

Analisis Faktor yang berpengaruh dalam Penerapan Green Retrofitting Industri Beton di Indonesia untuk Meningkatkan Kinerja Biaya

Mohammad Kholis Ardiansyah¹, Albert Eddy Husin^{1,*}

Program Magister Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta¹

Koresponden*, Email: albert_eddy@mercubuana.ac.id

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	19 Oktober 2022	<i>The concrete industry plays an important role in the construction process as a supplier of concrete materials. The role of the concrete industry has a bad impact on the environment. The application of the green concept Problems from implementing the green concept include the consequences of increasing the green retrofitting cost from stakeholders so that the industry or building becomes eco-friendly, the concrete industry, The concrete industry, the green concept, value engineering (VE) are the main components that influence the cost performance improvement of implementing the green retrofitting concept with the Structural Equation Model- Partial Least Square (SEM-PLS) analysis the concrete industry in Indonesia and analyzes the factors that affect the cost of green retrofitting with SEM PLS. The results of this study obtained 10 influencing factors of the green retrofitting costs performance in the concrete industry” namely commitment management, energy & climate, water efficiency, secondary material, air quality, economic & financial availability, legal compliance & regulation, supporting rules, functional analysis, and environmental management.</i>
Diperbaiki	23 Desember 2022	
Disetujui	23 Desember 2022	

Keywords: ready-mix concrete, green retrofitting, value engineering, LCCA, SEM-PLS

Kata kunci: industri beton, green retrofitting, rekayasa nilai, LCCA, SEM-PLS

Abstrak

Industri beton berperan penting pada proses konstruksi sebagai pemasok material beton. Peranan industri beton mempunyai dampak buruk terhadap lingkungan. Penerapan konsep *green*, masalah yang timbul adalah konsekuensi kenaikan biaya *green retrofitting* yang dikeluarkan oleh pemangku kepentingan agar industri atau bangunan menjadi ramah lingkungan, industri beton, konsep *green*, *value engineering* (VE) merupakan komponen utama yang berpengaruh nyata terhadap peningkatan kinerja biaya penerapan konsep *green retrofitting* pada industri beton di Indonesia, dengan menggunakan analisa *Structural Equation Model- Partial Least Square* (SEM-PLS). Penelitian ini mempunyai keterbaruan terkait konsep *green retrofitting* pada industri beton di Indonesia dan menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap biaya *green retrofitting* dengan SEM PLS. Hasil dari penelitian ini diperoleh “10 faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kinerja biaya *green retrofitting* pada industri beton ” yaitu *comitment management, energy & climate, water efficiency, secondary material, air quality, economic & financial avaiability, legal compliance & regulation*, aturan pendukung, *functional analysis*, dan *environmental Management*.

1. Pendahuluan

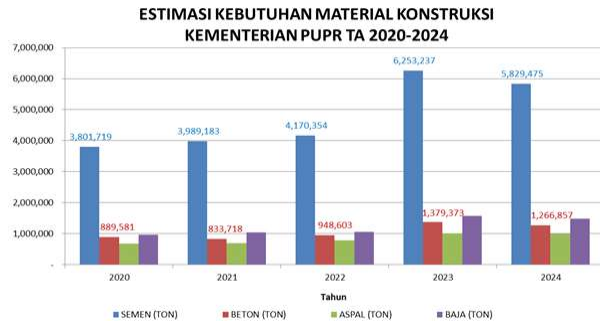
Rantai pasokan di sektor konstruksi merupakan struktur terkoordinasi yang terdiri dari banyak pihak yang berkontribusi (baik secara langsung maupun tidak langsung) terhadap keberhasilan proyek secara keseluruhan dalam menghasilkan produk konstruksi. Industri beton atau *batching plant* di seluruh dunia memainkan peran penting dalam perekonomian dan pembangunan suatu negara karena beton merupakan bahan penting untuk pembangunan infrastruktur.

Indonesia sepakat untuk menurunkan emisi sebesar 29% di bawah *Business As Usual* (BAU) dan 41% jika ada kerjasama dengan negara lain pada tahun 2030 pada pertemuan Pertemuan Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Iklim di Paris 2015. Salah satu tindakan yang dilakukan

untuk mendukung komitmen pemerintah Indonesia adalah tumbuhnya industri hijau. Dampak lingkungan dari pembuatan beton dapat dikurangi dengan menghemat penggunaan bahan baku, menghemat konsumsi energi, dan mengikuti Praktik Manajemen Terbaik (BMP) terkait dengan produksi beton siap pakai [1].

Industri beton dan kebutuhan material beton sendiri di prediksi akan meningkat sejalan dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, pembangunan infrastruktur kembali menjadi salah satu visi untuk Indonesia 2019-2024. Data estimasi kebutuhan material konstruksi khususnya beton menurut Kementerian PUPR untuk Tahun Anggaran 2020-2024 di prediksi meningkat sebesar 8%. Persaingan di pasar global saat ini memaksa banyak perusahaan untuk meningkatkan kinerja

operasional dan menawarkan lebih cepat respon pasar [2]. Grafik kebutuhan material konstruksi tahun 2020-2024 terlihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 : Estimasi Kebutuhan Material Konstruksi [3].

Namun demikian, pemanfaatan sumber daya alam dan penggunaan energi yang berlebihan merupakan dampak dari industri konstruksi. Menurut laporan, 36% emisi CO₂ dihasilkan oleh bangunan [4]. Bangunan hijau tidak hanya memberikan dampak positif bagi kesehatan lingkungan dan masyarakat, konsep ini juga dapat mengurangi biaya operasional, menambah nilai jual gedung serta perusahaan, meningkatkan produktifitas pengguna gedung, dan menciptakan masyarakat yang berkelanjutan [5].

Industri beton sendiri mempunyai dampak yang buruk terhadap lingkungan selama pembangunan dan proses produksinya, dampak tersebut meliputi limbah, debu udara, kebisingan, penggunaan sumber daya alam yang tidak terkontrol meliputi air dan energi. Beberapa masalah yang timbul dalam penerapan konsep *green* telah berhasil diidentifikasi, diantaranya biaya investasi *green* yang mahal dibandingkan dengan bangunan konvensional, pemahaman konsep *green* yang kurang, kurang tersedianya produk ramah lingkungan di pasaran, serta tidak adanya dukungan finansial, dan non-finansial dari pemerintah [6]. Pengubahsuaian dari kondisi lama menjadi konsep *green* salah satu permasalahan yang timbul pada penerapan konsep *green* seperti aplikasi sistem hemat energi, penerangan, konservasi dan daur ulang air menyebabkan terjadinya peningkatan biaya konstruksi hijau (*Retrofitting cost*) sebesar 10,77% [7].

Konsep *green* pada industri beton sendiri di Indonesia belum ada yang mengaplikasikan dan parameter untuk mendapatkan sertifikasi *green* industri beton dari regulasi terkait, sedangkan di Eropa dan negara maju lainnya sudah diaplikasikan terkait konsep *green* industri beton dengan mengadopsi konsep *Green Concrete Sustainability Council (CSC)*. CSC merupakan suatu lembaga mitra industri beton

dari Eropa, Amerika Serikat, Amerika Latin dan Asia yang memprakarsai pengembangan sistem sertifikasi industri yang bertanggung jawab atas lingkungan social, ekonomi dalam operasionalnya. CSC mempromosikan dan menunjukkan industri beton dan produk ramah lingkungan untuk memungkinkan keputusan yang tepat dalam konstruksi. Sistem sertifikasi CSC untuk industri beton dikeluarkan dan berlaku secara global dunia [8].

Penanganan peningkatan biaya pada proyek *green* bisa direduksi oleh biaya investasi material sisa. *Value Engineering (VE)* memberikan manfaat yang sangat signifikan dalam industri konstruksi teknik sipil, terutama dalam penghematan biaya dan dalam bidang peningkatan manfaat proyek. VE merupakan tinjauan sistematis proyek, produk, atau proses untuk meningkatkan kinerja, kualitas, dan / atau biaya siklus hidup oleh tim spesialis multi-disiplin independen [9]. *Life Cycle Cost Analysis (LCC)* dalam VE dilakukan berbasis pada nilai dan digunakan untuk menentukan alternatif dengan biaya paling rendah [10]. VE memberikan manfaat yang sangat signifikan dalam industri konstruksi teknik sipil, terutama dalam penghematan biaya dan dalam bidang peningkatan manfaat proyek. LCCA merupakan metode optimasi memilih solusi yang menghasilkan uang paling banyak selama masa pakainya, atau, dengan kata lain, memiliki biaya siklus hidup terendah, adalah tujuan utama dari analisis teknis dan ekonomi [11].

Melalui konsep hubungan antara faktor-faktor pada obyek industri beton, konsep *green retrofitting*, *value Engineering* dan *Life Cycle Cost Analysis* dapat diteliti pengaruh terhadap peningkatan kinerja biaya *green retrofitting* pada industri beton. Model dan konsep hubungan yang kompleks tersebut dapat disimulasikan menggunakan model analisa *Structural Equation Modelling - Partial Least Square (SEM-PLS)*. SEM adalah metode statistik yang digunakan untuk menyelesaikan model bertingkat secara bersamaan ketika persamaan regresi linier tidak bisa. Analisis regresi dan analisis faktor juga dapat digabungkan untuk membentuk SEM [12]. SEM-PLS digunakan saat tujuan penelitian ialah memprediksi dan mengembangkan teori penelitian [13]. Dari definisi definisi tersebut bahwa SEM memiliki kualitas dan prosedur analitis untuk mengkonfirmasi dari pada menjelaskan. Dengan kata lain, peneliti lebih cenderung memanfaatkan SEM untuk menilai validitas model tertentu [14].

Tujuan penelitian dalam hal ini adalah untuk mengetahui hubungan faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kinerja biaya *green retrofitting* berbasis *Value Engineering* dan *Life Cycle Cost Analysis* yang diterapkan

pada industri beton yang ada, dan menganalisis dengan model struktur hubungan menggunakan *Structural Equation Modelling –Partial Least Square* (SEM-PLS). Pemilihan statistika menggunakan model SEM-PLS ini kelebihan dan sangat dianjurkan ketika memiliki keterbatasan jumlah sampel sementara model yang kompleks [15].

2. Metode

Lokasi penelitian yang dilakukan adalah pada salah satu industri beton di Indonesia - PT. XYZ. Penelitian dilakukan pada bulan April sampai Juni 2022. Berdasarkan data yang diperoleh ada sekitar 531 industri beton yang beroperasi di Indonesia pada tahun 2021, penentuan responden diambil dari *stake holder* terkait industri beton di area lokasi penelitian dengan penyebaran kuisioner sebanyak 82 responden yang mengembalikan kuisioner secara lengkap. Dalam menganalisis peneliti menggunakan *software* SEM PLS versi 3.0 dan untuk menentukan ukuran sampel diperlukan untuk menentukan apakah data memenuhi kondisi untuk model SEM-PLS. Ukuran sampel, distribusi data, nilai yang hilang, dan skala pengukuran adalah beberapa aspek yang harus diperhitungkan. Pada **Tabel 1**, dapat terlihat Minimum ukuran sampel yang diambil didasarkan pada perbedaan level pada *path coefficients* (ρ Min) dan uji kekuatan statistik 80 % [16].

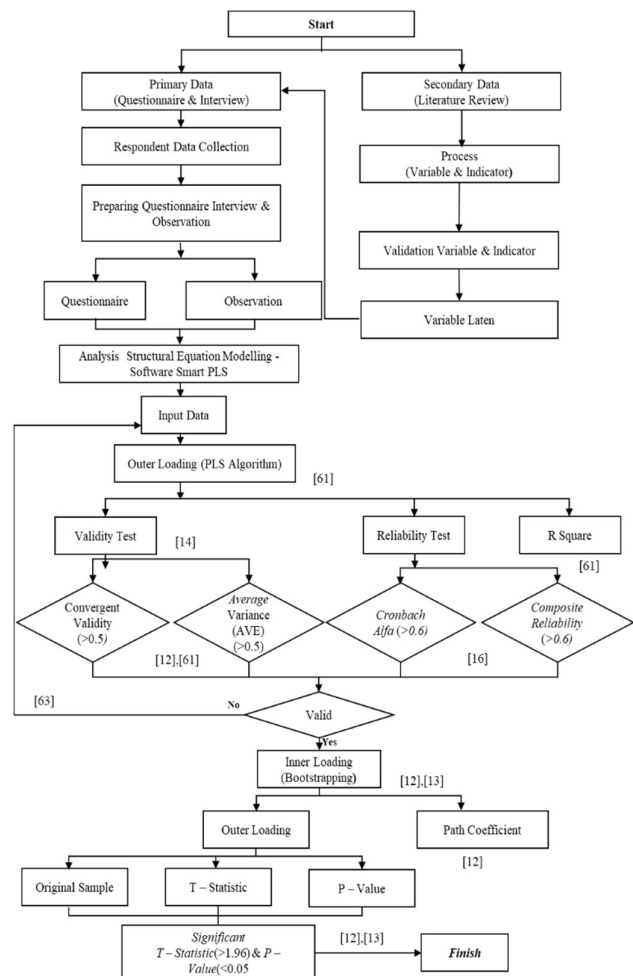
Tabel 1. Minimum Ukuran Sampel Untuk Perbedaan Level dengan Minimum *Path Coefficient* dan Uji Kekuatan 80% [16].

ρ min	Significance level		
	1%	5%	10%
0.05 – 0.1	1004	619	451
0.11 – 0.2	251	155	113
0.21 – 0.3	112	69	51
0.31 – 0.4	63	39	29
0.41 - 0.5	41	25	19

Model penelitian ini penentuan ukuran minimum sampel yang diambil berdasarkan pada nilai *path coefficient* 0,25 dan uji kekuatan statistik 80% pada tingkat *significant level* di 5% sehingga diperoleh minimum sample 69. Informasi data 82 responden tersebut diperoleh 80,4% dari jumlah 102 responden.

Menentukan populasi data selain berdasarkan literasi jurnal dan berdasarkan validitas dari para ahli, agar populasi tepat sasaran. Data yang masuk setelah dikumpulkan diperiksa dan kemudian ditentukan pengelompokan berdasarkan, pendidikan, jabatan, dan pengalaman.

Langkah paling krusial dalam penelitian adalah strategi pengumpulan data, menurut Sugiyono dan Hamidi Pengambilan data dilakukan dengan tahap observasi, wawancara dan dokumentasi [17]. Pengumpulan data primer dilakukan dengan tahap validasi *instrument, pilot survey*, pengumpulan data responden, penyebaran kuisioner, validasi hasil kuisioner dan proses input data dan simulasi model pada SEM-PLS. Alur simulasi tahapan penelitian menggunakan SEM-PLS terlihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram Tahapan Simulasi Model Penelitian dengan SEM-PLS

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis data untuk mengetahui dan menganalisis faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kinerja biaya *green retrofitting* berbasis VE dan LCCA diterapkan pada industri beton, faktor dan subfaktor dari variabel diuji menggunakan SEM- PLS ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Key Success Factor

Variable	Main Factor	Sub-Factor	References	
Batching Plant (BP)	<i>Planning (PR)</i>	X.1 <i>Geographical Location</i>	[18], [19],[20]	
		X.2 <i>Economic, Financial Availability</i>	[21],[22],[23],[18]	
		X.3 <i>Legal Compliance & Regulation</i>	[22],[18]	
		X.4 <i>Market Demand</i>	[20]	
		X.5 <i>Procurement (SCM)</i>	[24]	
		X.6 <i>Development team</i>	[25],[26]	
		X.7 <i>Goals and objectives</i>	[27],[24]	
		X.8 <i>Design & Calculation</i>	[22]	
Batching Plant (BP)	<i>Implementation (PL)</i>	X.9 <i>Organisation project and Functional Team</i>	[28],[29]	
		X.10 <i>Communication Stake Holder</i>	[27],[23]	
		X.11 <i>Technic Specification And Drawing</i>	[30],[23]	
		X.12 <i>BOQ</i>	[4]	
		X.13 <i>Job Location</i>	[19]	
		X.14 <i>Time Schedule</i>	[27],[23]	
		X.15 <i>Selection of Machinery and Heavy Equipment</i>	[31]	
		X.16 <i>Technology & Method work</i>	[27],[23]	
		X.17 <i>Commitment Management</i>	[27],[23]	
		X.18 <i>Control and Monitoring</i>	[27],[23]	
		X.19 <i>HSSE & CSR</i>	[32]	
Green Retrofitting Concept (GR)	<i>Management (M)</i>	X.20 <i>Sustainable Purchasing</i>	[33], [8]	
		X.21 <i>Environmental Management</i>	[34], [35], [8]	
		X.22 <i>Quality Management</i>	[8]	
		X.23 <i>Health & Safety Management</i>	[36], [8]	
	<i>Social (S)</i>	X.24 <i>Local Community</i>	[37], [32], [8]	
		X.25 <i>Health Product information</i>	[8]	
		X.26 <i>OHS</i>	[36], [8]	
	Green Retrofitting Concept (GR)	<i>Environment (E)</i>	X.27 <i>Labour Practise</i>	[38],[39], [8]
			X.28 <i>Water Efficiency</i>	[22],[40], [8]
			X.29 <i>Land Use</i>	[41], [8]
			X.30 <i>Life Cycle Impact</i>	[35], [8]
			X.31 <i>Energy & Climate</i>	[42], [8]
			X.32 <i>Secondary Material</i>	[8]
X.33 <i>Biodiversity</i>			[39], [8]	
X.34 <i>Air Quality</i>			[8]	
X.35 <i>Transport</i>			[8]	
X.36 <i>Secondary Fuels</i>			[8]	
<i>Economy (B)</i>	X.37 <i>Local Economy</i>	[43], [8]		
	X.38 <i>Ethical Business</i>	[8]		
	X.39 <i>Innovation</i>	[44], [8]		
	X.40 <i>Feedback Procedure</i>	[8],[45]		
Information phase (TI)	<i>Information phase (TI)</i>	X.41 <i>Information and Coordination</i>	[46],[4]	
		X.42 <i>Data Analysis</i>	[47], [9]	
		X.43 <i>Supporting Rules</i>	[48]	
		X.44 <i>Structured planning</i>	[32]	
		X.45 <i>There is a commitment</i>	[33]	
Function phase (TF)	<i>Function phase (TF)</i>	X.46 <i>Functional analysis</i>	[33]	
		X.47 <i>Development Stage</i>	[49], [9]	

Variable	Main Factor		Sub-Factor	References	
Value Engineering (VE)	Creative phase (TK)	X.48	Material Selection System	[9]	
		X.49	Selection of Working Method	[50],[46]	
	Evaluation phase (TE)	X.50	VE . Study Funding	[46]	
		X.51	Time VE	[46]	
	Development phase (TP)	X.52	Selection of Alternative Materials	[49]	
		X.53	Cost Reduction	[47], [9]	
	Presentation phase (TPr)	X.54	Resources	[51]	
		X.55	Control Implementation	[52]	
	Implementation Phase (Timp)	X.56	Implementation	[47], [9]	
		X.57	Inspection	[47], [9]	
Life Cycle Cost Analysis (LCCA)	Cost Breakdown Structure (CBS)	X.58	Initial Cost	[53],[54]	
		X.59	Cost Energy	[47],[9]	
		X.60	Replacement Fee	[55]	
		X.61	Cost Operational and Maintenance	[47], [9]	
	LCC Analysis (A-L)	X.62	Analysis Period	[47],[9]	
		X.63	Present Time/Year	[56]	
	LCC Modeling (L-M)	X.64	Modeling Without Residual Value	[56]	
		X.65	Modeling With Residual Value	[57], [30]	
	Cost (Y)	Internal & External (Int & Ext)	Y.1	Material Cost	[57], [30]
			Y.2	Labour costs	[48], [30]
Y.3			Equipment Cost	[48], [30]	
Y.4			CSR Cost	[48], [30]	
Y.5			Product Cost Fluctuation	[30]	
Y.6			Environmental Cost	[30]	

PLS-SEM adalah alat yang hebat untuk penelitian yang mencoba memajukan dan mengembangkan teori.[58]. Dalam SEM, ada tiga (tiga) kegiatan simultan: mengkonfirmasi validitas dan reliabilitas instrumen (analisis faktor konfirmatori), menguji model hubungan antar variabel (analisis jalur), dan memperoleh model yang sesuai untuk prediksi (model struktural dan analisis regresi). *Second order confirmatory factor analysis* adalah jenis model pengukuran SEM dua tingkat yang menggambarkan bagaimana variabel laten pada tingkat pertama bertindak sebagai indikator dari variabel laten pada tingkat kedua [59].

3.1 Evaluasi Model Pengukuran (*Outer Loading – PLS algoritm*)

Pengukuran indikator (*Outer Model*) dilakukan dengan melihat Convergent validity, *Construct Reliability*, *Average Variance Extracted-AVE*, *Discriminant validity* dan *cross loading*. Model antara variable laten dan indikator serta variabel median penelitian menggunakan model reflektif. Model reflektif adalah arah sebab akibat dari variabel laten ke indikator, menjadikan indikator sebagai pencerminan

varians dari variabel tersembunyi [60]. Model struktural dalam penelitian ini seperti terlihat pada **Gambar 3**.

Outer Loading

Outer loading merupakan suatu nilai yang menerangkan hubungan (korelasi) antara suatu indikator dan variabel latennya. *Outer loding* merupakan hasil regresi tunggal dari setiap indikator yang membangun. *Loading factor* menjadi perhatian utama dalam model pengukuran baik secara reflektif maupun formatif [61].

Nilai *Convergen validity* pada semua indikator pada tabel tersebut diperoleh > 0,5 sehingga dapat disimpulkan semua indikator diterima dan dipertahankan untuk proses selanjutnya.

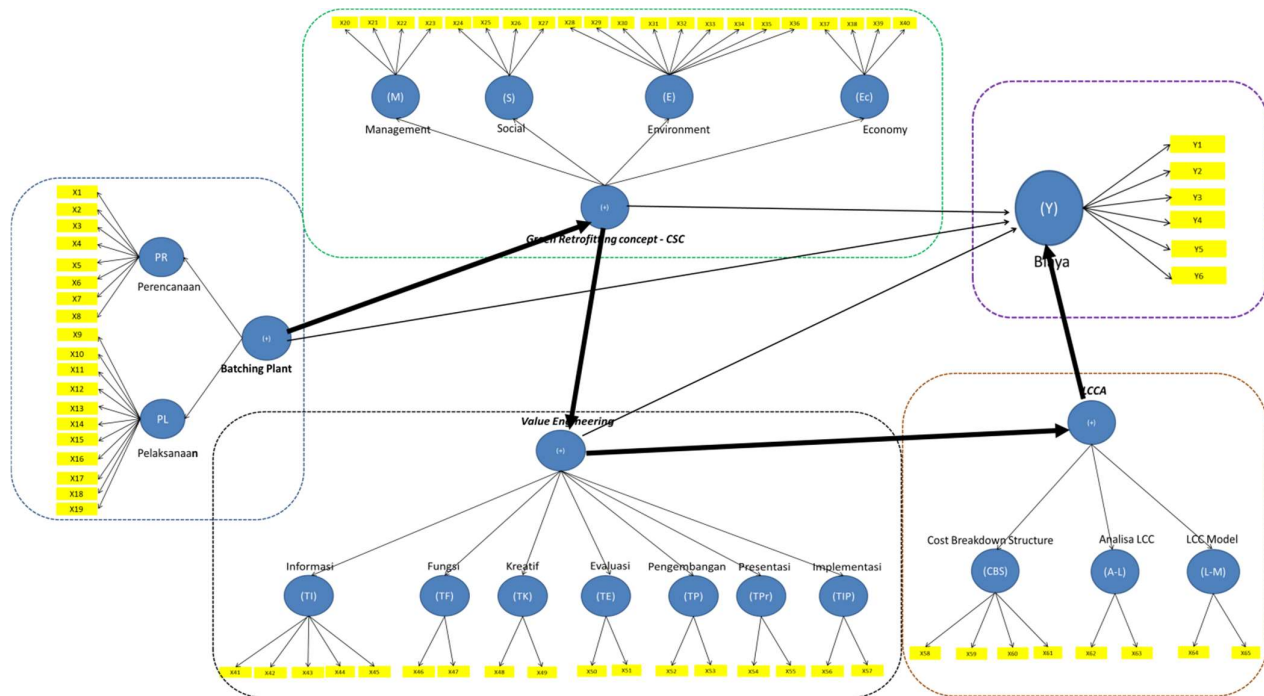
Uji Validitas dan Reabilitas

Menurut Dewi [62], Validitas merupakan ketepatan suatu instrument saat melakukan pengukuran. Validitas faktor dan validitas item adalah dua jenis validitas yang diuji untuk alat pengumpulan data. Sedangkan reabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, apakah alat tersebut digunakan dalam pengukuran dapat diandalkan dan konsisten jika pengukuran diulang. Uji validitas dapat diterima atau dikatakan valid jika nilai *Average Variance Extarcted (AVE)* adalah > 0,5, karena jika AVE > 0,5

menunjukkan bahwa konstruk variabel laten/median menjelaskan lebih dari setengah varian indikatornya [61]. Hasil uji reliabilitas variabel adalah jika dikatakan dapat dipercaya memberikan *Cronbach Alfa* lebih besar dari 0,7, *Composite Reability* lebih besar dari 0,7 [14]. Uji validitas dan reabilitas analisa melalui SEM-PLS (*algoritm*) terlihat pada **Tabel 5**.

Hasil dari nilai *Average Variance Extarcted* (AVE) dan *Composite reability* dalam tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa:

- Hasil dari nilai AVE menunjukkan bahwa variabel laten dan median diperoleh nilai > 0,5, sehingga menunjukkan bahwa variable konvergen sudah valid dan memadai
- Nilai *Composite Reability* dan *Cronbach's alpha* diperoleh > 0,7, sehingga keandalan *instrument* dapat dipercaya dan diterima.



Gambar 3. Model Struktural dan Model jalur hubungan antar variabel Laten

Tabel 3. Kriteria Pengukuran Model Reflektif

Kriteria	Deskripsi
AVE (<i>Average variance Extarcted</i>)	Varian Ekstrak nilai > 0,5, merupakan valid sebagai validitas konvergen [61].
<i>Composite reliability</i>	<i>Composite reliability</i> mengukur <i>internal cosistency</i> dan nilainya harus > 0,6. [61]. [14]
Reabilitas indikator	Loading baku absolut bagian luar dengan nilai > 0,7.[13]
<i>Outer Loading</i>	Nilai <i>outer loading</i> > 0,7 dapat diterima. Sementara nilai <i>outer loading</i> < 0,5 selalu dieliminasi dari proses analisis, [13]
<i>Cross Loading</i>	Ukuran lain dari validitas deskriminan, digunakan untuk pengecekan validitas deskriminan. Setiap blok indikator harus memiliki nilai loading yang lebih besar untuk setiap variabel laten yang diukur dibandingkan indikator untuk variabel laten lainnya, sesuai dengan harapan. [13]

Tabel 4. Outer Loading

Indicator	Convergen Validity	Validitas > 0,5	Indicator	Convergen Validity	Validitas > 0,5
X1	0,773	Accepted	X36	0,712	Accepted
X2	0,765	Accepted	X37	0,830	Accepted
X3	0,784	Accepted	X38	0,789	Accepted
X4	0,806	Accepted	X39	0,883	Accepted
X5	0,634	Accepted	X40	0,852	Accepted
X6	0,766	Accepted	X41	0,754	Accepted
X7	0,792	Accepted	X42	0,714	Accepted
X8	0,779	Accepted	X43	0,804	Accepted
X9	0,736	Accepted	X44	0,760	Accepted
X10	0,805	Accepted	X45	0,808	Accepted
X11	0,778	Accepted	X46	0,917	Accepted
X12	0,657	Accepted	X47	0,918	Accepted
X13	0,810	Accepted	X48	0,919	Accepted
X14	0,808	Accepted	X49	0,853	Accepted
X15	0,724	Accepted	X50	0,941	Accepted
X16	0,836	Accepted	X51	0,944	Accepted
X17	0,838	Accepted	X52	0,862	Accepted
X18	0,662	Accepted	X53	0,900	Accepted
X19	0,776	Accepted	X54	0,901	Accepted
X20	0,802	Accepted	X55	0,918	Accepted
X21	0,856	Accepted	X56	0,889	Accepted
X22	0,675	Accepted	X57	0,886	Accepted
X23	0,824	Accepted	X58	0,933	Accepted
X24	0,948	Accepted	X59	0,821	Accepted
X25	0,833	Accepted	X60	0,943	Accepted
X26	0,851	Accepted	X61	0,871	Accepted
X27	0,894	Accepted	X62	0,951	Accepted
X28	0,853	Accepted	X63	0,958	Accepted
X29	0,752	Accepted	X64	0,997	Accepted
X30	0,753	Accepted	X65	0,996	Accepted
X31	0,870	Accepted	Y1	0,973	Accepted
X32	0,839	Accepted	Y2	0,947	Accepted
X33	0,814	Accepted	Y3	0,951	Accepted
X34	0,788	Accepted	Y4	0,962	Accepted
X35	0,710	Accepted	Y5	0,978	Accepted
			Y6	0,940	Accepted

Tabel 5. Hasil Uji AVE dan Composite Reability

Variable	Composite Reliability (>0,7)	Cronbach's Alpha (>0,7)	Average Variance Extracted (AVE) (>0,5)
Analysis LCC (A-L)	0,953	0,902	0,911
Economy (B)	0,914	0,874	0,727
Cost Breakdown Structure (CBS)	0,940	0,915	0,798

<i>Variable</i>	<i>Composite Reliability (>0,7)</i>	<i>Cronbach's Alpha (>0,7)</i>	<i>Average Variance Extracted (AVE) (>0,5)</i>
Environment (E)	0,938	0,925	0,628
Evaluation Stage (TE)	0,941	0,874	0,888
Function Stage (TF)	0,915	0,813	0,843
Implementation Stage (TIMP)	0,878	0,722	0,783
Information Stage (TI)	0,879	0,827	0,592
Creative Stage (TK)	0,876	0,720	0,779
LCC Modelling (L-M)	0,997	0,994	0,994
Management (M)	0,870	0,799	0,628
Implementation (PL)	0,941	0,930	0,591
Planning (PR)	0,918	0,897	0,584
Development Stage (TPM)	0,878	0,714	0,783
Presentation Stage (TPR)	0,906	0,792	0,828
Social (S)	0,934	0,904	0,779
VE	0,951	0,945	0,535
Green CSC	0,957	0,952	0,514
LCCA	0,932	0,917	0,632
Y= Cost	0,986	0,982	0,919

3.2 Evaluasi Model Struktural (*Inner Loading – Bootstrapping*)

Untuk menguji nilai model struktural (*inner model*) atau model yang menghubungkan antar konstruk (*variable laten*) selanjutnya dianalisis menggunakan *Bootstrapping* atau dengan definisi lain melakukan uji hipotesis [61]. Secara umum bentuk model struktural dapat terlihat pada gambar 5 kemudian dilakukan uji *Bootstrapping*.

Memeriksa kolinearitas antar konstruk dan kekuatan prediksi model merupakan langkah pertama dalam evaluasi model struktural, kemudian gunakan kriteria pengecekan koefisien determinasi (R^2), *cross-validated redundancy* (Q^2), *effect size* (f^2), dan *path coefficients* atau koefisien jalur [63]. Pada **Tabel 6** menunjukkan kriteria untuk pengukuran model yang di ambil dari referensi penelitian.

Tabel 6. Kriteria Pengukuran Model Struktural

Kriteria	Deskripsi
R^2 untuk Variabel Laten/ Median	Nilai R^2 0,7 kategori hubungan Kuat Nilai R^2 0,5 kategori hubungan Moderat Nilai R^2 0,25 kategori hubungan lemah [61].
F^2 untuk <i>effect size</i>	Nilai F^2 0,02 kategori Pengaruh lemah variabel laten pada tataran struktural Nilai F^2 0,15 kategori Pengaruh cukup variabel laten pada tataran struktural Nilai F^2 0,35 kategori Pengaruh kuat variabel laten pada tataran struktural [61].
Prediksi Q^2	Nilai $Q^2 > 0$ menunjukkan nilai rekonstruksi baik dari observasi, model mempunyai relevansi prediktif Nilai $Q^2 < 0$ menunjukkan, model tidak mempunyai relevansi prediktif [61].
Estimasi koefisien jalur (<i>Path Coefficient</i>)	Nilai yang disetimasikan untuk hubungan jalur dalam model structural harus di evaluasi dalam prespektif kekuatan dan signifikansi hubungan P value < 5% dan T Statistic > 1,96 [63].

Nilai R^2 , Q^2 dan F^2

Indikator seberapa besar struktur eksternal dapat menjelaskan konstruksi endogen adalah dengan koefisien determinasi (R²). Koefisien determinasi (R²) diperkirakan memiliki nilai antara 0 dan 1. Model kuat, sedang, dan lemah, yang ditunjukkan oleh nilai R² sebesar 0,75, 0,50, dan 0,25.[16] Chin mengklasifikasikan kriteria R² sebagai kuat, sedang, dan lemah dengan nilai 0,67, 0,33, dan 0,19.[63].

Nilai *R-square* merupakan nilai yang menyatakan seberapa besar variabel bebas mampu menjelaskan *variance* dari variabel tak bebas. Diketahui hasil *R-square* terhadap Y = biaya sebesar 0,840 merupakan semua variabel laten dan median tersebut mampu menjelaskan dari variabel tak bebas atau berpengaruh terhadap biaya sebesar 84%.

Nilai *Q Square* diperoleh > 0 untuk semua variabel laten memprediksikan nilai yang relevan, dan hasil dari *F square*, *F Square* Pada variabel konstruk *batching plant* ke biaya dan VE ke biaya dengan hasil dibawah 0,002 untuk variabel laten dan median lainnya diperoleh > 0,35. Hasil nilai R² dan Q dalam penelitian ini dapat terlihat pada **Tabel 7**.

Path Coefficient dan Interpretasi

Pengukuran *path coefficients* untuk menentukan signifikansi dan hubungan kekuatan antar konstruk serta untuk menguji hipotesis. Nilai koefisien jalur diukur berkisar -1 hingga +1, hubungan antara kedua konstruk semakin kuat jika mendekati nilai +1, dan lemah mendekati -1 [63].

Nilai *Path Coefficient* dalam hasil pengolahan data menggunakan SEM-PLS dapat Terlihat pada **Tabel 8**. Hasil Interpretasi *Path coefficient* sesuai dengan tabel *path coefficient* merupakan hasil yang diambil dari proses *bootstrapping*, hasil analisa jalur atau model struktural berpengaruh signifikan jika nilai T statistic > 1,96 dan p value < 0,05 [63]. Hasil intepretasi dari uji signifikansi analisa jalur langsung bahwa batching plant ke variable pelaksanaan sebesar 47,653(0,000) berpengaruh signifikan bernilai positif, kemudian jalur dari Green CSC ke Environment sebesar 45,241(0,000) berpengaruh signifikan bernilai positif, untuk jalur ketiga merupakan batching plant ke perencanaan sebesar 43,825(0,000) berpengaruh signifikan bernilai positif dan dapat di

urutkan seterusnya. Analisa jalur langsung yang tidak berpengaruh signifikan yaitu batching plant ke biaya 0,440 (0,660) dengan O = 0,102 bernilai positif dan Green CSC ke biaya 0,134 (0,180) dengan O = - 0,024, hal ini di interpretasikan bahwa metode yang berdiri sendiri terhadap hubungan ke biaya green tidak berpengaruh signifikan dan bernilai negatif karena ada dampak biaya yang timbul. Sedangkan untuk uji hipotesis dikatakan hipotesis diterima jika (P.Values) < 0,05 dan T-statistiknya > 1,96 dan hasil tersebut memberikan informasi signifikan [15].

