurement to minimize construction waste (Y), while the commitment of suppliers to low waste (X1), efficient bill of quantity management of waste (X4) has no effect, but still contributes to efficiency procurement of materials to minimize construction waste (Y) with influence values of 0.46% and 0.70%. The dominant variable affecting the efficiency of material procurement to minimize construction waste is effective material delivery management (X3) with the largest estimate value of 44.5%.

Keywords: *construction waste; efficiency; material procurement; SEM*

Pendahuluan

Pembangunan sarana dan prasarana disertai dengan pembangunan gedung, renovasi dan pembongkaran berkembang sangat pesat seiring dengan perkembangan jaman. Kegiatan konstruksi sering kali mengakibatkan masalah limbah konstruksi yang dihadapi di seluruh dunia. Sebuah limbah konstruksi terdiri dari bahan yang tidak diinginkan yang diproduksi secara langsung atau tidak langsung oleh industri konstruksi, jadi ini termasuk bahan bangunan *non-biodegradable* seperti beton, plester, kayu, logam, pecah ubin, batu bata, pasangan bata, insulasi, paku, kabel listrik, dan tulangan, serta limbah berasal dari tempat konstruksi (Makwana et al, 2016). Pasca pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi bangunan gedung sering menghasilkan sisa material atau *construction waste* yang tidak dapat dihindari. Sisa material konstruksi sering disebut 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. Selain pengaruhnya terhadap biaya, sisa material konstruksi ini juga berdampak terhadap lingkungan sekitar. Banyak faktor yang menjadi sumber terjadinya sisa material konstruksi, antara lain desain, pengadaan material, penanganan material, pelaksanaan, residu dan lain-lain misal pencurian (Devia, El Unas, & Nariswari, 2012). Jadi dalam suatu pelaksanaan konstruksi, sisa

material adalah hal yang tidak dapat dihindari kemunculannya, dikatakan bahwa hampir dari 75% yang dihasilkan oleh sebuah konstruksi berupa limbah (*waste*), dimana sisa tersebut dapat diresidu, daur ulang dan diselamatkan atau digunakan kembali (Yeheyis, Hewage, Alam, Eskicioglu, & Sadiq, 2013).

Upaya untuk meminimalkan konstruksi sampah dengan meningkatkan kapasitas manajerial perusahaan pada tahap desain, pengadaan dan produksi. Hal ini dapat dicapai dengan mendidik para *stakeholders* dan manfaat penerapan produksi bersih dalam pengelolaan sampah sebagai sebuah kesempatan untuk pengurangan limbah yang efektif (Kofoworola & Gheewala, 2009). Meskipun sebelumnya para peneliti menyarankan bahwa salah satu keuntungan utama dari pengelolaan limbah yang tepat adalah penghematan biaya. Beberapa pengelolaan sampah untuk meminimalkan limbah di proyek-proyek konstruksi seperti; jelajahi kunci faktor-faktor berpengaruh manajemen dan penalaran untuk mengembangkan sistem yang membantu manajemen konstruksi untuk mengendalikan, menangani, dan mengelola sampah di proyek-proyek konstruksi; mengidentifikasi teknologi yang tepat dan teknik untuk mengembangkan sistem pengolahan limbah yang dimasukkan dengan proses manajemen proyek konstruksi; dan menggabungkan pengelolaan limbah dan rencana/sistem pengendali dengan unsur-unsur yang efisien energi untuk mencapai hijau pembangunan proyek-proyek (Yang & Mitchell, 2010).

Studi manajemen limbah konstruksi juga sebagian besar berfokus pada konstruksi aktual tahap proses pengiriman proyek adapun studi lain juga yang telah dilakukan untuk menentukan faktor desain dan strategi yang mampu memitigasi limbah yang dihasilkan oleh proyek konstruksi (Wang et al, 2015), jadi dengan meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan dampak dari manajemen logistik material telah memberi energi kembali, konsep penilaian seluruh siklus hidup, kinerja yang digunakan, inovatif bahan dan sumber yang bertanggung jawab. Semua ini penting dalam keberlanjutan desain sistem penilaian, terlepas dari potensi penghematan biaya dan manajemen logistik bahan, hal ini sangat penting syarat untuk mencapai keberlanjutan lingkungan (Yate, 2010). Dari hasil penelitian yang dilakukan terdahulu yang terkait dengan *waste management* yang telah dilakukan oleh (Ajayi et al, 2015) dengan melakukan penelitian terhadap efektivitas limbah industri konstruksi didapatkan hasil bahwa untuk memahami hambatan dan syarat untuk perbaikan terdapat beberapa faktor untuk mengurangi intensitas limbah konstruksi dengan beberapa tindakan, untuk mencegah limbah konstruksi pada tahap *design* 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 studi yang secara khusus berfokus pada *design* 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 dari penelitian ini dapat

membantu serangkaian tindakan yang harus diambil selama proses pengadaan bahan, dengan memperhatikan empat indikator yang signifikan, yang 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 et al, 2018).

