

## ANALISIS FAKTOR YANG BERPENGARUH DALAM PENERAPAN KONSEP GREEN PADA BANGUNAN FLOUR MILL PLANT MENGGUNAKAN SEM-PLS

Iwan Kurniawan<sup>1</sup>, Albert Eddy Husin<sup>2,\*</sup>

<sup>1,2</sup> Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta,  
Jl. Meruya Selatan No. 1 Kembangan; Jakarta Barat 1165

\*E-mail: [albert\\_eddy@mercubuana.ac.id](mailto:albert_eddy@mercubuana.ac.id)

Diterima: 15 Desember 2022

Direvisi: 17 April 2023

Disetujui: 17 Juli 2023

### ABSTRAK

Bangunan Utama Flour Mill Plant merupakan bagian utama dari pabrik tepung terigu yang terdiri dari Wheat Bins, Process Area, Finish Bins, Laboratory dan Buck Loading Area. Pembangunan bangunan pabrik yang menerapkan konsep Green sangat dibutuhkan, hal ini sesuai misi dari Sustainable Development Goals 2030, bahwa pada tahun 2030 bangunan baru berkonsep green sebesar 100% dan bangunan ekisting sebesar 60%. Untuk mengurangi beban lingkungan pada suatu industri maka perlu dibangun dan dikembangkan bangunan pabrik yang berkonsep green. Penerapan konsep green pada Bangunan Utama Flour Mill Plant digunakan analisis dengan Structural Equation Modelling – Part Least Square (SEM-PLS). Dari penelitian ini didapatkan “10 faktor-faktor yang berpengaruh kepada kinerja biaya pada proyek Green Bulding Flour Mill Plant” yaitu Performance Proyek Manajer, Perhitungan efisiensi energi, Spesifikasi teknis, Penyediaan lahan parkir, Aturan pendukung, Sumber air, Fungsi analisis, Penerapan sistem penanganan sampah, pemilihan material alternatif dan Biaya energi.

**Kata kunci:** Bangunan Utama Flour Mill, Green Building, Value Engineering, Life Cycle Cost Analysis, SEM-PLS

### ABSTRACT

The Main Building of the Flour Mill Plant is the main part of the wheat flour mill consisting of Wheat Bins, Process Area, Finish Bins, Laboratory, and Buck Loading Area. The construction of factory buildings that apply the Green concept is urgently needed, this is to the mission of the Sustainable Development Goals 2030, that by 2030 the new development will have a concept of 100% and an existing building of 60%. To reduce the environmental burden on an industry, it is necessary to build and develop a factory building with a green concept. The Implementation of the Green Concept to the Main Building of the Flour Mill Plant using Structural Equation Modeling – Part Least Square (SEM-PLS). The result of this study is that there are "10 factors that affect the cost performance of the Green Building Flour Mill Plant project", Project Manager Performance, Energy Efficiency, Technical Specifications, Provision of Parking Lots, Management Commitment, Water Sources, Analysis Functions, Waste Handling Systems, Selection of Alternative Materials, and Energy Costs.

**Keywords:** Flour Mill Main Building, Green Building, Value Engineering, Life Cycle Cost Analysis, SEM-PLS

### PENDAHULUAN

Fenomena *globang warning* yang disebabkan oleh efek gas rumah kaca menjadi

salah satu topik yang banyak dibahas. Salah satu indikator bumi mengalami perubahan yang ditandai dengan tingginya konsentrasi

karbondioksida (CO<sub>2</sub>) diudara yang bersifat untuk menghalangi panas dari bumi.

Bangunan memainkan peran penting dalam menipisnya sumber daya alam dan energi, kerusakan ekosistem, dan pemanasan global. Bangunan dan konstruksi berkontribusi 39% dari semua energi dan emisi karbon dioksida terkait proses (Ahn et al., 2016). Dari jumlah tersebut, 28% terkait dengan operasi bangunan dan 11% dengan bahan dan konstruksi (Robati et al., 2021). Bangunan juga mengkonsumsi 12% dari semua sumber daya air tawar, menghasilkan 30% dari semua emisi gas rumah kaca yang bertanggung jawab dan menghasilkan pemanasan global, dan mengambil 10% dari seluruh luas daratan.

Bangunan Utama Pabrik Tepung adalah bagian utama dari pabrik tepung terigu yang terdiri dari Tempat Sampah Gandum, Area Proses, Tempat Finishing, Laboratorium, dan Area Pemuatan Uang. Di Indonesia, hanya ada satu Pabrik Flour Mill yang menerapkan konsep Green. Sehingga diperlukan pembangunan gedung pabrik yang menerapkan konsep Green.

Seiring dengan peningkatan konsumsi gandum industri, (Saajidah & Sukadana, 2020) pembangunan Pabrik Tepung menjadi sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi tepung terigu baik untuk industri besar, industri kecil maupun menengah, dan penggunaan rumah tangga yang terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk.

Konstruksi hijau telah mencapai pertumbuhan yang cepat selama beberapa dekade terakhir. Namun, terlepas dari keberhasilannya, konstruksi hijau menghadapi berbagai masalah yang disebabkan oleh pendekatan manajemen proyek yang buruk. Bidang ini menunjukkan bahwa 30% proyek konstruksi hijau sedang menjalani pengerjaan ulang, 50% proyek konstruksi hijau terganggu oleh penundaan (B. G. Hwang et al., 2016) dan 90% proyek konstruksi hijau memerlukan premi biaya hingga 21% untuk memastikan penyelesaiannya (Dwaikat & Ali, 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa premi *green cost* berkisar antara 5% hingga 10%, dengan jenis dan ukuran proyek menjadi faktor utama yang mempengaruhi premi biaya. Selain itu, kinerja harga hampir melebihi anggaran, mulai dari 4,5% hingga 7% (Bon Gang Hwang et al., 2017)

Penerapan *Green Construction* pada proyek memberikan nilai tambah bagi kontraktor, dengan memberikan efisiensi dalam penggunaan energi listrik, air, material, dan bahan bakar (Abduh M, 2012). Selain itu juga akan menghemat biaya produksi dalam proses konstruksi dan memberikan keuntungan yang lebih baik bagi pelaku usaha konstruksi. *Green Construction* dapat meminimalisir kerusakan yang telah terjadi, dan sebagai cara untuk memperbaiki kerusakan yang telah terjadi (Rauzana et al., 2020). Kenaikan biaya yang terjadi pada konsep hijau dapat ditekan dengan penerapan *Value Engineering* pada tahap implementasi (Rani, 2022).

*Value Engineering* (VE) merupakan tinjauan sistematis proyek, produk, atau proses untuk meningkatkan kinerja, kualitas, dan / atau biaya siklus hidup oleh tim spesialis multi-disiplin independen (Berawi, 2004) dalam (Husin, 2019). Analisis Life Cycle Cost dalam *Value Engineering* dilakukan berdasarkan pada nilai dan digunakan untuk mengidentifikasi alternatif dengan biaya paling rendah. (Husin, 2015).

Menurut SAVE International (2007), rekayasa nilai adalah sistem mengawasi pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan oleh Tim interdisipliner untuk meningkatkan nilai proyek melalui analisis terperinci tentang hubungan fungsi-biaya mereka. Ini sebuah proses. (Knowledge, 2007). Al-Yousefi juga mendefinisikan VE-nya sebagai metodologi yang sepenuhnya mempertimbangkan perubahan untuk mencegah perubahan yang tidak diinginkan (Chen et al., 2022).

*Life Cycle Cost Analysis* (LCCA) adalah metode pengoptimalan untuk memilih solusi yang menghasilkan uang paling banyak selama masa pakainya, atau, dengan kata lain, memiliki biaya siklus hidup terendah, yang merupakan tujuan utama analisis teknis dan ekonomi (Marrana et al., 2017).

Pendekatan analitis LCCA membantu dalam menemukan opsi paling ekonomis yang memenuhi tujuan proyek dan menyumbangkan data penting untuk keseluruhan proses pengambilan keputusan (Marrana et al., 2017). LCCA sangat berguna ketika proyek alternatif yang memenuhi persyaratan kinerja yang sama tetapi dengan biaya awal dan operasi yang berbeda perlu dibandingkan untuk memilih salah satu yang memaksimalkan penghematan biaya (Marrana et al., 2017).

Melalui konsep hubungan antara faktor-faktor pada obyek Bangunan Utama Flour Mill Plant, konsep green, *Value Engineering* dan *Life Cycle Cost Analysis* dapat diteliti pengaruh terhadap peningkatan kinerja biaya green pada Bangunan Utama *Flour Mill Plant*. Model dan konsep hubungan yang kompleks tersebut dapat menggunakan model analisis *Partial Least Square* untuk Persamaan Struktural (SEM-PLS). Model untuk SEM meliputi model struktural dan model pengukuran. Selain itu SEM juga digunakan untuk menyesuaikan model bertingkat secara serempak yang tidak dapat diselesaikan oleh persamaan regresi linier. SEM juga dianggap sebagai gabungan dari analisis regresi dan analisis faktor (Jonathan & Anondho, 2018).

### METODE PENELITIAN

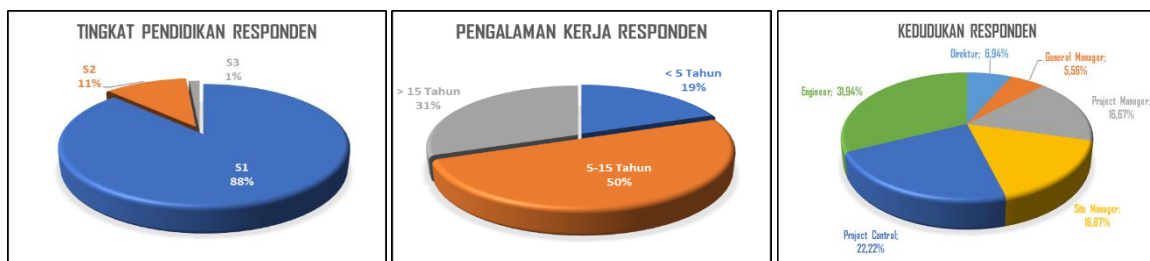
Dalam menganalisis peneliti menggunakan software SEM PLS versi 3.0, dan untuk menentukan ukuran sampel apakah data tersebut memenuhi persyaratan pada model SEM-PLS. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah karakteristik dari model itu sendiri diantaranya, ukuran sampel, bentuk

sebaran data, missing values dan skala pengukuran. Minimum ukuran sample yang diambil didasarkan pada perbedaan level pada path coefficients ( $p$  Min) dan uji kekuatan statistik 80 % (Hair Jr et al., 2021).

**Table 1.** Minimum Ukuran Sample

$p$ min	Signifikan 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

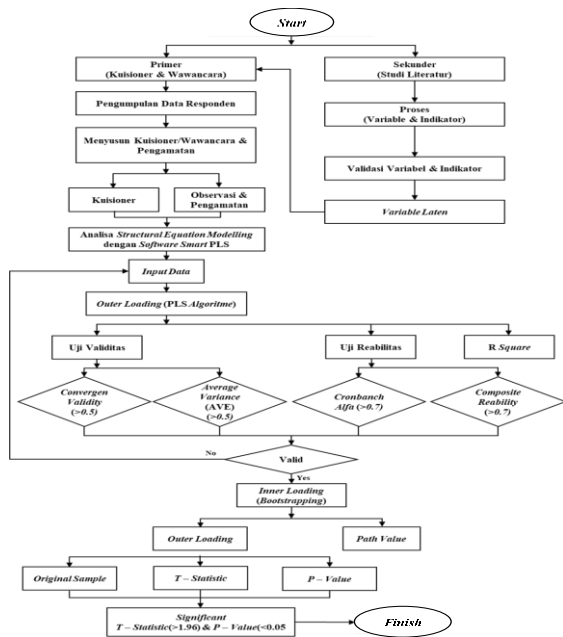
Model penelitian ini penentuan ukuran minimum sampel yang diambil berdasarkan pada nilai *path coefficient* 0.25 dan uji kekuatan statistik 80% pada tingkat significant level di 5% sehingga diperoleh minimum sample 69. Pada penelitian ini, kuisisioner disebarkan kepada 85 responden. Dari peyebaran tersebut, yang mengembalikan kuisisioner sebanyak 72 responden, sehingga diperoleh prosentase kuisisioner yang kembali yaitu sebesar 84.71%.



**Gambar 1.** Data Responden

Teknik dari pengumpulan data menurut Sugiyono (2010:62), adalah langkah yang paling strategis dalam penelitian, pengambilan data dilakukan dengan tahap Observasi. (Nawawi dan Martini, 1992:74), wawancara (Sugiyono, 2010:194), dan dokumentasi

(Hamidi, 2004:72), sedangkan pengumpulan data primer dilakukan dengan tahap validiasi instrument, pilot survey, pengumpulan data responden, penyebaran kuisisioner, validasi hasil kuisisioner dan proses input data dan simulasi model pada SEM-PLS.



**Gambar 2.** Digram Pengolahan Data dengan SEM-PLS

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kuesioner yang dikumpulkan oleh peneliti dalam penelitian ini dan akan diolah dan dianalisis menggunakan “*Structural Equation Modeling*” (SEM). Metode ini seolah-olah dapat mendominasi penggunaan dari analisis jalur dan regresi berganda yang sudah sering dipakai selama ini. Hal ini dikarenakan analisis ini lebih lebih komprehensif karena setiap nilai pada tiap-tiap pertanyaan dari masing-masing variabel laten atau faktor atau didalam metode ini disebut sebagai variabel observed atau sub faktor dari sebuah variabel laten dapat dianalisa secara komprehensif. Peneliti menggunakan software SEM SMART-PLS versi 3.0.

**Table 2.** Variabel Penelitian

Variabel	Main Faktor	Sub Faktor	Referensi
<b>Bangunan Utama Flour Mill Plant (X1)</b>	<b>Manajemen Proyek</b>	X.1 Organisasi Proyek	(Al-Hosani & Rashid, 2021)
		X.2 Manajemen Risiko	(Al-Hosani & Rashid, 2021)
		X.3 Monitoring & Controlling	(Gunduz & Almuajebh, 2020)
		X.4 Project Manager Performance	(Gunduz & Almuajebh, 2020)
		X.5 Communication & Coordination	(Al-Hosani & Rashid, 2021)
	<b>Dokumen Kontrak</b>	X.6 BOQ	(Al-Hosani & Rashid, 2021)
		X.7 Gambar Teknis	(Imron & Husin, 2021)
		X.8 Spesifikasi Teknis	(Al-Hosani & Rashid, 2021)
		X.9 Jadwal Pekerjaan	(Imron & Husin, 2021)
		X.10 Requisition dan Syarat-Syarat	(Al-Hosani & Rashid, 2021)
<b>Green Building (X2)</b>	<b>Pengolahan Tapak</b>	X.11 Orientasi Bangunan	(PUPR No. 21, 2021)
		X.12 Pengolahan Tapak Termasuk Aksesibilitas atau Sirkulasi	(PUPR No. 21, 2021)
		X.13 Pengolahan Lahan Terkontaminasi Limbah Bahan Berbahaya & Beracun	(PUPR No. 21, 2021)
		X.14 Penyediaan Lahan Parkir	(PUPR No. 21, 2021)
		X.15 Penyediaan Jalur Pedestrian	(PUPR No. 21, 2021)
		X.16 Pengelolaan Tapak Basemen	(PUPR No. 21, 2021)
		X.17 Rencana Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat	(PUPR No. 21, 2021)
		X.18 Sistem Pencahayaan Ruang Luar	(PUPR No. 21, 2021)
		X.19 Pembangunan Bangunan Gedung diatas dan/atau di Bawah Tanah, Air dan/atau Prasarana/Sarana Umum	(PUPR No. 21, 2021)

Variabel	Main Faktor	Sub Faktor	Referensi	
<b>Green Building (X2)</b>	<b>Efisiensi Penggunaan Energi</b>	X.20 Selubung Bangunan	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.21 Sistem Ventilasi	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.22 Sistem Pengondisian Udara	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.23 Sistem Pencahayaan	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.24 Perhitungan Efisiensi Energi	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.25 Sistem Transportasi dalam Gedung	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.26 Sistem Kelistrikan	(PUPR No. 21, 2021)	
	<b>Efisiensi Penggunaan Air</b>	X.27 Pemakaian Air	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.28 Penggunaan Peralatan Saniter Hemat Air (Water Fixture)	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.29 Sumber Air	(PUPR No. 21, 2021)	
	<b>Kualitas Udara</b>	X.30 Pelarangan Merokok	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.31 Pengendalian CO2 dan CO	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.32 Pengendalian Penggunaan Bahan Pembeku (Refrigerant)	(PUPR No. 21, 2021)	
	<b>Material Ramah Lingkungan</b>	X.33 Pengendalian Penggunaan Material Berbahaya	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.34 Penggunaan Material Bersertifikat Ramah Lingkungan (Eco-Labeling)	(PUPR No. 21, 2021)	
	<b>Pengelolaan Sampah</b>	X.35 Penerapan Prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle)	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.36 Penerapan Sistem Penanganan Sampah	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.37 Penerapan Sistem Pencatatan Timbulan Sampah	(PUPR No. 21, 2021)	
	<b>Pengelolaan Air Limbah</b>	X.38 Penyediaan Fasilitas Pengolahan Air Limbah	(PUPR No. 21, 2021)	
		X.39 Daur Ulang Air yang Berasal dari Air Limbah Domestik	(PUPR No. 21, 2021)	
	<b>Value Engineering (X3)</b>	<b>Tahap Informasi</b>	X.40 Adanya Komitmen / Dukungan Top Management	(Kineber et al., 2020)
			X.41 Informasi dan Komunikasi	(Karolina et al., 2021)
			X.42 Data Analysis	(Ariadi, 2017)
			X.43 Perencanaan Terstruktur	(Ariadi, 2017)
		<b>Tahap Fungsi</b>	X.44 Aturan Pendukung	(Kineber et al., 2020)
			X.45 Meningkatkan kualitas proyek	(Hair et al., 2014)
		<b>Tahap Kreatif</b>	X.46 Fungsi Analisis	(Husin, 2019)
			X.47 Tahap Pengembangan	(Karolina et al., 2021)
		<b>Tahap Evaluasi</b>	X.48 Sistem Pemilihan Material	(Husin, 2019)
			X.49 Waktu Studi <i>Value Engineering</i>	(Husin, 2019)
			X.50 Hasil Ide dan Evaluasi Alternatif	(Ariadi, 2017)
		<b>Tahap Pengembangan</b>	X.51 Pengurangan Biaya Material	(Zhan et al., 2022)
X.52 Pemilihan Material Alternatif			(Zhan et al., 2022)	
<b>Tahap Presentasi</b>		X.53 Penyelesaian Implementasi	(Ariadi, 2017)	
	X.54 Sumber Daya	(Husin, 2019)		
<b>Tahap Implementasi</b>	X.55 Pemeriksaan Implementasi	(Hair et al., 2014)		
	X.56 Tindak Lanjut Pemeriksaan	(Chen et al., 2022)		
	X.57 Biaya Awal	(Ariadi, 2017)		
<b>Life Cycle Cost Analysis (X4)</b>	<b>Cost Breakdown Structure (CBS)</b>	X.58 Biaya Energi	(Husin, 2019)	
		X.59 Biaya Penggantian	(Hair et al., 2014)	
		X.60 Biaya Operasional Dan Maintenance	(Chen et al., 2022)	

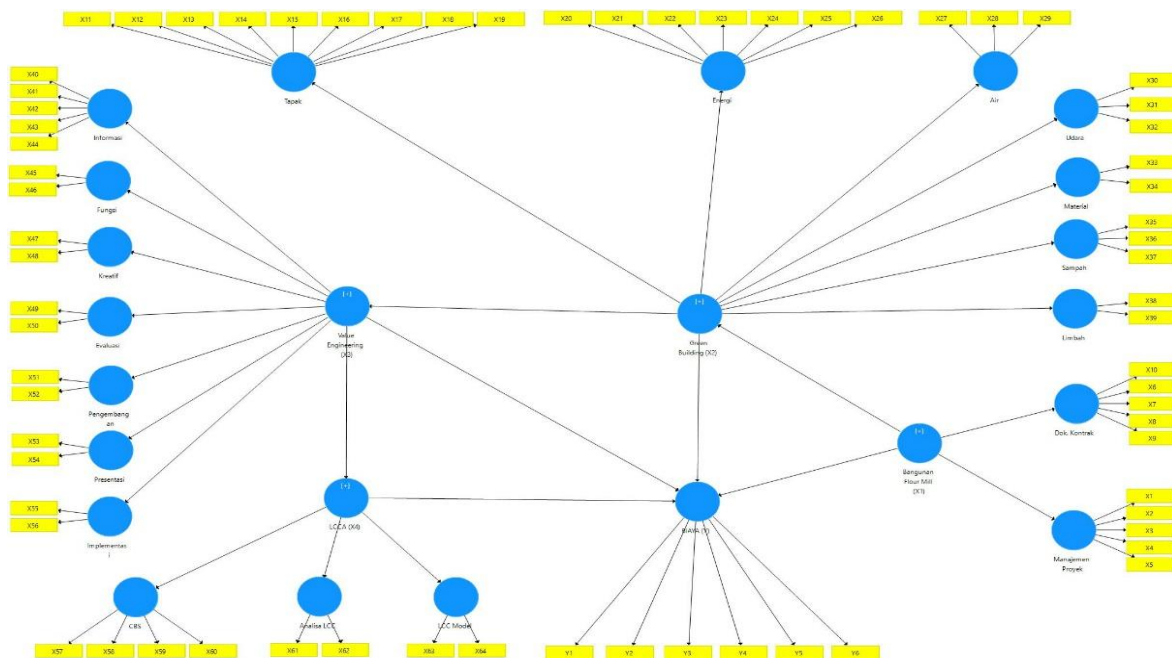
Variabel	Main Faktor	Sub Faktor	Referensi
	<b>Analisa LCC (A-L)</b>	X.61 Periode Analisa	(Fuller & Petersen, 1996)
		X.62 Present Time / Tahun Ke	(Fuller & Petersen, 1996)
	<b>Lcc Modeling (L-M)</b>	X.63 Modeling Tanpa Nilai Sisa	(Fuller & Petersen, 1996)
		X.64 Modeling Dengan Nilai Sisa	(Fuller & Petersen, 1996)
<b>Biaya (Y)</b>	<b>Faktor Internal &amp; Eksternal</b>	Y.1 Biaya Material	(Chen et al., 2022)
		Y.2 Biaya Tenaga Kerja	(Chen et al., 2022)
		Y.3 Biaya Peralatan	(Karolina et al., 2021)
		Y.4 Biaya Pengiriman	(Gunduz & Almuajebh, 2020)
		Y.5 Flutukuasi Harga Material	(Plebankiewicz, 2018)
		Y.6 Biaya Lingkungan	(Plebankiewicz, 2018)

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

Pengukuran indikator (Outer Model) dilakukan dengan melihat *Convergent validity*, *Average variance Extracted-AVE*, *Construct Realibility* dan *Cronbach’s Alpha*. Model antara variabel laten dan indikator serta variabel median penelitian menggunakan model reflektif.

Dalam SEM, ada 3 (tiga) kegiatan yang dilakukan secara serempak, yaitu: memvalidasi dan menilai keandalan data

(*confirmatory factor analysis*); mengembangkan model yang cocok untuk peramalan (path analysis); dan memperoleh model (model struktural dan analisis regresi). Setiap pemodelan memiliki koneksi ke model pengukuran, model struktural, atau model kausal. Berbeda dengan model struktural, yang merupakan pemodelan yang menggambarkan hubungan hub-and-spoke yang sedang dihipotesiskan, pengukuran model digunakan untuk menghasilkan kesimpulan tentang validitas dan validitas diskriminan.



**Gambar 3.** Pemodelan dengan SEM-PLS

**3.1.1. Outer Loading**

*Outer loading* adalah nilai yang menjelaskan hubungan (korelasi) antara suatu indikator dengan variabel latennya. Outer loading merupakan hasil regresi tunggal dari

setiap indikator yang dibangun. Loading factor menjadi perhatian utama dalam model pengukuran baik secara reflektif maupun formatif (Hair et al., 2014).

**Table 3.** *Outer Loading*

Indikator	Outer Loading	Validitas > 0.5	Indikator	Outer Loading	Validitas > 0.5
X.1	0.870	Diterima	X.36	0.856	Diterima
X.2	0.673	Diterima	X.37	0.815	Diterima
X.3	0.827	Diterima	X.38	0.933	Diterima
X.4	0.885	Diterima	X.39	0.941	Diterima
X.5	0.710	Diterima	X.40	0.857	Diterima
X.6	0.847	Diterima	X.41	0.818	Diterima
X.7	0.787	Diterima	X.42	0.811	Diterima
X.8	0.884	Diterima	X.43	0.844	Diterima
X.9	0.818	Diterima	X.44	0.779	Diterima
X.10	0.821	Diterima	X.45	0.875	Diterima
X.11	0.758	Diterima	X.46	0.886	Diterima
X.12	0.705	Diterima	X.47	0.953	Diterima
X.13	0.782	Diterima	X.48	0.969	Diterima
X.14	0.630	Diterima	X.49	0.895	Diterima
X.15	0.820	Diterima	X.50	0.900	Diterima
X.16	0.851	Diterima	X51	0.944	Diterima
X.17	0.758	Diterima	X.52	0.938	Diterima
X.18	0.830	Diterima	X.53	0.906	Diterima
X.19	0.848	Diterima	X.54	0.900	Diterima
X.20	0.729	Diterima	X.55	0.907	Diterima
X.21	0.768	Diterima	X.56	0.920	Diterima
X.22	0.791	Diterima	X.57	0.706	Diterima
X.23	0.710	Diterima	X.58	0.927	Diterima
X.24	0.749	Diterima	X.59	0.823	Diterima
X.25	0.750	Diterima	X.60	0.758	Diterima
X.26	0.841	Diterima	X.61	0.873	Diterima
X.27	0.625	Diterima	X.62	0.947	Diterima
X.28	0.762	Diterima	X.63	0.950	Diterima
X.29	0.779	Diterima	X.64	0.963	Diterima
X.30	0.768	Diterima	Y.1	0.959	Diterima
X.31	0.837	Diterima	Y.2	0.898	Diterima
X.32	0.745	Diterima	Y.3	0.955	Diterima
X.33	0.898	Diterima	Y.4	0.919	Diterima
X.34	0.904	Diterima	Y.5	0.962	Diterima
X.35	0.980	Diterima	Y.6	0.978	Diterima

**3.1.2. Uji Validitas dan Realibilitas**

Uji validitas digunakan untuk mengukur valid atau tidaknya sebuah instrumen penelitian dengan memberikan informasi dari variabel yang diuji dengan benar (Nur & Husin, 2022). Uji validitas dapat diterima atau dikatakan valid jika nilai *Convergence Validity* lebih besar dari 0.5 dan nilai *Average Variance Extracted (AVE)* lebih besar dari 0.5.

Uji reliabilitas dilakukan dengan melihat nilai dari Composite reliability didapatkan dari blok indikator yang mengukut konstruk. Hasil *Composite reliability* dan *Cronbach's alpha* menunjukkan nilai yang memuaskan jika diatas 0.7. Nilai Composit reliability pada output disajikan pada tabel berikut:

**Table 4.** Nilai Composite Reliability, Cronbach's Alpha dan AVE

Variabel	Composite Reability (> 0.7)	Cronbach's Alpha (> 0.7)	Average Variance Extracted (AVE) (> 0.7)
Efisiensi Penggunaan Air	0.838	0.709	0.633
Analisa LCC	0.947	0.888	0.899
Bangunan Flour Mill Plant	0.927	0.912	0.564
Cost Breakdown Structure	0.902	0.853	0.699

Variabel	Composite Reability (> 0.7)	Cronbach's Alpha (> 0.7)	Average Variance Extracted (AVE) (> 0.7)
Dokumen Kontrak	0.902	0.863	0.649
Efisiensi Penggunaan Energi	0.899	0.868	0.562
Tahap Evaluasi	0.893	0.759	0.806
Tahap Fungsi	0.838	0.709	0.775
Green building	0.873	0.710	0.510
Tahap Implementasi	0.968	0.965	0.834
Tahap Informasi	0.909	0.801	0.676
Tahap Kreatif	0.913	0.880	0.923
LCC Modelling	0.960	0.918	0.923
Life Cycle Cost Analysis	0.960	0.917	0.560
Pengelolaan Limbah	0.910	0.887	0.878
Manajemen Proyek	0.935	0.861	0.636
Material Ramah Lingkungan	0.896	0.853	0.958
Tahap Pengembangan	0.979	0.956	0.886
Tahap Presentasi	0.939	0.871	0.815
Pengelolaan Sampah	0.898	0.773	0.648
Pengelolaan Tapak	0.846	0.727	0.612
Udara Dalam Ruang	0.934	0.920	0.726
Value Engineering	0.888	0.807	0.899
Biaya	0.950	0.944	0.806

### 3.1.3. R-Square & Q-Square

Pengujian *R-Square* dan *Q-Square* adalah alat untuk menyesuaikan ambang Goodness of Fit untuk setiap model struktural. Nilai *R-Square* ( $R^2$ ) digunakan untuk mengukur seberapa besar pengaruh variabel laten independen tertentu terhadap variabel laten dependen. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) diperkirakan memiliki nilai antara 0 dan 1. Model kuat, sedang, dan lemah, yang ditunjukkan oleh nilai  $R^2$  sebesar 0,75, 0,50, dan 0,25. (Sarstedt et al., 2017). Chin mengklasifikasikan kriteria  $R^2$  sebagai kuat, sedang, dan lemah dengan nilai 0,67, 0,33, dan 0,19 (Ghozali & Laten 2015, 2018).

**Tabel 1.** Nilai *R-Square* & *Q-Square*.

Variabel	R-Square	Q-Square
Manajemen Proyek	0.884	0,987
Efisiensi Penggunaan Energi	0.881	0,987
Value Engineering	0.879	0,987
Dokumen Kontrak	0.868	0,985
Green building	0.848	0,983
Pengelolaan Tapak	0.846	0,983
Tahap Informasi	0.828	0,981
Efisiensi Penggunaan Air	0.822	0,980
Tahap Fungsi	0.806	0,978
Pengelolaan Sampah	0.759	0,973
Tahap Pengembangan	0.731	0,970
Cost Breakdown Structure	0.724	0,969
Tahap Evaluasi	0.719	0,969
Udara Dalam Ruang	0.716	0,968

Variabel	R-Square	Q-Square
Life Cycle Cost Analysis	0.651	0,961
Pengelolaan Limbah	0.636	0,960
Material Ramah Lingkungan	0.622	0,958
LCC Modeling	0.619	0,958
Analisa LCC	0.579	0,953
Tahap Implementasi	0.543	0,949
Tahap Kreatif	0.517	0,946
Tahap Presentasi	0.438	0,938
Biaya	0.889	0,988

Nilai *R-Square* adalah nilai yang menyatakan seberapa besar variabel independen mampu menjelaskan varians dari variabel dependen. Diketahui hasil *R-square* terhadap  $Y =$  biaya sebesar 0,889 merupakan semua variabel laten dan median mampu menjelaskan variabel dependen atau mempengaruhi biaya sebesar 89,9%.

Didapatkan nilai *Q-Square* > 0 untuk semua variabel laten yang memprediksi nilai relevan, dan hasil *F square* *f Square* pada variabel membangun batching plant terhadap biaya dan VE terhadap biaya dengan hasil dibawah 0,002 untuk variabel laten dan median lainnya diperoleh > 0,35.

### 3.2. Evaluasi Model Pengukuran (Inner Loading – Bootstrapping)

Penentuan signifikansi dan kekuatan hubungan antara konstruk serta untuk menguji hipotesis, koefisien jalur antara konstruk juga



diukur. Nilai koefisien jalur berkisar dari -1 hingga +1. Keterkaitan antara kedua konstruk tersebut semakin kuat apabila nilainya mendekati +1. Hubungan yang kurang dari -1 menunjukkan hubungan negatif (Khan et al., 2019). Untuk menguji nilai model struktural (inner-loading) atau model yang menghubungkan antar konstruk (variable

laten) selanjutnya dianalisis menggunakan prosedur Bootstrapping (Hair et al., 2014)

Hasil Interpretasi path coefficient merupakan hasil yang diambil dari prosedur bootstrapping, hasil analisa jalur atau model stuktural yang berpengaruh signifikan jika nilai T statistik lebih dari 1.96 dan p value kurang dari 0.05 (Ghozali & Laten 2015, 2018).

**Table 5.** Nilai Path Coefficient

Indikator	Original Sample (O)	T Statistik ( O/STDEV )	P Values
Bangunan Flour Mill -> Biaya	0,006	0,0260	0,979
Bangunan Flour Mill -> Dokumen Kontrak	0,940	84,882	0,000
Bangunan Flour Mill -> Green building	0,921	34,238	0,000
Bangunan Flour Mill -> Manajemen Proyek	0,939	55,292	0,000
Green building -> Efisiensi Penggunaan Air	0,851	22,990	0,000
Green building -> Biaya	0,028	0,097	0,923
Green building -> Efisiensi Penggunaan Energi	0,920	43,994	0,000
Green building -> Pengelola Limbah	0,797	13,964	0,000
Green building -> Material Ramah Lingkungan	0,789	15,393	0,000
Green building -> Pengelolaan Sampah	0,871	26,351	0,000
Green building -> Pengelolaan Tapak	0,931	23,546	0,000
Green building -> Kualitas Udara	0,846	20,523	0,000
Green building -> Value Engineering	0,937	47,728	0,000
Life Cycle Cost Analysis -> Analisa LCC	0,761	10,422	0,000
Life Cycle Cost Analysis -> Biaya	0,760	5,1460	0,000
Life Cycle Cost Analysis -> Cost Breakdown Structure	0,907	31,280	0,000
Life Cycle Cost Analysis -> Model	0,787	15,730	0,000
Value Engineering -> Biaya	-0,068	0,280	0,779
Value Engineering -> Tahap Evaluasi	0,848	18,411	0,000
Value Engineering -> Tahap Fungsi	0,898	33,695	0,000
Value Engineering -> Tahap Implementasi	0,737	9,158	0,000
Value Engineering -> Tahap Informasi	0,910	52,183	0,000
Value Engineering -> Tahap Kreatif	0,719	10,132	0,000
Value Engineering -> Life Cycle Cost Analysis	0,807	16,901	0,000
Value Engineering -> Tahap Pengembangan	0,855	22,128	0,000
Value Engineering -> Tahap Presentasi	0,662	6,794	0,000

Dari hasil pembahasan dan analisis tersebut diperoleh faktor-faktor yang diambil 10 besar berpengaruh terhadap peningkatan kinerja biaya green berbasis Value Engineering dan

Life Cycle Cost Analysis yang diterapkan pada Bangunan Utama Flour Mill Plant adalah sebagai berikut :

**Table 6.** Hasil Analisa Faktor Berpengaruh

No.	Sub Faktor	Nilai Original Sampel	Terhadap R Square
1.	Performance Proyek Manajer	X.4	0.884
2.	Perhitungan Efisiensi Energi	X.24	0.841
3.	Spesifikasi Teknis	X.8	0.884
4.	Penyediaan Lahan Parkir	X.14	0.851
5.	Aturan Pendukung	X.40	0.857
6.	Sumber Air	X.29	0.837
7.	Fungsi Analisis	X.46	0.886
8.	Penerapan Sistem Penanganan Sampah	X.36	0.856
9.	Pemilihan Material Alternatif	X.52	0.980
10.	Biaya Energi	X.56	0.927

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam implementasi konsep green pada bangunan utama *Flour Mill Plant* dengan menggunakan metode *Value Engineering* dan *Lifecycle Cost Analysis* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kinerja biaya green dan di dapatkan faktor-faktor yang paling berpengaruh adalah Performance Proyek Manajer, Perhitungan Efisiensi Energi, Spesifikasi Teknis, Penyediaan Lahan Parkir, Aturan Pendukung, Sumber Air, Fungsi Analisis, Penerapan sistem penanganan sampah, pemilihan material alternatif dan Biaya energi. Dengan menggunakan analisis SEM-PLS terbukti lebih efektif dalam mendapatkan korelasi hubungan untuk mengembangkan teori dalam penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abduh M, F. R. (2012). Kajian Sistem Assessment Proses Konstruksi Pada GreenShip Rating Tool. *KoNTekS* 6, 1–2(November), 111–120.
- Ahn, Y. H., Jung, C. W., Suh, M., & Jeon, M. H. (2016). Integrated Construction Process for Green Building. *Procedia Engineering*, 145, 670–676. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.065>
- Al-Hosani, A. E. Y., & Rashid, N. B. A. (2021). Conceptual framework of the critical success factors of green building towards sustainable construction in United Arab Emirates. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 4455–4463.
- Ariadi. (2017). Faktor Kunci Sukses Penerapan Value Engineering (Ve) Pada Bangunan Gedung Di Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 6(2), 77–85.
- Chen, W. T., Merrett, H. C., Liu, S., Fauzia, N., & Liem, F. N. (2022). *A Decade of Value Engineering in Construction Projects. 2022*.
- Dwaikat, L. N., & Ali, K. N. (2016). Green buildings cost premium: A review of empirical evidence. *Energy and Buildings*, 110(January), 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.021>
- Fuller, S. K., & Petersen, S. R. (1996). *LCCosting Manual for the Federal Energy Management Program*. In *NIST Handbook 135* (Issue 135).
- Ghozali & Laten 2015. (2018). Partial Least Squares Konsep, Teknik Dan Aplikasi Menggunakan Program SmartPLS 3.0 (2nd ed.). *Academia (Accelerating the World's Research)*, 1–8.
- Gunduz, M., & Almuajebh, M. (2020). Critical success factors for sustainable construction project management. *Sustainability (Switzerland)*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/su12051990>
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. G. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European Business Review*, 26(2), 106–121. <https://doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook. In *Springer*. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-80519-7.pdf>
- Husin, A. E. (2015). *Model Aliansi Strategis Dalam Kemitraan Pemerintah dan Swasta Pada Mega Proyek Infrastruktur Berbasis Value Engineering Untuk Meningkatkan Nilai Kelayakan Proyek*. 1–337.
- Husin, A. E. (2019). *Implementation Value Engineering In Diaphragm Wall at High Rise Building*. 8(1), 16–23.
- Hwang, B. G., Shan, M., & Tan, E. K. (2016). Investigating reworks in green building construction projects: Magnitude, influential factors, and solutions. *International Journal of Environmental Research*, 10(4), 499–510.
- Hwang, Bon Gang, Zhu, L., Wang, Y., & Cheong, X. (2017). Green Building Construction Projects in Singapore: Cost Premiums and Cost Performance. *Project Management Journal*, 48(4), 67–79. <https://doi.org/10.1177/875697281704800406>
- Imron, A. I., & Husin, A. E. (2021). Peningkatan Kinerja Biaya Berbasis Value Engineering Pada Proyek Green Hospital. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(3), 323.

- <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v19i3.9144>
- Jonathan, G., & Anondho, B. (2018). Perbandingan Antara Pls Sem Dan Analisis Faktor Untuk Identifikasi Faktor Pengaruh Eksternal Proyek. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(2), 123. <https://doi.org/10.24912/jmts.v1i2.2668>
- Karolina, T., Husin, A. E., & Susetyo, B. (2021). Analysis of Key Success Factors on the Improvement Façade Performance of High-Rise Hotels Based on Green Building and Value Engineering Using the RII .... *Academia.Edu*, 8(February), 569–577. <https://www.academia.edu/download/65886310/IJRR071.pdf>
- Khan, G. F., Sarstedt, M., Shiau, W. L., Hair, J. F., Ringle, C. M., & Fritze, M. P. (2019). Methodological research on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An analysis based on social network approaches. *Internet Research*, 29(3), 407–429. <https://doi.org/10.1108/IntR-12-2017-0509>
- Kineber, A. F., Othman, I., Oke, A. E., Chileshe, N., & Buniya, M. K. (2020). Identifying and assessing sustainable value management implementation activities in developing countries: The case of Egypt. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su12219143>
- Knowledge, B. O. F. (2007). Value Standard. *Save, June*.
- Marrana, T. C., Silvestre, J. D., de Brito, J., & Gomes, R. (2017). Lifecycle Cost Analysis of Flat Roofs of Buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(6), 04017014. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001290](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001290)
- Nur, M., & Husin, A. E. (2022). Success Factors for Lean Six Sigma Implementation and Time Cost Trade off in High Rise Office Buildings to Improve Cost and Time Performance. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*, 5(3), 28296–28310.
- Plebankiewicz, E. (2018). *Model of Predicting Cost Overrun in Construction Projects*. <https://doi.org/10.3390/su10124387>
- Rani, H. A. (2022). *Konsep Value Engineering dalam Manajemen Proyek Konstruksi Construction Project Management View project Irrigation Project View project* (Issue May). <https://www.researchgate.net/publication/361254283>
- Rauzana, A., Oktari, R. S., & Dharma, W. (2020). The Impact of Green Construction Factors on Project Cost in Banda Aceh. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 3(November). [www.ijrsred.com](http://www.ijrsred.com)
- Robati, M., Oldfield, P., Nezhad, A. A., Carmichael, D. G., & Kuru, A. (2021). Carbon value engineering: A framework for integrating embodied carbon and cost reduction strategies in building design. *Building and Environment*, 192(October 2020), 107620. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107620>
- Saajidah, S. N., & Sukadana, I. W. (2020). Elastisitas permintaan gandum dan produk turunan gandum di Indonesia. In *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan* (Vol. 13, Issue 1).
- Zhan, Z., Xu, W., Xu, L., Qi, X., Song, W., Wang, C., & Huang, Z. (2022). BIM-Based Green Hospital Building Performance Pre-Evaluation: A Case Study. *Sustainability (Switzerland)*, 14(4), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su14042066>