Dalam Pembuktian uji hipotesis penggunaan metode hubungan analisa jalur terhadap biaya green retrofitting dapat terlihat pada analisa jalur tidak langsung atau median spesifik (*Spesific indirect effect*). Hasil hubungan penerapan konsep *green retrofitting* dengan menggunakan metode VE dan LCCA berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja biaya *green retrofitting* pada industri beton/batching plant, hal ini dapat terlihat pada **Tabel 9**.

Tabel 7. Hasil nilai R² dan Q

Variable	R Square	Q Square
<i>Economy (B)</i>	0,667	0,990
<i>Environment (E)</i>	0,884	0,997
<i>Evaluation Stage (TE)</i>	0,753	0,993
<i>Function Stage (TF)</i>	0,769	0,992
<i>Implementation Stage (TIMP)</i>	0,645	0,989
<i>Information Stage (TI)</i>	0,822	0,995
<i>Creatifve Stage (TK)</i>	0,645	0,989
<i>Management (M)</i>	0,765	0,993
<i>Implementation (PL)</i>	0,937	0,998
<i>Planning (PR)</i>	0,877	0,996
<i>Development Stage (TPM)</i>	0,734	0,992
<i>Presentation Stage (TPR)</i>	0,461	0,984
<i>Social (S)</i>	0,643	0,989
<i>CostBreakdown Structure (CBS)</i>	0,655	0,990
<i>LCC Model (L-M)</i>	0,753	0,993
<i>Analysis LCC (A-L)</i>	0,4807	0,985

Tabel 8. Nilai Path Coefficient

<i>Description</i>	<i>Original Sample (O)</i>	<i>T Statistics >1,96</i>	<i>P Values <0,05</i>
<i>BATCHING PLANT-> COST</i>	0,102	0,440	0,660
<i>BATCHING PLANT ->GREEN CSC</i>	0,930	38,354	0,000
<i>BATCHING PLANT -> IMPLEMENTATION</i>	0,968	47,653	0,000
<i>BATCHING PLANT -> PLANNING</i>	0,940	43,825	0,000
<i>GREEN CSC-> COST</i>	- 0,024	0,134	0,180
<i>GREEN CSC-> ECONOMY</i>	0,817	16,237	0,000
<i>GREEN CSC-> ENVIRONMENT</i>	0,936	45,241	0,000
<i>GREEN CSC->MANAGEMENT</i>	0,875	29,795	0,000
<i>GREEN CSC-> SOCIAL</i>	0,802	14,380	0,000
<i>GREEN CSC-> VE</i>	0,892	26,584	0,000
<i>LCCA ->ANALYSIS LCC</i>	0,898	30,516	0,000
<i>LCCA -> COST</i>	1,057	17,867	0,000
<i>LCCA -> CBS</i>	0,809	14,744	0,000
<i>LCCA -> MODEL LCC</i>	0,868	20,257	0,000
<i>VE-> COST</i>	0,823	4,990	0,000
<i>VE->LCCA</i>	0,733	10,910	0,000
<i>VE-> EVALUATION STAGE</i>	0,872	27,063	0,000
<i>VE-> FUNCTION STAGE</i>	0,877	23,979	0,000
<i>VE-> IMPLEMENTATION STAGE</i>	0,803	11,668	0,000
<i>VE-> INFORMATION STAGE</i>	0,907	35,505	0,000
<i>VE-> CREATIVE STAGE</i>	0,856	31,425	0,000
<i>VE-> DEVELOPMENT STAGE</i>	0,857	28,657	0,000
<i>VE-> PRESENTATION STAGE</i>	0,679	6,858	0,000

Tabel 9. Specific Indirect Effect pada SEM PLS**Specific Indirect Effects**

	Original Sampl...	Sample Mean (...)	Standard Devia...	T Statistics (O...	P Values
VE -> LCCA -> ANALISA LCC	0.658	0.656	0.062	10.565	0.000
Green CSC -> VE -> LCCA -> ANALISA LCC	0.587	0.585	0.070	8.373	0.000
Batching Plant -> Green CSC -> VE -> LCCA -> ANALISA LCC	0.546	0.545	0.073	7.494	0.000
Batching Plant -> Green CSC -> Biaya	-0.227	-0.267	0.189	1.204	0.229
VE -> LCCA -> Biaya	0.775	0.773	0.091	8.559	0.000
Green CSC -> VE -> LCCA -> Biaya	0.691	0.690	0.096	7.169	0.000
Batching Plant -> Green CSC -> VE -> LCCA -> Biaya	0.643	0.643	0.099	6.501	0.000
Green CSC -> VE -> Biaya	-0.037	-0.044	0.144	0.256	0.798
Batching Plant -> Green CSC -> VE -> Biaya	-0.034	-0.042	0.134	0.255	0.799
VE -> LCCA -> CBS	0.593	0.588	0.080	7.392	0.000
Green CSC -> VE -> LCCA -> CBS	0.529	0.526	0.084	6.302	0.000

Tabel 10. Hasil Faktor – faktor yang berpengaruh

No	Sub Factor		Nilai Original Sample	Mean	T.Statistic > 1,96 (p < 0,05)	Terhadap R Square
1.	<i>Commitment Management</i>	X17	0,838	5,63	43,856	0,937
2.	<i>Energy & Climate</i>	X31	0,876	5,61	23,037	
3.	<i>Water Efficiency</i>	X28	0,853	5,59	21,636	
4.	<i>Secondary Material</i>	X32	0,839	5,57	20,529	0,884
5.	<i>Air Quality</i>	X34	0,814	5,56	19,237	
6.	<i>Economic, Financial Availability</i>	X4	0,806	5,54	15,952	
7.	<i>Legal Compliance & Regulation</i>	X7	0,792	5,37	10,944	0,877
8.	Aturan Pendukung	X43	0,808	5,35	5,380	0,822
9.	<i>Functional analysis</i>	X47	0,918	5,30	6,953	0,769
10.	<i>Environmental Management</i>	X21	0,856	5,28	33,463	0,765

4. Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam penerapan konsep *green retrofitting* pada industri beton dengan menggunakan metode *value engineering* dan *lifecycle cost analysis* dengan menggunakan SEM-PLS berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kinerja biaya *green retrofitting* dan di dapatkan faktor-faktor yang paling berpengaruh adalah *Comitment Manajemen, energy & climate, water efficiency, secondary material, air quality, economic & financial availability, legal Compliance & regulation, aturan pendukung, functional analysis, dan environmental management*. Dengan menggunakan analisis SEM-PLS terbukti lebih efektif dalam mendapatkan korelasi hubungan untuk mengembangkan teori dalam penelitian.

Penelitian ini diharapkan menjadi awal implementasi penerapan industri beton hijau di Indonesia dapat terwujud, ramah lingkungan dan lebih menguntungkan di masa depan dan berdaya saing tinggi bagi pemangku kepentingan industri beton dan pemerintah Indonesia dalam mewujudkan negara yang maju serta ramah lingkungan dari sektor industri.