Kerangka konseptual renovasi berdasarkan pengelolaan limbah akibat tingkat timbulan limbah renovasi bangunan rumah tinggal di Cina, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka konseptual untuk pengelolaan limbah konstruksi berdasarkan timbulan akibat limbah renovasi. Penelitian *Renovation Waste Generation Rates (RWGR)* bisa dijadikan tolak ukur dan panduan dalam mengembangkan kebijakan yang relevan setiap renovasi dalam pengolahan limbah. (Ding et al, 2019). *Construction dan Demolition Waste (C&DW)* limbah konstruksi dan pembongkaran telah diidentifikasi sebagai masalah utama dalam konstruksi karena dampaknya langsung terhadap lingkungan serta efisiensi industri konstruksi, oleh karena itu pengelolaan C&DW yang efektif sangat penting untuk meminimalkan dampak bagi lingkungan dengan strategi pengurangan, penggunaan kembali dan manajemen daur ulang limbah. (Kabirifar et al, 2020). Berdasarkan penelitian sebelumnya maka ada hal menarik untuk diteliti lebih lanjut mengenai pengadaan material efisien limbah konstruksi yang telah dilakukan oleh (Ajayi et al, 2018) dengan judul penelitian “*Waste-efficient materials procurement for construction projects: A structural equation modelling of critical success factor*” temuan pada penelitian ini dapat membantu serangkaian tindakan yang harus diambil selama proses pengadaan bahan. Ada empat variabel yang signifikan berpengaruh terhadap proses pengadaan bahan yaitu: komitmen pemasok, manajemen pembelian, manajemen pengiriman bahan dan *bill of quantity* yang efisien limbah.

Penelitian ini merupakan penelitian yang 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. Penelitian ini juga lebih menekankan pada pengadaan material agar memperhatikan semua hal yang dapat meminimalisasi limbah konstruksi dengan mengurangi timbulan sampah yang berdampak terhadap biaya dan lingkungan sekitarnya, yang berlokasi di Jawa khususnya Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur yang dipandang mewakili wilayah di Indonesia yang pertumbuhan ekonominya paling berkembang dan banyaknya proyek-proyek konstruksi yang sedang berjalan, dengan menggunakan lima variabel penelitian yaitu: komitmen pemasok *low waste*, manajemen pembelian *low waste*, manajemen pengiriman bahan yang efektif, *bill of quantity* yang efisien dan manajemen vendor.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemodelan persamaan struktur dari kelima variabel tersebut dan seberapa besar pengaruhnya terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi serta untuk mengetahui variabel mana yang paling dominan berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah

sebagai masukan di dalam pengadaan material, agar selalu memperhatikan semua hal yang dapat meningkatkan limbah konstruksi, disisi lain juga sebagai perbendaharaan ilmu pengetahuan tentang timbulan sampah konstruksi yang berdampak terhadap biaya dan lingkungan, dimana hal ini merupakan bagian dari pemahaman akan *waste management* dan serta manfaat lainnya secara teoritis adalah diharapkan dapat memperkaya kepustakaan bagi peneliti-peneliti berikutnya, khususnya mengenai pengadaan material yang kesemuanya memiliki dampak menjadi sumber timbulan sampah yang signifikan pada upaya minimalisasi limbah yang merupakan bagian dari *waste management*.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif. Metode penelitian ini digunakan dalam meneliti terhadap sampel dan populasi penelitian, teknik pengambilan sampel umumnya dilakukan dengan acak atau random sampling. Sedangkan pengumpulan data dilakukan dengan cara memanfaatkan instrumen penelitian yang dipakai. Analisis data yang digunakan bersifat kuantitatif atau bisa diukur dengan tujuan untuk menguji perumusan masalah yang ditetapkan sebelumnya.

Hasil dan Pembahasan

Setelah tahap-tahap pengujian terhadap kesesuaian model dan normalitas data dilakukan, maka langkah selanjutnya menganalisis data penelitian. Analisis pengolahan data penelitian dengan menggunakan analisis SEM, dengan cara menganalisis nilai regresi yang ditampilkan pada *Regression Weights Analisis Structural Equation Modeling*. Pengujian menggunakan nilai *Probability (P Value)* hasil olah data, dibandingkan dengan batasan statistik yang disyaratkan, yaitu dibawah 0.05 untuk nilai *P Value*. Untuk menguji mengenai kausalitas yang dikembangkan dalam model penelitian ini, perlu diuji koefisien regresi antar hubungan adalah sama dengan nol melalui uji-t yang lazim digunakan dalam model- model regresi. Dalam output dari SEM uji kausalitas ini dilakukan dengan membaca nilai CR (*Critical Ratio*) yang identik dengan uji-t, sedangkan 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. Pada studi ini diajukan 5 (lima) variabel sesuai perumusan masalah, hasil analisis datanya adalah sebagai berikut:

Tabel 1
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 |

| | | Estimate | S.E. | C.R. | P | Keterangan |
|--|---|----------|-------|-------|-------|------------------|
| 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. Hipotesis pertama komitmen pemasok *low waste* berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi, uji hipotesis diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) untuk mempengaruhi komitmen pemasok *low waste* terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah sebesar 0,607 yang menunjukkan bahwa nilai *t*-statistik $0,607 < \text{nilai } t\text{-tabel } 1,96$ (Latan, 2012) 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 eEfisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi.
2. Hipotesis kedua manajemen pembelian material *low waste* berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi, uji hipotesis diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) untuk mempengaruhi manajemen pembelian material *low waste* terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi adalah sebesar 2,110 yang menunjukkan bahwa nilai *t*-statistik $2,110 > \text{nilai } t\text{-tabel } 1,96$ (Latan, 2012) 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. Hipotesis ketiga manajemen pengiriman bahan yang efektif berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi, uji hipotesis

diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) untuk mempengaruhi 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 (Latan, 2012) 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. Hipotesis keempat manajemen *bill of quantity* yang efisien dari limbah berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi, uji hipotesis diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) mempengaruhi 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 (Latan, 2012) dan nilai *p* 0,783 diatas 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. Hipotesis kelima manajemen vendor berpengaruh terhadap efisiensi pengadaan material untuk meminimalisasi limbah konstruksi, uji hipotesis diketahui nilai *c.r* (*critical ratio*) untuk mempengaruhi 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 (Latan, 2013) 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 khususnya Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa: (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). (2.) 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 %. (3.) 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 %.

BIBLIOGRAFI

- Ajayi, Saheed O., & Oyedele, Lukumon O. (2018). Waste-efficient materials procurement for construction projects: A structural equation modelling of critical success factors. *Waste Management*, 75, 60–69. [Google Scholar](#)
- Ajayi, Saheed O., Oyedele, Lukumon O., Bilal, Muhammad, Akinade, Olugbenga O., Alaka, Hafiz A., & Owolabi, Hakeem A. (2017). Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects. *Waste Management*, 59, 330–339. [Google Scholar](#)
- Ajayi, Saheed O., Oyedele, Lukumon O., Bilal, Muhammad, Akinade, Olugbenga O., Alaka, Hafiz A., Owolabi, Hakeem A., & Kadiri, Kabir O. (2015). Waste effectiveness of the construction industry: Understanding the impediments and requisites for improvements. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 101–112. [Google Scholar](#)
- Devia, Yatnanta Padma, El Unas, Saifoe, & Nariswari, W. (2012). Identifikasi Sisa Material Konstruksi dalam upaya memenuhi bangunan berkelanjutan. *Rekayasa Sipil*, 4(3), 195–203. [Google Scholar](#)
- Ding, Zhikun, Gong, Wenyan, Tam, Vivian W. Y., & Illankoon, I. M. Chethana S. (2019). Conceptual framework for renovation waste management based on renovation waste generation rates in residential buildings: An empirical study in China. *Journal of Cleaner Production*, 228, 284–293. [Google Scholar](#)
- Kabirifar, Kamyar, Mojtahedi, Mohammad, Wang, Changxin, & Tam, Vivian W. Y. (2020). Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121265. [Google Scholar](#)
- Kofoworola, Oyeshola Femi, & Gheewala, Shabbir H. (2009). Estimation of construction waste generation and management in Thailand. *Waste Management*, 29(2), 731–738. [Google Scholar](#)
- Latan, Hengky. (2012). Structural equation modeling: Konsep dan aplikasi menggunakan program LISREL 8.80. Bandung: Alfabeta. [Google Scholar](#)
- Makwana, Ashish H., Mata, Ranchhod M., & Pitroda, Jayeshkumar R. (2016). *Source Identification and Minimization of Waste in Building Construction Using Rii and Imp . I. Method*. 1–11. [Google Scholar](#)
- Wang, Jiayuan, Li, Zhengdao, & Tam, Vivian W. Y. (2015). Identifying best design strategies for construction waste minimization. *Journal of Cleaner Production*, 92, 237–247. [Google Scholar](#)

Yohanes Widayat, Emeliano Maria Gusmão de Oliveira, Hamedoni Harita

Yang, Junli, & Mitchell, David. (2010). Approaches to waste materials management in construction projects. *Proceedings, The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors, Held at Dauphine Université, Paris*. [Google Scholar](#)

Yate, A. (2010). *Strategic approach to the selection and procurement of construction materials and products, BRE Briefing paper. BRE Global Ltd, Watford, UK.*

Yeheyis, Muluken, Hewage, Kasun, Alam, M. Shahria, Eskicioglu, Cigdem, & Sadiq, Rehan. (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15(1), 81–91. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Yohanes Widayat, Emeliano Maria Gusmão de Oliveira, Hamedoni Harita (2022)

First publication right:

[Syntax Idea](#)

This article is licensed under:

