

ANALISIS PENERAPAN GREEN BUILDING TERHADAP BIAYA PELAKSANAAN PROYEK BANGUNAN INDUSTRI BERBASIS VALUE ENGINEERING

Nurhikmah Alam¹, Agus Suroso²

Universitas Mercu Buana

Email: nurhikmahalamnhanha@gmail.com¹, agus_suroso@murcubuana.ac.id²

ABSTRAK

Objek penelitian ini adalah penerapan konsep Green Building pada bangunan pabrik produksi produk industri FMCG berbasis Value Engineering. Tujuan penelitian ini secara garis besar untuk menganalisis penerapan Green Building berdasarkan Permen PUPR No. 21 Tahun 2021 pada bangunan industri dengan berbasis Value Engineering. Dengan menerapkan konsep ini diharapkan memberikan rekomendasi dalam upaya mengoptimalkan tambahan biaya akibat adanya penerapan konsep Green pada bangunan industri dengan tetap pada prinsip tidak menghilangkan kinerja, ketahanan, keandalan, mutu, fungsi, manfaat, estetika, dan aspek lainnya yang dianggap penting dari pekerjaan. Berdasarkan hasil penelitian terkait pengaruh dari masing-masing variabel dalam penerapan Green Building terhadap kinerja biaya diperoleh hasil bahwa variabel penerapan Value Engineering (X2) berpengaruh dominan terhadap kinerja biaya (Y). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa semua variabel bebas (X) yakni variabel penerapan Green Building (X1), Penerapan Value Engineering (X2), dan administrasi proyek bangunan industri (X3) berpengaruh signifikan secara simultan atau bersama-sama terhadap kinerja biaya (Y). Dimana nilai korelasi (R Square) sebesar 0.739, hal tersebut berarti bahwa terdapat pengaruh variabel bebas (X) terhadap Variabel Terikat (Y) sebesar 73.9%. Sementara sisanya 26.10% dipengaruhi oleh faktor lain diluar penelitian ini. Berdasarkan perhitungan Rencana anggaran biaya Green yang diterapkan dalam studi kasus ini, penambahan anggaran biaya proyek sebesar Rp.4.023.658,560 atau sebesar 8.11% dari nilai kontrak awal yaitu sebesar Rp. 49,615,460,790. Setelah dilakukan analisis Value Engineering maka diperoleh anggaran biaya untuk penerapan Green Building berbasis Value Engineering sebesar Rp. 3.484.607.703. Dimana memiliki selisih Rp. 539.050.857 atau terdapat penghematan biaya sebesar 13.40% dari total rencana anggaran biaya Green. Presentasi penghematan anggaran biaya hasil analisis Value Engineering bernilai $\geq 5,06\%$ yang berarti maka penerapan Value Engineering telah memberikan hasil yang baik dalam upaya penghematan biaya. Sehingga hipotesa terbukti bahwa metode Value Engineering dalam penerapan Green Building pada Bangunan Industri dapat mengoptimalkan peningkatan biaya konstruksi.

Kata kunci: Green Building, Value Engineering, Bangunan Industri FMCG, SPSS.

ABSTRACT

The object of this research is the application of the Green Building concept to Value Engineering-based FMCG industrial product production factory buildings. The general aim of this research is to analyze the implementation of Green Building based on PUPR Ministerial Decree No. 21 of 2021 on industrial buildings based on Value Engineering. By applying this concept, it is hoped that it will provide recommendations in an effort to optimize additional costs due to the application of the Green concept in industrial buildings while adhering to the principle of not eliminating performance, durability, reliability, quality, function, benefits, aesthetics and other aspects that are considered important from the work. Based on research results related to the influence of each variable in the application of Green Building on cost performance, the results show that the variable implementing Value Engineering (X2) has a dominant influence on cost performance (Y). The results of the analysis also show that all independent variables (X), namely the variables of implementing Green Building (X1), Implementing Value Engineering (X2), and industrial building project administration (X3) have a significant effect simultaneously or together on cost performance (Y). Where the correlation value (R Square) is 0.739, this means that there is an influence of the independent variable (X) on the dependent variable (Y) of 73.9%. While the remaining 26.10% is influenced by other factors outside this research. Based on the calculation of the Green budget plan implemented in this case study, the additional project cost budget is IDR 4,023,658,560 or 8.11% of the initial contract value, namely IDR. 49,615,460,790. After carrying out the Value Engineering analysis, the cost budget for implementing Value Engineering-based Green Building is obtained, amounting to Rp. 3,484,607,703. Where there is a difference of Rp. 539,050,857 or there is a cost savings of 13.40% of the total Green cost budget plan. The presentation of cost savings resulting from the Value Engineering analysis is $\geq 5.06\%$, which means that the application of Value Engineering has provided good results in cost savings efforts. So the hypothesis is proven that the Value Engineering method in implementing Green Building in Industrial Buildings can optimize the increase in construction costs.

Keywords: Green Building, Value Engineering, FMCG Industrial Building, SPSS

1. PENDAHULUAN

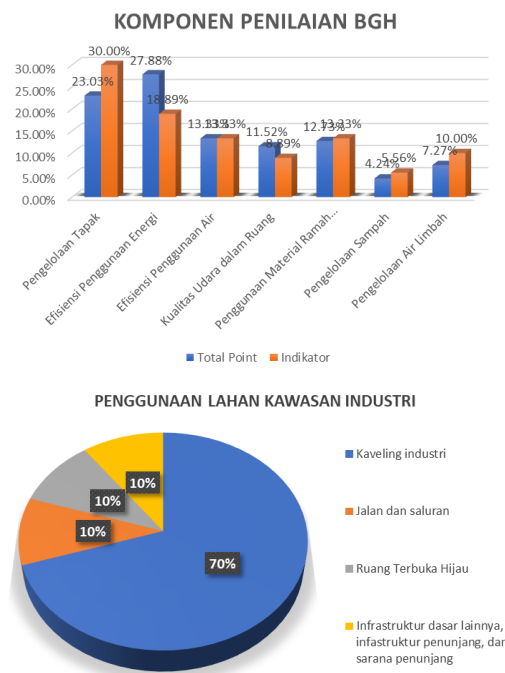
Secara keseluruhan, Indonesia mencatat perubahan positif dalam nilai pasar FMCG sebesar 8,8% year-on-year pada kuartal ketiga tahun 2020 lalu dan terus tumbuh secara menjanjikan hingga tahun 2022. Khususnya di era digital seperti sekarang, peluang bisnis FMCG semakin besar. Besarnya peluang bisnis FMCG di era ini didukung oleh kemudahan akses pemenuhan permintaan pasar, sehingga pembangunan pabrik untuk memproduksi produk-produk FMCG menjadi sangat diperlukan untuk meningkatkan kebutuhan pasar (skha.co.id, 2022).

Dalam perencanaan Pembangunan Gedung Industri seperti pabrik sering kali tidak memperhatikan konsep kenyamanan bangunan, sementara dalam masa operasi sebuah bangunan pabrik justru memiliki banyak permasalahan terutama permasalahan yang menyangkut dengan lingkungan.