Daftar Pustaka

- [1] G. Kashwani, A. Sajwani, M. Al Ashram, and R. Al Yaaqoubi, "Evaluation of Environmental Requirements for Sustainable Ready-Mix Concrete Production in Abu Dhabi Emirate," no. March, pp. 333–339, 2014.
- [2] R. Bayuaji, R. W. Kurniawan, A. K. Yasin, H. A. Takwim, and F. M. Afifah, "Material Inovatif Ramah Lingkungan: Pemanfaatan Komposit Abu Serabut Kelapa dan Fly Ash pada Pasta Semen," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 1, p. 15, 2015, doi: 10.12962/j12345678.v13i1.1590.
- [3] Kementerian PUPR, "Rencana Strategis Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Tahun 2020-2024," pp. 1–23, 2020.
- [4] A. I. Imron and A. E. Husin, "Peningkatan Kinerja Biaya Berbasis Value Engineering Pada Proyek Green Hospital," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 19, no. 3, p. 323, 2021, doi: 10.12962/j2579-891x.v19i3.9144.
- [5] S. Hidayah and A. E. Husin, "Faktor-Faktor yang Paling Berpengaruh pada Pekerjaan Retrofitting Rumah Sakit Berbasis Peraturan yang Berlaku di Indonesia," vol. 20, pp. 323–332, 2022.
- [6] J. Pahnael, A. Soekiman, and M. Wimala, Penerapan Kebijakan Insentif Green Building Di Kota Bandung (Green Building Incentive Policy in Bandung)," *J. Infrac*, vol. 6, no. 1, pp. 1–13, 2020.
- [7] J. Kim, D. Ph, M. Asce, M. Greene, S. Kim, and D. Ph, "Cost Comparative Analysis of a New Green Building Code for Residential Project Development," pp. 1–10, 2014, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000833.
- [8] T. M. Version, "Concrete Sustainability Council."
- [9] A. E. Husin, "Implementation Value Engineering In Diaphragm Wall at High Rise Building," vol. 8, no. 1, pp. 16–23, 2019.
- [10] A. E. Husin, "Model Aliansi Strategis Dalam Kemitraan Pemerintah dan Swasta Pada Mega Proyek Infrastruktur Berbasis Value Engineering Untuk Meningkatkan Nilai Kelayakan Proyek," pp. 1–337, 2015.

- [11] T. C. Marrana, J. D. Silvestre, J. de Brito, and R. Gomes, "Lifecycle Cost Analysis of Flat Roofs of Buildings," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 143, no. 6, p. 04017014, 2017, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001290.
- [12] G. Jonathan and B. Anondho, "Perbandingan Antara Pls Sem Dan Analisis Faktor Untuk Identifikasi Faktor Pengaruh Eksternal Proyek," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, p. 123, 2018, doi: 10.24912/jmts.v1i2.2668.
- [13] J. Sarwono and U. Narimawati, "Membuat Skripsi, Tesis, dan Disertasi dengan Partial Least Square SEM (PLS-SEM)," *Academia*, p. 226, 2015.
- [14] S. Jonathan, "Pengertian Dasar Structural Equation Modeling (SEM)," *J. Ilm. Manaj. Bisnis Ukrida*, vol. 10, no. 3, p. 98528, 2010.
- [15] L. K. Harahap, "Analisis SEM (Structural Equation Modelling) Dengan SMARTPLS (Partial Least Square)," *Fak. Sains Dan Teknol. Uin Walisongo Semarang*, no. 1, p. 1, 2018.
- [16] J. F. Hair Jr, G. T. M. Hult, C. M. Ringle, M. Sarstedt, N. P. Danks, and S. Ray, *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*. 2021.
- [17] J. Herbal, "Pengaruh Health Awarness , Green Product dan Perceived Quality Terhadap Minat Beli," vol. 3, no. 1, pp. 78–86, 2021.
- [18] K. H. Gupta and A. Gaikwad, "Analytical Hierarchy Process (AHP) for Feasibility of Ready Mix Concrete Plant ISSN: 1001-1749 Analytical Hierarchy Process (AHP) for Feasibility of Ready Mix Concrete Volume XVI , Issue VI , JUNE / 2020 Page No : 131," no. June, 2020.
- [19] S. Su, Y. Gong, B. Tan, J. Pi, M. Weng, and Z. Cai, "Area Social Deprivation and Public Health : Analyzing the Spatial Non-stationary Associations Using," *Soc. Indic. Res.*, no. 129, 2016, doi: 10.1007/s11205-016-1390-6.
- [20] T.-L. Weng, W.-T. Lin, S.-H. Weng, and K.-T. Chang, "The Study of Choice the Ready Mix Concrete Materials Factory Plant," *DEStech Trans. Eng. Technol. Res.*, no. apetc, pp. 1116–1123, 2017, doi: 10.12783/dtetr/apetc2017/11165.
- [21] B. Li, A. Akintoye, P. J. Edwards, and C. Hardcastle, "Critical success factors for PPP/PFI projects in the UK construction industry," *Constr. Manag. Econ.*, vol. 23, no. 5, pp. 459–471, 2005, doi: 10.1080/01446190500041537.
- [22] M. Donner, A. Verniquet, J. Broeze, K. Kayser, and H. De Vries, "Critical success and risk factors for circular business models valorising agricultural waste and by-products," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 165, p. 105236, 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105236.
- [23] I. J. Chen and A. Paulraj, "Understanding supply chain management: Critical research and a theoretical framework," *Int.J.Prod.Res.*, vol. 42, no. 1, pp. 131163, 2004, doi: 10.1080/00207540310001602865
- [24] C. Scott-Young and D. Samson, "Project success and project team management: Evidence from capital projects in the process industries," *J. Oper. Manag.*, vol. 26, no. 6, pp. 749766, 2008, doi: 10.1016/j.jom.2007.10.006.
- [25] T. Lager, "Success factors for improvement and innovation of," no. May 2002, 2014, doi: 10.1108/0957606021041660.
- [26] M. Antikainen and K. Valkokari, "A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation," *Technol. Innov. Manag. Rev.*, vol. 6, no. 7, pp. 5–12, 2016, doi: 10.22215/timreview1000.
- [27] R. Pozzi, T. Rossi, and R. Secchi, "Industry 4.0 technologies: critical success factors for implementation and improvements in manufacturing companies," *Prod. Plan. Control*, vol. 0, no. 0, pp. 1–21, 2021, doi: 10.1080/09537287.2021.1891481.
- [28] T. Rachman, "濟無No Title No Title No Title," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 10–27, 2018.
- [30] A. Bakri, A. Nur Aizat Ahmad, and M. Arif Mahzan, "a Review on Critical Success Factors for Total Productive Maintenance and Development of Research Framework," vol. 7, no. 2018, pp. 548–552, 2017.
- [31] R. F. Aziz, "Statistical model for predicting and improving ready mixed concrete batch plants' performance ratio under different influences," *Alexandria Eng. J.*, vol. 57, no. 3, pp. 1797–1809, 2018, doi: 10.1016/j.aej.2017.06.016.
- [32] J. Rivera, M. A. Naranjo, J. Robalino, F. Alpizar, and A. Blackman, "Local Community Characteristics and Cooperation for Shared Green Reputation," *Policy Stud. J.*, vol. 45, no. 4, pp. 613–632, 2017, doi: 10.1111/psj.12156.
- [33] D. Jo and C. Kwon, "Structure of green supply chain management for sustainability of small and medium enterprises," *Sustain.*, vol. 14, no. 1, 2022, doi: 10.3390/su14010050.

- [34] N. Mohamed, W. H. W. Mahmood, M. R. Muhamad, and M. Z. Yusup, "Initial study of factors on green supply chain management, green supplier strategy and work system performance," *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 12, no. 5, pp. 178–184, 2020, doi: 10.30880/ijie.2020.12.05.021.
- [35] T. Ahmad, A. A. Aibinu, and A. Stephan, "Green Building Success Criteria: Interpretive Qualitative Approach," *J. Archit. Eng.*, vol. 27, no. 1, p. 04020045, 2021, doi:10.1061/(asce)ae.19435568.0000448.
- [36] A. Nawaz, X. Su, Q. M. U. Din, M. I. Khalid, M. Bilal, and S. A. R. Shah, "Identification of the h&s (Health and safety factors) involved in infrastructure projects in developing countries-a sequential mixed method approach of OLMT-project," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 2, 2020, doi: 10.3390/ijerph17020635.
- [37] S. Herath and S. C. Chong, "Key components and critical success factors for project management success: A literature review," *Oper. Supply Chain Manag.*, vol. 14, no. 4, pp. 431–443, 2021, doi: 10.31387/oscm0470314.
- [38] Z. Wei, B. Han, X. Pan, M. Shahbaz, and M. W. Zafar, "Effects of diversified openness channels on the total-factor energy efficiency in China's manufacturing sub-sectors: Evidence from trade and FDI spillovers," *Energy Econ.*, vol. 90, p. 104836, 2020, doi: 10.1016/j.eneco.2020.104836.
- [39] H. Sciences, 濟無No Title No Title No Title, vol. 4, no. 1. 2016.
- [40] W. Hu, J. Tian, and L. Chen, "Assessment of sustainable water stewardship and synergistic environmental benefits in Chinese industrial parks," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 170, no. April, p. 105589, 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105589.
- [41] H. Ge and Z. Ning, "Implementation Performance Evaluation on Land Use Planning: A Case of Chengdu, China," vol. 8, no. 4, pp. 34–38, 2012, doi: 10.3968/j.ccc.1923670020120804.1020.
- [42] E. Giovanis and O. Ozdamar, "Health status, mental health and air quality: evidence from pensioners in Europe," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 25, no. 14, pp. 14206–14225, 2018, doi: 10.1007/s11356-018-1534-0.
- [43] O. Barakat, A. Bendou, and R. Oumlil, "Key Success Factors in Managing Basic Infrastructure Projects of Rural Development Communal Plans in Morocco," *J. Rural Dev.*, vol. 37, no. 4, p. 679, 2018, doi: 10.25175/jrd/2018/v37/i4/110562.
- [44] J. F. De Medeiros, J. L. D. Ribeiro, and M. N. Cortimiglia, "Success factors for environmentally sustainable product innovation: A systematic literature review," *J. Clean. Prod.*, vol. 65, pp. 76–86, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.08.035.
- [45] F. H. Lien, "Critical Success Factors of Corporate Performance Management (CPM) Literature Study and Empirical Findings," *Fifth Int. Conf. Bus. Intell. Technol. II.*, no. c, pp. 6–14, 2015.
- [46] A. Ng, R. D. Wirahadikusumah, and B. Hasiholan, "Kajian Good Practice Penerapan Value Engineering pada Industri Konstruksi Indonesia," no. 1, pp. 20–21, 2021.
- [47] A. F. Kineber, I. Othman, A. E. Oke, N. Chileshe, and T. Zayed, "Exploring the value management critical success factors for sustainable residential building— A structural equation modelling approach," *J. Clean. Prod.*, vol. 293, p. 126115, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126115.
- [48] E. Plebankiewicz, "Model of predicting cost overrun in construction projects," *Sustain.*, vol. 10, no. 12, 2018, doi: 10.3390/su10124387.
- [49] T. Chow and D. B. Cao, "A survey study of critical success factors in agile software projects," *J. Syst. Softw.*, vol. 81, no. 6, pp. 961–971, 2008, doi: 10.1016/j.jss.2007.08.020.
- [50] M. Stanitsas, K. Kirytopoulos, and V. Leopoulos, "Integrating sustainability indicators into project management: The case of construction industry," *J. Clean. Prod.*, vol. 279, p. 123774, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123774.
- [51] I. Othman, A. F. Kineber, A. E. Oke, T. Zayed, and M. K. Buniya, "Barriers of value management implementation for building projects in Egyptian construction industry," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 12, no. 1, pp. 21–30, 2021, doi: 10.1016/j.asej.2020.08.004.
- [52] S. Coles, *An introduction to extreme values*, vol. 1. 2015.
- [53] P. H. Maqsood Ahmad Sandhu, Ahm Shamsuzzoha, "기사 (Article) 와 안내문 (Information) [" *Eletronic Libr.*, vol. 34, no. 1, pp. 1–5, 2018.
- [54] M. A. Kristianto and V. Y. R. Damanik, "Analisis Life Cycle Cost Penerapan Vertical Greening Systems Di Indonesia," *Ultim. J. Komun. Vis.*, vol. 9, no. 2, pp. 74–80, 2018, doi: 10.31937/ultimart.v9i2.754.
- [55] M. Altaf et al., "Evaluating the awareness and implementation level of LCCA in the construction

- industry of Malaysia,” *Ain Shams Eng. J.*, vol. 13, no.5,p.101686,2022,doi: 10.1016/j.asej.2021.101686.
- [56] S. K. Fuller and S. R. Petersen, *LCCosting Manual for the Federal Energy Management Program*, no. 135. 1996.
- [57] F. Suterisno and N. S. Munir, “Strategi Penyempurnaan Implementasi Shared Service Multi Tower Pada Subholding Commercial & Trading Pertamina,” *J. Muara Ilmu Ekon. dan Bisnis*, vol. 5, no. 2, p. 261, 2021, doi: 10.24912/jmieb.v5i2.11678.
- [58] S. Haryono, “Mengenal Metode Structural Equation Modeling (SEM) untuk penelitian manajemen menggunakan AMOS,” *J. Ekon. dan Bisnis STIE YPN Vol. VII No. 1 Oktober 2014*, vol. VII, no. 1, pp. 23–34, 2014.
- [59] J. Gaussian, “1 , 2 , 3 1,” vol. 4, pp. 83–92, 2015.
- [60] B. A. B. Iii, “No Title,” pp. 21–37, 2017.
- [61] J. F. Hair, M. Sarstedt, L. Hopkins, and V. G. Kuppelwieser, “Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research,” *Eur. Bus. Rev.*, vol. 26, no. 2, pp. 106–121, 2014, doi: 10.1108/EBR-10-2013-0128.
- [62] D.A.N.N.Dewi, “Modul Uji Validitas Dan Hormonal,” *Univ. diponegoro*, no. October, 2018.
- [63] Ghozali & Laten 2015, “Partial Least Squares Konsep,Teknik Dan Aplikasi Menggunakan Program SmartPLS 3.0 (2nd ed.),” *Acad. (Accelerating world’s Res.*, pp. 1–8, 2018.