Objek dari penelitian ini adalah Penerapan Konsep Green Building pada Bangunan Pabrik Produksi Produk Industri FMCG berbasis Value Engineering. Proses pelaksanaan konstruksi sementara berjalan dengan dasar kontrak pertama dimana desain konstruksi belum mengimplementasikan konsep Green Building. Namun karena adanya mandatory dari stakeholder, terkait pengimplementasian konsep Green Building yang harus diterapkan pada proyek tersebut maka hal ini memiliki konsekuensi terhadap peningkatan biaya konstruksi yang sementara berjalan. Oleh karena peningkatan ini memiliki nilai yang relatif besar maka perlu dilakukan implementasi berbasis Value Engineering pada bagian yang terkait dengan penerapan Green Building untuk dapat mereduksi penambahan biaya yang terjadi akibat penerapan konsep Green Building ini.

Adanya regulasi/mandatori dari pemerintah dan pemangku kepentingan di bidang konstruksi, sosial dan lingkungan terkait kewajiban penerapan konsep Green Building pada bangunan industri. (1) Permen PUPR No. 21 Tahun 2021 tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau. (2) Permen Perindustrian No. 40 Tahun 2016 tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri.

Tujuan penelitian ini secara garis besar untuk menganalisis penerapan Green Building berdasarkan Permen PUPR No. 21 Tahun 2021 pada bangunan industri dengan berbasis Value Engineering.



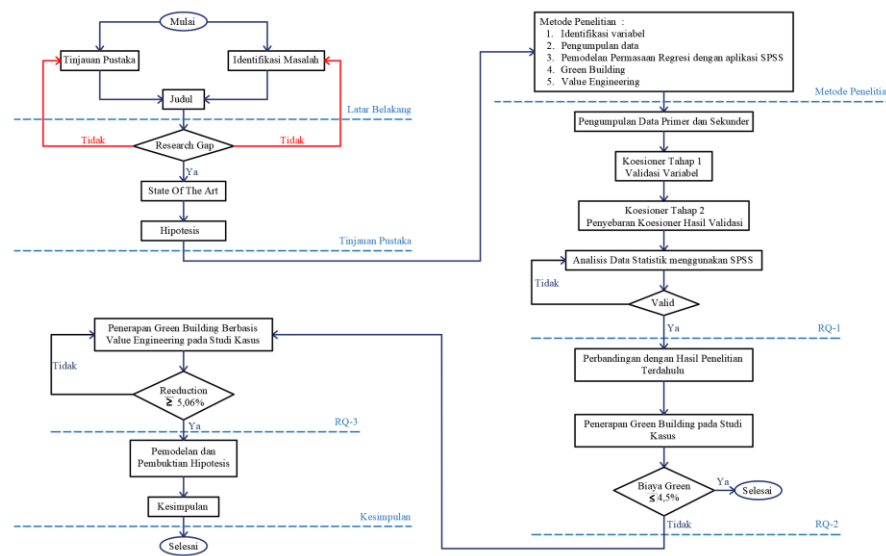
Dengan menerapkan konsep ini diharapkan memberikan rekomendasi dalam upaya mengoptimalkan tambahan biaya akibat adanya penerapan konsep Green pada bangunan industri dengan tetap pada prinsip tidak menghilangkan kinerja / perform, ketahanan / durability, keandalan / reability, mutu, fungsi, manfaat, estetika dan aspek lainnya yang dianggap penting dari pekerjaan (Theongsal, 2014).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kombinasi yakni kuantitatif dan kualitatif. Diawali dengan merumuskan permasalahan dari rumusan permasalahan hingga diperoleh topik riset yang didukung oleh kajian Pustaka dengan membaca jurnal-jurnal ilmiah ataupun peraturan=perturan yang berkaitan dengan topik yang diambil. Peneliti melakukan sebuah penelitian untuk menjawab pertanyaan penelitian (Research Question), oleh karena itu pembahasan hasil penelitian dibagi sesuai permasalahan penelitian, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh dari masing-masing variabel dalam penerapan Green Building terhadap biaya pelaksanaan proyek Bangunan Industri ?. (Sebagai Research Question / RQ-1)
2. Bagaimana menerapkan Green Building pada Bangunan Industri ? (Sebagai Research Question / RQ-3)
3. Bagaimana hasil penerapan Green Building pada Bangunan Industri berbasis Value Engineering ?. (Sebagai Research Question / RQ-4)

Diagram Alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



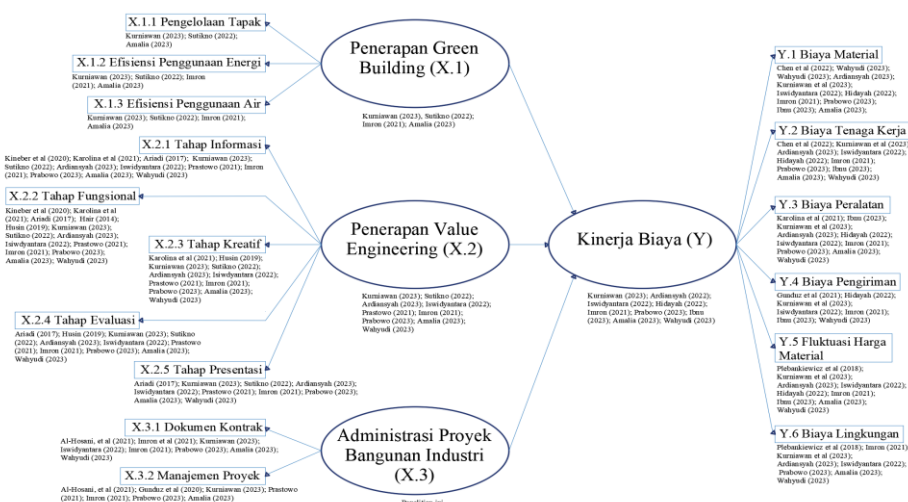
Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Research Question – RQ1

Untuk menjawab Research Question – RQ1 dilakukan pengujian dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistik versi 26 berguna untuk menguji kualitas data dan menganalisis faktor berpengaruh dominan terhadap peningkatan kinerja biaya akibat penerapan Green Building berbasis Value Engineering.

Dalam setiap variabel terikat (variabel Y) dan variabel bebas (variabel X), diperoleh parameter untuk dijadikan tolak ukur dalam penilaian pada setiap variabelnya. Pada penelitian ini, yang menjadi variabel terikat (variabel Y) yaitu Kinerja Biaya, sementara untuk variabel bebas (Variabel X) yaitu Penerapan Green Building (X1), Penerapan Value Engineering (X2), dan Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3). Pemodelan Variabel Penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pemodelan Variabel Penelitian

a) Uji Kualitas Data

Data kuesioner yang telah dikumpulkan berdasarkan informasi yang diinginkan, diinput ke dalam software IBM SPSS versi 26. Data yang diinput adalah skor penilaian responden kuesioner yang diberikan terhadap nilai kemungkinan. Uji kualitas data terdiri dari uji validasi dan uji reliabilitas. Pada pengujian ini diasumsikan tidak terjadi pengaruh antar variabel X.

- Uji Validasi

Jika $R_{hitung} < R_{tabel}$ maka instrument atau item pernyataan tidak berkorelasi signifikan terhadap skor total (dinyatakan tidak valid) (Ghozali, 2011).

Tabel 1. Hasil Uji Validasi

Variabel	Indikator	R_{hitung}	R_{tabel}	Keterangan
Penerapan Green Building (X1)	X1.1.a	0.889	0.2816	Valid
	X1.1.b	0.876		Valid
	X1.1.c	0.717		Valid
	X1.1.d	0.838		Valid
	X1.1.e	0.691		Valid
	X1.1.f	0.797		Valid
	X1.1.g	0.805		Valid
	X1.2.a	0.883		Valid
	X1.2.b	0.867		Valid
	X1.2.c	0.829		Valid
	X1.2.d	0.854		Valid
	X1.2.e	0.816		Valid
	X1.2.f	0.627		Valid
	X1.2.g	0.737		Valid
	X1.3.a	0.819		Valid
	X1.3.b	0.807		Valid
Penerapan Value Engineering (X2)	X2.1.a	0.912	0.2816	Valid
	X2.1.b	0.885		Valid
	X2.1.c	0.941		Valid
	X2.1.d	0.899		Valid
	X2.1.e	0.899		Valid
	X2.2.a	0.892		Valid
	X2.2.b	0.88		Valid
	X2.3.a	0.813		Valid
	X2.3.b	0.912		Valid
	X2.4.a	0.876		Valid
	X2.4.b	0.857		Valid
	X2.5.a	0.919		Valid
	X2.5.b	0.715		Valid
Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3)	X3.1.a	0.934	0.2816	Valid
	X3.1.b	0.924		Valid
	X3.1.c	0.928		Valid
	X3.1.d	0.932		Valid
	X3.1.e	0.938		Valid
	X3.2.a	0.951		Valid
	X3.2.b	0.942		Valid
	X3.3.c	0.917		Valid
	X3.3.d	0.86		Valid
	X3.3.e	0.918		Valid
	X3.3.f	0.911		Valid
	X3.3.g	0.909		Valid
	X3.3.h	0.955		Valid

Hasil menunjukkan bahwa indikator pada 3 (tiga) variabel X yang diteliti menunjukkan bahwa seluruh faktor mempunyai nilai R_{hitung} lebih besar dari nilai R_{tabel} , yang berarti item pernyataan berkorelasi signifikan terhadap total skor. Sehingga pernyataan pada kuesioner yang dirancang dinyatakan valid dan dapat dilakukan analisis selanjutnya.

- Uji Reliabilitas

Metode uji reliabilitas yang digunakan adalah Cronbach's Alpha. Dimana jika nilai Cronbach's Alpha ≥ 0.6 maka dapat diterima atau reliable, namun jika nilai Cronbach's Alpha < 0.6 maka data kuesioner dinyatakan kurang baik (Ghozali, 2011).

Tabel 2. Hasil Uji Reliabilitas

Kode	Variabel	Batasan	Cronbach's Alpha	Keterangan
X1	Penerapan Green Building	0.6	0.963	Reliable
X2	Penerapan Value Engineering		0.974	Reliable
X3	Administrasi Proyek Bangunan Industri		0.986	Reliable

Hasil menunjukkan bahwa 3 variabel bebas yang diteliti menunjukkan nilai Cronbach's Alpha lebih dari 0.6. sehingga alat ukur pada penelitian ini dinyatakan reliable atau dapat memberikan hasil yang konsisten apabila dilakukan pengukuran kembali terhadap subjek yang sama.

b) Uji Asumsi Klasik

Dalam pengujian asumsi klasik dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS versi 26 dengan 3 pengujian yaitu uji multikolinearitas, uji heterokedastisitas dan uji normalitas.

- Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas dapat dilihat dari nilai Tolerance dan Variance Inflation Factor (VIF). Tidak terjadi gejala multikolinearitas apabila nilai Tolerance > 0.01 dan nilai VIF < 10.00 (Ghozali, 2011).

Tabel 3. Hasil Uji Multikolinearitas

Kode	Variabel	Tolerance	VIF	Keterangan
X1	Penerapan Green Building	0.244	4.101	Tidak terjadi multikolinearitas
X2	Penerapan Value Engineering	0.176	5.731	Tidak terjadi multikolinearitas
X3	Administrasi Proyek Bangunan Industri	0.249	4.013	Tidak terjadi multikolinearitas

Hasil menunjukkan bahwa 3 variabel bebas yang diteliti yaitu X1, X2, X3 dan X4 memiliki nilai Tolerance lebih dari 0.01 dan nilai VIF kurang dari 10.00 sehingga dapat disimpulkan model regresi bebas dari gejala multikolinearitas.

- Uji Heterokedastisitas

Uji heterokedastisitas dilakukan menggunakan metode Uji Glejser, Dimana Uji Glejser dimaksudkan untuk meregresi nilai absolute terhadap variabel independen. Dengan syarat nilai signifikan > 0.05 maka tidak terjadi heterokedastisitas (Ghozali, 2011).

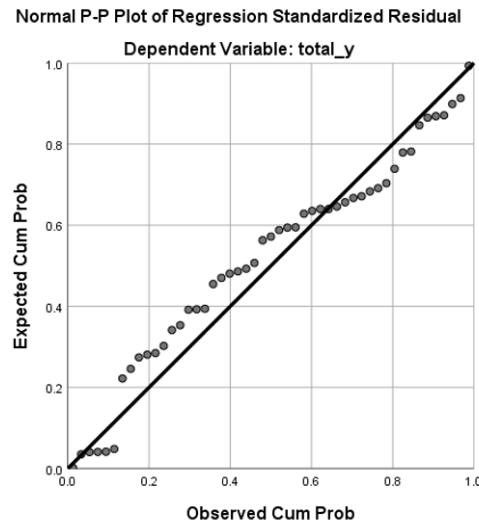
Tabel 4. Hasil Uji Heterokedastisitas

Kode	Variabel	Batas Sig.	Nilai Sig.	Keterangan
X1	Penerapan Green Building	0.05	0.926	Tidak terjadi heterokedastisitas
X2	Penerapan Value Engineering		0.483	Tidak terjadi heterokedastisitas
X3	Administrasi Proyek Bangunan Industri		0.071	Tidak terjadi heterokedastisitas

Hasil menunjukkan bahwa 3 variabel bebas yang diteliti memiliki nilai signifikansi lebih dari batas nilai signifikansi 0.05. sehingga dapat disimpulkan bahwa model regresi tidak terjadi masalah heterokedastisitas.

- Uji Normalitas

Uji normalitas yang digunakan adalah metode grafik P-P Plot of Regression Standardized Residual. Model regresi dikatakan terdistribusi normal jika data plotting pada grafik P-P Plot of Regression Standardized Residual mengikuti garis diagonal (Ghozali, 2011). Dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik P-P Plot of Regression Standardized Residual

c) Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk melihat ada tidaknya korelasi dan pengaruh variabel bebas secara signifikan terhadap variabel terikat. Dalam pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS versi 26, dilakukan dengan 4 pengujian yaitu Uji Persamaan Regresi Linear Berganda, Uji t Parsial, Uji F Simultan, dan Koefisien Determinasi.

- Uji Persamaan Regresi Linear Berganda

Model analisis regresi berganda (multiple regression analysis) dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel Penerapan Green Building (X1), Penerapana Value Engineering (X2), dan Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3 secara signifikan terhadap Kinerja Biaya Proyek Bangunan Industri (Y).

Tabel 5. Hasil Uji Regresi Linear Berganda

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	0.18	2.457		0.073	0.942
	Total.X1	0.057	0.066	0.132	0.854	0.398
	Total.X2	0.21	0.092	0.416	2.283	0.027
	Total.X3	0.163	0.07	0.355	2.324	0.025

a. Dependent Variable: Total.Y

a. Dependent Variable: Total.Y

Berdasarkan tabel diatas, dapat ditentukan persamaan regresi yang diambil dari kolom Unstandardized Coefficients pada kode B sebagai berikut.

$$Y = 0.180 + 0.057 X1 + 0.210 X2 + 0.163 X3$$

Keterangan :

Y = Kinerja Biaya Proyek Bangunan Industri

X1 = Penerapan Green Building

X2 = Penerapan Value Engineering

X3 = Administrasi Proyek Bangunan Industri

Konstanta sebesar 0.180 menunjukkan tanda positif, hal tersebut dapat diartikan bahwa apabila Penerapan Green Building (X1), Penerapana Value Engineering (X2), dan Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3), dianggap konstan atau bernilai 0, maka potensi Peningkatan Kinerja Biaya Proyek Bangunan Industri (Y) sebesar 0.180.

Koefisien regresi variabel Penerapan Green Building (X1) sebesar 0.057 menunjukkan tanda positif. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi Penerapan Green Building maka akan semakin berpengaruh pada peningkatan kinerja biaya proyek sebesar 0.057.

Koefisien regresi variabel Penerapan Value Engineering (X2) sebesar 0.210 menunjukkan tanda positif. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi Penerapan Value Engineering maka akan semakin berpengaruh pada peningkatan kinerja biaya proyek sebesar 0.210.

Koefisien regresi variabel Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3) sebesar 0.163 menunjukkan tanda positif. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi Administrasi Proyek Bangunan Industri maka akan semakin berpengaruh pada peningkatan kinerja biaya proyek sebesar 0.163.

- Koefisien Determinasi

Untuk melihat seberapa kuat nilai pengaruh variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y) dengan melihat besarnya nilai korelasi (R Square). Nilai korelasi (R Square) dapat dilihat pada tabel summary berikut.

Tabel 6. Hasil Model Summary

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.860 ^a	0.739	0.722	3.529
a. Predictors: (Constant), Total.X3, Total.X1, Total.X2				
b. Dependent Variable: Total.Y				

Hasil menunjukkan nilai korelasi (R Square) sebesar 0.770, hal tersebut berarti bahwa terdapat pengaruh variabel bebas (X) yakni variabel Penerapan Green Building (X1), Penerapan Value Engineering (X2), dan Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3) terhadap Peningkatan Kinerja Biaya Proyek Bangunan Industri (Y) sebesar 77%. Sementara sisanya yakni (100% - 73.9%) sebesar 26.10% dipengaruhi oleh faktor lain diluar penelitian ini.

- Uji t Parsial

Jika nilai signifikansi < 0.05 maka berarti variabel bebas (X) tersebut secara parsial berpengaruh terhadap variabel terikat (Y), (Ghozali, 2011). Sementara jika nilai thitung $> t_{tabel}$ maka artinya variabel bebas tersebut secara parsial berpengaruh terhadap variabel terikat (Y), (Sujaweni, V. Wiratna, 2014).

Tabel 7. Hasil Uji t Parsial

Kode	Variabel	t_{tabel}	t_{hitung}	Sig.	Keterangan
X1	Penerapan Green Building	2.0141	0.854	0.398	Tidak berpengaruh parsial
X2	Penerapan Value Engineering		2.283	0.027	Berpengaruh parsial
X3	Administrasi Proyek Bangunan Industri		2.324	0.025	Berpengaruh parsial

Dari hasil uji diperoleh nilai signifikansi sebesar $0.398 > 0.05$ dan nilai thitung sebesar $0.854 < 2.01410$ menunjukkan bahwa variabel Penerapan Green Building (X1) tidak berpengaruh signifikan secara parsial terhadap Peningkatan Biaya (Y).

Dari hasil uji diperoleh nilai signifikansi sebesar $0.027 < 0.05$ dan nilai thitung sebesar $2.283 > 2.01410$ menunjukkan bahwa variabel Penerapan Value Engineering (X2) berpengaruh signifikan secara parsial terhadap Peningkatan Kinerja Biaya (Y).

Dari hasil uji diperoleh nilai signifikansi sebesar $0.025 < 0.05$ dan nilai thitung sebesar $2.324 > 2.01410$ menunjukkan bahwa variabel Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3) berpengaruh signifikan secara parsial terhadap Peningkatan Kinerja Biaya (Y).

- Uji F Simultan

Jika nilai signifikansi < 0.05 maka berarti variabel bebas (X) secara simultan berpengaruh terhadap variabel terikat (Y), (Ghozali, 2011). Sementara jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka artinya variabel bebas (X) secara simultan berpengaruh terhadap variabel terikat (Y), (Sujaweni, V. Wiratna, 2014).

Tabel 8. Hasil Uji F Simultan

ANOVA ^a						
Model	Sum of Squares		df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1587.53	3	529.178	42.488	.000 ^b
	Residual	560.466	45	12.455		
	Total	2148	48			

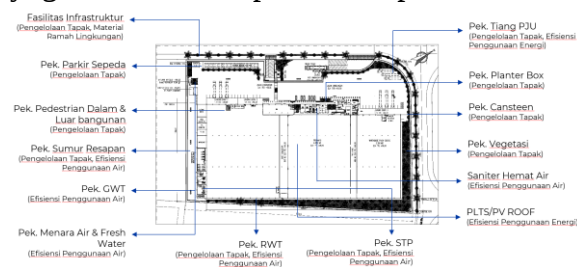
a. Dependent Variable: Total.Y

b. Predictors: (Constant), Total.X3, Total.X1, Total.X2

Hasil menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0.000 < 0.05$ dan nilai F_{hitung} sebesar $42.488 > 2.81$ yang berarti bahwa semua variabel bebas (X) yakni variabel Penerapan Green Building (X1), Penerapan Value Engineering (X2), dan Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3), berpengaruh signifikan secara simultan atau bersama-sama terhadap Peningkatan Kinerja Biaya Proyek Bangunan Industri (Y).

2) Research Question – RQ2

Perencanaan konsep Green pada studi kasus yang ditetapkan dibuat berdasarkan 3 komponen yang memiliki skor tertinggi pada penilaian Kinerja Bagunan Gedung Hijau berdasarkan Permen PUPR No. 21 Tahun 2021. Komponen-komponen tersebut adalah pengelolaan tapak, efisiensi penggunaan energi, dan efisiensi penggunaan air. Adapun lingkup item pekerjaan yang ditambahkan dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Lingkup Pekerjaan Tambahan

Dalam penerapan konsep Green ini, rencana anggaran biaya akan dipisahkan untuk rencana anggaran biaya Green dan rencana anggaran biaya keseluruhan. Adapun RAB Green yang telah disusun berdasarkan pemenuhan komponen penerapan konsep Green dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Rekapitulasi RAB Green

No.	Deskripsi	Harga Total
A Pekerjaan Infrastruktur		
1.	Pekerjaan Tiang PJU	Rp 495,967,521.02
2.	Pekerjaan Parkir Sepeda	Rp 5,401,500.00
3.	Pengadaan Fasilitas Infrastruktur	Rp 184,923,200.00
Sub- Total A		Rp 686,292,221.02
B Pekerjaan Line Marking		
1.	Pekerjaan Pedestrian Dalam Bangunan	Rp 136,012,798.68
2.	Pekerjaan Pedestrian Luar Bangunan	Rp 96,376,226.10
Sub- Total B		Rp 232,389,024.78
C Pekerjaan Landscape		
1.	Pekerjaan Planter Box	Rp 28,476,800.00
2.	Pekerjaan Cansteen	Rp 128,446,831.00
3.	Pekerjaan Vegetasi	Rp 616,635,341.87
Sub- Total C		Rp 773,558,972.87
D Pekerjaan MEP		
1.	Pekerjaan Sumur Resapan	Rp 22,500,000.00
2.	Pekerjaan GWT	Rp 51,662,278.88
3.	Pekerjaan Menara Air dan Fresh Water Tank	Rp 436,700,523.68
4.	Pekerjaan RWT	Rp 90,241,600.00
5.	Pekerjaan STP	Rp 57,200,000.00
6.	Peralatan Saniter Hemat Air	Rp 128,808,439.00
7.	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) / PV ROOF	
Pekerjaan pengadaan unit PV Roof sudah termasuk :		
termasuk pengadaan dan pemasangan kabel daya dari unit ke panel lengkap dengan konduit, uPVC dan kabel Daya		
7.1.	Pekerjaan Pasang Solar Cell 2 x 27.000 WP	Rp 1,544,305,500.00
-	PLTS	
-	AC Proteksi	
-	Power Inverter	
-	DC Proteksi	
-	Solar Cell	
Sub- Total D		Rp 2,331,418,341.56
TOTAL		Rp 4,023,658,560.23

Berdasarkan perhitungan Rencana Anggaran Biaya Green yang diterapkan dalam studi kasus ini, penambahan anggaran biaya proyek yaitu sebesar Rp.4.023.658,560. Dikarenakan adanya penambahan biaya sebesar Rp.4.023.658,560 yang dimana nilai tersebut sebesar 8.11% dari nilai kontrak awal yaitu sebesar Rp. 49,615,460,790. Menurut Ben-gon (2017) mengatakan bahwa jika penambahan biaya akibat penerapan konsep Green bernilai $\geq 4,5\%$ dari total anggaran maka dapat dilakukan Value Engineering untuk dapat mereduksi peningkatan biaya tambahan.

Menentukan hubungan dan perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulu mengenai penerapan Green Building bertujuan untuk memberikan validasi bahwa apakah hasil penelitian terdahulu mendukung atau tidak mendukung hasil analisis penelitian ini.

Pada penelitian (Kurniawan & Husin, 2023), hasil penelitian menunjukkan Variabel Penerapan Value Engineering memiliki pengaruh paling dominan terhadap kinerja biaya yaitu sebesar 0.613. Pada penelitian (Ardiansyah & Husin, 2023), hasil penelitian menunjukkan Variabel Penerapan Value Engineering memiliki pengaruh paling dominan terhadap kinerja biaya yaitu sebesar 1.057. Pada penelitian (Amalia, 2023), hasil penelitian menunjukkan Variabel Penerapan Value Engineering memiliki pengaruh paling dominan terhadap kinerja biaya yaitu sebesar 0.72. Pada penelitian (Imron & Husin, 2021), hasil penelitian menunjukkan Variabel Penerapan Value Engineering memiliki pengaruh paling dominan terhadap kinerja biaya yaitu sebesar 0.141. Sehingga mendukung hasil penelitian ini karena hasil penelitian menunjukkan Variabel Penerapan Value Engineering (X2) memiliki pengaruh paling dominan dengan koefisien sebesar 0.210.

Pada penelitian (Prabowo, 2023), hasil penelitian menunjukkan Variabel Penerapan Value Engineering dan Penerapan LCC memiliki pengaruh paling dominan terhadap kinerja biaya. Dengan menggunakan metode yang berbeda dengan penelitian ini, namun hasil penelitiannya mendukung hasil penelitian ini karena Variabel Penerapan Value Engineering (X2) memiliki pengaruh paling dominan.

Pada penelitian (Sutikno & Husin, 2023), hasil penelitian menunjukkan nilai korelasi (R Square) sebesar 0.691 atau 69.10%. Selisih R Square dari penelitian tersebut jika dibandingkan dari hasil penelitian ini memiliki nilai korelasi (R Square) sebesar 0.739 atau 73.9% yaitu berkisar 3% sehingga hasil penelitian tersebut mendukung hasil penelitian ini.

Pada penelitian (Karolina et al., 2021), hasil penelitiannya menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara Metode Green Building dan Value Engineering dengan Pekerjaan Façade pada Bangunan Hotel Bertingkat Tinggi. Hal tersebut mendukung penelitian ini yakni variabel bebas (X) yakni variabel Penerapan Konsep Green Building (X1) dan Penerapan Value Engineering (X2) berpengaruh signifikan secara simultan atau bersama-sama terhadap Peningkatan Kinerja Biaya Proyek Bangunan Industri (Y).

3) Research Question – RQ3

Melihat anggaran tambahan yang dibutuhkan yang cukup besar, maka perlu dilakukan rekayasa nilai untuk dapat meminimalisir atau mengurangi anggaran tambahan tetapi tidak mengurangi item pekerjaan yang mendukung dalam pemenuhan komponen dalam penilaian kinerja bangunan Gedung hijau. Sehingga dapat kasus ini dilakukan tahap Value Engineering.

Melihat fenomena yang ada, secara garis besar komponen pengelolaan tapak menjadi salah satu komponen yang memungkinkan untuk dapat diminimalisir anggarannya. Hal tersebut dapat dilihat dimana lingkup pekerjaan untuk memenuhi komponen pengelolaan memiliki nilai penambahan anggaran yang cukup signifikan.

a) Tahap Informasi

Berdasarkan hasil assessment mandiri yang telah dilakukan diperoleh persentase perolehan nilai kinerja Bangunan Gedung Hijau dari total point yaitu 38 point, yang dapat diklaim yaitu sebesar 23 point atau sebesar 60.53% dari total point. Berdasarkan rencana anggaran biaya Green yang telah dihitung, diperlukan penambahan anggaran yang cukup besar dalam penerapan komponen pengelolaan tapak yaitu sebesar Rp.1.692.240,219 atau sebesar 42.06% dari total nilai total anggaran biaya Green sebesar Rp. 4.023.658.560.

Tabel 10. Penilaian Kinerja Komponen Pengelolaan Tapak

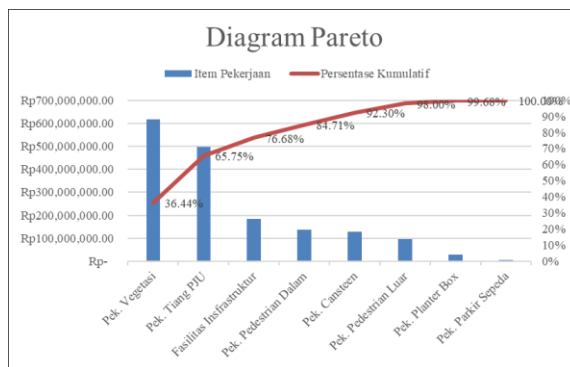
No.	Parameter Penilaian Kinerja	Point Maks.	Point Diklaim
A. Pengelolaan Tapak			
1	Orientasi Bangunan	2	0
2	Pengolahan Tapak Termasuk Aksesibilitas atau Sirkulasi	6	5
3	Pengelolaan Lahan Terkontaminasi Limbah Bahan Berbahaya & Beracun (B3)	3	0
4	Rencana Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat	6	5
5	Penyediaan Jalur Pedestrian	4	4
6	Pengelolaan Tapak Basemen	1	1
7	Penyediaan Lahan Parkir	10	7
8	Sistem Pencahayaan Ruang Luar	1	1
9	Pembangunan Bangunan Gedung di atas dan/atau di Bawah Tanah, Air dan/atau Prasarana/Sarana Umum	5	0
Total Point Maksimal		38	
Total Point yang Diklaim			23
Persentase			60.53%

Kemudian dilakukan pembuatan Diagram Pareto. Urutannya mulai dari jumlah permasalahan yang paling banyak terjadi sampai yang paling sedikit terjadi. Dalam grafik, akan ditunjukkan dengan batang grafik tertinggi hingga grafik terendah. Dengan adanya Diagram Pareto kita dapat menemukan masalah mana yang merupakan masalah terpenting dan harus segera diselesaikan serta masalah mana yang dapat ditunda penyelesaiannya.

Tabel 11. Pengelolaan Data untuk Diagram Pareto

No.	Deskripsi	Harga Total	Persentase	Persentase Kumulatif
1.	Pek. Vegetasi	Rp 616,635,341.87	36.44%	36.44%
2.	Pek. Tiang PJU	Rp 495,967,521.02	29.31%	65.75%
3.	Fasilitas Infrastruktur	Rp 184,923,200.00	10.93%	76.68%
4.	Pek. Pedestrian Dalam	Rp 136,012,798.68	8.04%	84.71%
5.	Pek. Cansteeen	Rp 128,446,831.00	7.59%	92.30%
6.	Pek. Pedestrian Luar	Rp 96,376,226.10	5.70%	98.00%
7.	Pek. Planter Box	Rp 28,476,800.00	1.68%	99.68%
8.	Pek. Parkir Sepeda	Rp 5,401,500.00	0.32%	100.00%
TOTAL		Rp 1,692,240,219	100%	

Berdasarkan hukum distribusi pareto, pekerjaan yang mempunyai bobot lebih dari 20% secara umum potensial untuk dilakukan Value Engineering, agar dapat menghasilkan kenaikan fungsi dari pekerjaan tersebut sehingga secara total akan mengurangi biaya atau menambah fungsi atau nilai dari seluruh proyek. Diagram pareto dapat dilihat pada **Gambar 5**.

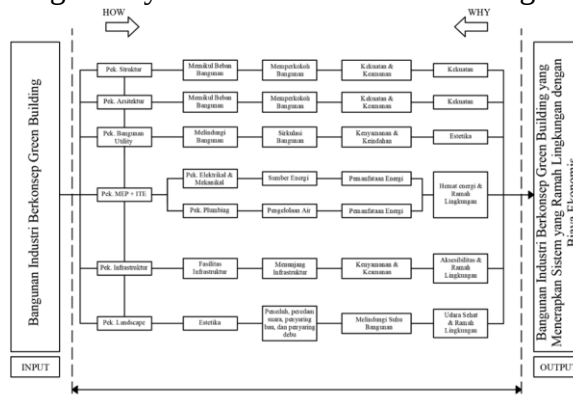


Gambar 5. Diagram Pareto

b) Tahap Analisis Fungsi

Tahapan analisis fungsi akan mengacu pada kegiatan yang sudah diidentifikasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap penerapan konsep Green pada komponen pengelolaan tapak. Sehingga analisis fungsi akan berfokus pada item pekerjaan pada RAB Green yang belum masuk pada RAB kontrak yang merujuk pada pemenuhan komponen pengelolaan tapak sesuai parameter yang ditetapkan oleh Permen PUPR No. 21 Tahun 2021. Analisa fungsi pekerjaan disini bertujuan untuk mencari material yang belum ramah lingkungan dan sekaligus bisa dilaksanakan pengurangan biaya (Reduction Cost) sebagai benefit tambahan dalam pekerjaan Green Building bangunan industri.

Dari diagram FAST diperoleh item pekerjaan yang bisa di proses Value Engineering tanpa mengurangi fungsi dengan biaya lebih murah dan ramah lingkungan.



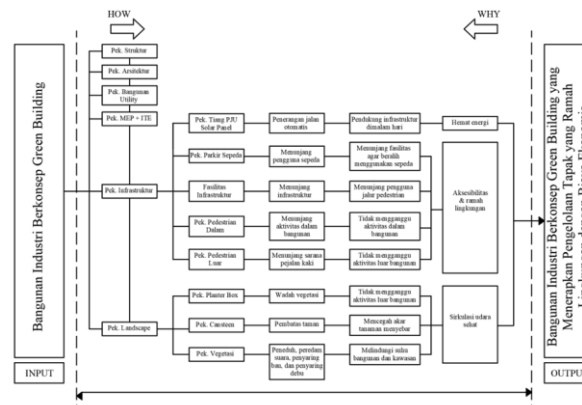
Gambar 6. Diagram FAST Sebelum VE

Pada diagram diatas menjelaskan tentang analisis fungsi dari studi kasus yang diangkat. Dimana analisis fungsi berfokus pada penambahan komponen pengelolaan tapak. Adapun fungsi utama yang akan difokuskan adalah penghematan energi dan ramah lingkungan. Namun secara substansi harus ditambahkan dengan pelaksanaan pekerjaan yang ekonomis sehingga dapat mencegah meningkatkan anggaran biaya yang signifikan. Sehingga perlu dianalisis lebih lanjut terkait fungsi mana yang paling dominan untuk bisa menekan anggaran biaya.

Tabel 12. Analisis Fungsi Pengurangan Biaya

No.	Lingkup Pekerjaan	Analisis Fungsi	Potensi VE
A Pekerjaan Infrastruktur			
1	Pekerjaan Tiang PJU	Hemat Energi	Berpotensi pengurangan biaya tanpa mengurangi
2	Pekerjaan Parkir Sepeda	Ramah Lingkungan	
3	Pengadaan Fasilitas Infrastruktur	Ramah Lingkungan	Berpotensi pengurangan biaya tanpa mengurangi
B Pekerjaan Line Marking			
1	Pekerjaan Pedestrian Dalam Bangunan	Aksesibilitas	
2	Pekerjaan Pedestrian Luar Bangunan	Aksesibilitas	
C Pekerjaan Landscape			
1	Pekerjaan Planter Box	Sirkulasi Udara	
2	Pekerjaan Cansteen	Sirkulasi Udara	
3	Pekerjaan Vegetasi	Sirkulasi Udara	Berpotensi pengurangan biaya tanpa mengurangi

Berdasarkan temuan peneliti dalam analisis fungsi pada setiap lingkup pekerjaan yang ada, dan juga ditambahkan dengan masukan dari tim konsultan dan kontraktor dalam hal Upaya menekan anggaran biaya tambahan, terdapat 3 (item) pekerjaan yang memiliki fungsi sangat vital baik berdasarkan fungsi yang paling dominan dalam upaya penerapan konsep Green Building dan juga berdasarkan besarnya anggaran biaya tambahannya, yaitu pekerjaan Tiang PJU, Pengadaan fasilitas infrastruktur, dan pekerjaan vegetasi. Sehingga berdasarkan analisis fungsi pengurangan biaya tambahan dapat diilustrasikan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Diagram FAST Sesudah VE

c) Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif dimunculkan pilihan-pilihan yaitu perbandingan perencanaan proyek berkonsep Green Building dan rencana anggaran biaya Green yang telah dibuat, dimana tujuan dari perbandingan tersebut untuk melihat alternatif desain perencanaan mana yang dapat meminimalisir anggaran biaya.

- Pek. Tiang PJU

Melakukan modifikasi design tiang PJU sehingga terdapat selisih yang cukup signifikan pada total anggaran pekerjaan tiang PJU.

Tabel 13. RAB Pek. Tiang PJU

No.	Deskripsi	Sat.	Volume	Harga Satuan	Harga Total
1. Pekerjaan Tiang PJU					
1.1.	Strauss Pile Tiang PJU Ø 300mm, Kedalaman = 1,5 m	m1	48.00	Rp 594,000.00	Rp 28,512,000.00
1.2.	Pedestal tiang PJU				
a.	Pekerjaan Galian Tanah	m3	20.74	Rp 70,000.00	Rp 1,451,520.00
b.	Urug Kembali Tanah Dipadatkan	m3	8.00	Rp 35,000.00	Rp 280,000.00
c.	Angkut Tanah Ex. Galian	m3	12.74	Rp 45,000.00	Rp 573,120.00
d.	Lantai Kerja Beton K-125	m3	1.30	Rp 936,000.00	Rp 1,213,056.00
e.	Beton Ready Mix K-250 NFA	m3	11.44	Rp 930,000.00	Rp 10,639,200.00
f.	Besi Beton SNI Ulir BJTS 420A/B, Polos BJTP 280	kg	454.90	Rp 12,000.00	Rp 5,458,745.02
g.	Bekisting Pedestal	m2	76.80	Rp 125,000.00	Rp 9,600,000.00
h.	Perapihan Pedestal Plester Aci	m2	22.00	Rp 58,000.00	Rp 1,276,000.00
1.3.	Pekerjaan Tiang PJU , Tipe Stand Alone	unit	32.00	Rp 4,840,000.00	Rp 154,880,000.00
1.4.	Angkur D12 Panjang 60cm	bh	128.00	Rp 60,000.00	Rp 7,680,000.00
1.5.	Base plate, tebal 10 mm	kg	439.60	Rp 20,300.00	Rp 8,923,880.00
1.6.	Grouting Base Kolom	titik	32.00	Rp 71,000.00	Rp 2,272,000.00
1.7.	Lampu Nerolight Armatura Full Solar LED Street Light - 100W	unit	32.00	Rp 8,225,250.00	Rp 263,208,000.00
Sub- Total					Rp 495,967,521.02

Tabel 14. RAB Pek. Tiang PJU Berbasis VE

No.	Deskripsi	Sat.	Volume	Harga Satuan	Harga Total
1. Pekerjaan Tiang PJU					
1.1.	Strauss Pile Tiang PJU Ø 300mm, Kedalaman = 1,5 m	m1	22.50	Rp 594,000.00	Rp 13,365,000.00
1.2.	Pedestal tiang PJU				
a.	Pekerjaan Galian Tanah	m3	9.72	Rp 70,000.00	Rp 680,400.00
b.	Urug Kembali Tanah Dipadatkan	m3	3.75	Rp 35,000.00	Rp 131,250.00
c.	Angkut Tanah Ex. Galian	m3	5.97	Rp 45,000.00	Rp 268,650.00
d.	Lantai Kerja Beton K-125	m3	0.61	Rp 936,000.00	Rp 568,620.00
e.	Beton Ready Mix K-250 NFA	m3	5.36	Rp 930,000.00	Rp 4,987,125.00
f.	Besi Beton SNI Ulir BJTS 420A/B, Polos BJTP 280	kg	213.23	Rp 12,000.00	Rp 2,558,786.73
g.	Bekisting Pedestal	m2	36.00	Rp 125,000.00	Rp 4,500,000.00
h.	Perapihan Pedestal Plester Aci	m2	10.31	Rp 58,000.00	Rp 598,125.00
1.3.	Pekerjaan Tiang PJU , Tipe Stand Alone	unit	15.00	Rp 4,840,000.00	Rp 72,600,000.00
1.4.	Pekerjaan Tiang PJU, Tipe Tempel Kolom	unit	16.00	Rp 6,028,000.00	Rp 96,448,000.00
1.5.	Angkur D12 Panjang 60cm	bh	60.00	Rp 60,000.00	Rp 3,600,000.00
1.6.	Base plate, tebal 10 mm	kg	206.06	Rp 20,300.00	Rp 4,183,068.75
1.7.	Grouting Base Kolom	titik	15.00	Rp 71,000.00	Rp 1,065,000.00
1.8.	Lampu Nerolight Armatura Full Solar LED Street Light - 100W	unit	15.00	Rp 8,225,250.00	Rp 123,378,750.00
Sub- Total					Rp 328,932,775.48

- Pengadaan Fasilitas Infrastruktur

Melakukan perubahan spesifikasi material yang digunakan pada item pekerjaan bench taman dan tempat sampah sehingga diperoleh selisih yang cukup signifikan.

Perubahan spesifikasi tersebut tanpa mengurangi nilai fungsi yang telah ditetapkan dan tanpa mengurangi point pemenuhan kinerja Bangunan Gedung Hijau.

Tabel 15. RAB Pengadaan Fasilitas Infrastruktur

No.	Deskripsi	Sat.	Volume	Harga Satuan	Harga Total
2. Pengadaan Fasilitas Infrastruktur					
2.1.	Parklet Module, panajang 200 cm, ex. Tasblock	unit	8.00	Rp 17,081,900.00	Rp 136,655,200.00
2.2.	Litter Bin - 3 Box, ex. Tasblock TAS DD 001)	unit	8.00	Rp 6,033,500.00	Rp 48,268,000.00
Sub- Total					Rp 184,923,200.00

Tabel 16. RAB Pengadaan Fasilitas Infrastruktur Berbasis VE

No.	Deskripsi	Sat.	Volume	Harga Satuan	Harga Total
2. Pengadaan Fasilitas Infrastruktur					
2.1.	Kursi Taman	unit	8.00	Rp 2,915,000.00	Rp 23,320,000.00
2.2.	Tempat Sampah Terpilah	unit	8.00	Rp 880,000.00	Rp 7,040,000.00
Sub- Total					Rp 30,360,000.00

- Pek. Vegetasi

Melakukan modifikasi perencanaan taman dengan mengkombinasikan 2 jenis tanaman rumput.

Tabel 17. RAB Pek. Vegetasi

No.	Deskripsi	Sat.	Volume	Harga Satuan	Harga Total
3. Pekerjaan Vegetasi					
3.1.	Pekerjaan Urugan Tanah Humus, tebal 30 cm	m3	792.85	Rp 254,780.04	Rp 202,003,266.32
3.2.	Rumput Swiss (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	m2	2,642.85	Rp 93,500.00	Rp 247,106,035.55
3.3.	Pohon Kiara Payung, tinggi 3 m (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	pohon	34.00	Rp 743,820.00	Rp 25,289,880.00
3.4.	Pohon Tabebuia, tinggi 2 m (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	pohon	126.00	Rp 804,320.00	Rp 101,344,320.00
3.5.	Pohon Ketapang Kencana, tinggi 3 m (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	pohon	104.00	Rp 380,820.00	Rp 39,605,280.00
3.6.	Tanaman Sansivera, tinggi 30 cm (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	pohon	43.00	Rp 29,920.00	Rp 1,286,560.00
Sub- Total					Rp 616,635,341.87

Tabel 18. RAB Pek. Vegetasi Berbasis VE

No.	Deskripsi	Sat.	Volume	Harga Satuan	Harga Total
3. Pekerjaan Vegetasi					
3.1.	Pekerjaan Urugan Tanah Humus, tebal 30 cm	m3	243.66	Rp 254,780.04	Rp 62,078,725.25
3.2.	Rumput Swiss (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	m2	812.19	Rp 93,500.00	Rp 75,939,503.20
3.3.	Rumput Gajah Mini (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	m2	1,830.66	Rp 51,150.00	Rp 93,638,161.82
3.4.	Pohon Kiara Payung, tinggi 3 m (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	pohon	34.00	Rp 743,820.00	Rp 25,289,880.00
3.5.	Pohon Tabebuia, tinggi 2 m (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	pohon	126.00	Rp 804,320.00	Rp 101,344,320.00
3.6.	Pohon Ketapang Kencana, tinggi 3 m (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	pohon	104.00	Rp 380,820.00	Rp 39,605,280.00
3.7.	Tanaman Sansivera, tinggi 30 cm (Termasuk Perawatan, Pemupukan, Penyiraman)	pohon	43.00	Rp 29,920.00	Rp 1,286,560.00
Sub- Total					Rp 399,182,430.27

d) Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi adalah tahap yang mengerucutkan semua ide pada analisis Value Engineering. Pemilihan materi yang masuk dalam konsep Green di rekap dan dihitung agar masuk dalam syarat Value Engineering. Pada dasarnya semua material yang masuk dalam gambar kerja dan RAB di pilah dan dipilih tanpa terkecuali semua harus masuk dalam kategori ramah lingkungan.

- Pek. Tiang PJU

Dalam memenuhi point 1.8. Sistem pencahayaan ruang luar mempunyai skor 1 (satu) point yang bisa diklaim, Adapun parameter yang diperhitungkan untuk dapat mengklaim skor tersebut adalah fasilitas penerangan ruangan direncanakan menggunakan saklar otomatis atau sensor cahaya. Apabila analisis perbandingan yang menghasilkan keuntungan yang lebih banyak diperoleh pada alternatif desain, maka alternatif desain layak untuk digunakan.

Tabel 19. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Pek Tiang PJU

Parameter Pemenuhan BGH (Permen PUPR No. 21 Tahun 2021)				Skor
a.	Fasilitas penerangan ruangan direncanakan menggunakan saklar otomatis			1
Parameter Pengehematan Biaya				
b.	Desain Awal	Rp 495,967,521.02	Paling hemat diberi skor	1
c.	Alternatif Desain	Rp 328,932,775.48		
Parameter Lainnya				
a.	Kemudahan pelaksanaan			1
b.	Teknologi sederhana			1
c.	Efisiensi energi			1
Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan				
No.	Fase Kreatif	Analisis Perbandingan		Skor
		Kelebihan	Kekurangan	
1.	Desain Awal			
	Pek. Tiang PJU	Memenuhi parameter kinerja BGH		1
			Biaya pelaksanaan lebih mahal	0
		Mudah dilaksanakan		1
		Teknologi sederhana		1
		Efisiensi energi		1
Total Skor				4
2.	Desain Alternatif			
	Pek. Tiang PJU	Memenuhi parameter kinerja BGH		1
		Biaya pelaksanaan lebih murah		1
		Mudah dilaksanakan		1
		Teknologi sederhana		1
		Efisiensi energi		1
Total Skor				5

- Pengadaan Fasilitas Infrastruktur

Dalam memenuhi point 5.b. Penyediaan jalur pedestrian mempunyai skor 1 (satu) point yang bisa di klaim.

Tabel 20. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Pengadaan Fasilitas Infrastruktur

Parameter Pemenuhan BGH (Permen PUPR No. 21 Tahun 2021)				Skor
a.	Nilai jumlah tajuk vegetasi dibanding area tapak paling sedikit 20%			3
b.	Luas area hijau : Pilih salah satu :			
	1) Area hijau 10-20%			1
	2) Area hijau 20-50%			2
	Area hijau > 50%			3
c.	Direncanakan area hijau dapat diakses oleh publik			1
d.	Direncanakan melakukan penanaman vegetasi yang berfungsi sebagai peneduh, peredam suara, penyangkai bau, atau penyangkai debu			
	1) Vegetasi memiliki salah satu fungsi sebagai peneduh, peredam suara, penyangkai bau, atau penyangkai debu			1
	2) Vegetasi memiliki lebih dari satu fungsi sebagai peneduh, peredam suara, penyangkai bau, atau penyangkai debu			2
Parameter Pengehematan Biaya				
b.	Desain Awal	Rp	616,635,341.87	
c.	Alternatif Desain	Rp	399,182,430.27	Paling hemat diberi skor 1
Parameter Lainnya				
a.	Memiliki nilai estetika tinggi			2
b.	Kerindangan			1
Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan				
No.	Fase Kreatif	Analisis Perbandingan		Skor
		Kelebihan	Kekurangan	
1.	Desain Awal			
	Pengadaan Fasilitas Infrastruktur	Memenuhi parameter kinerja BGH		8
			Biaya lebih mahal	0
		Memiliki nilai estetika tinggi		2
		Kerindangan		1
	Total Skor			11
2.	Desain Alternatif			
	Pengadaan Fasilitas Infrastruktur	Memenuhi parameter kinerja BGH		8
			Biaya lebih murah	1
		Memiliki nilai estetika tinggi		1
		Kerindangan		1
	Total Skor			11

- Pek. Vegetasi

Terdapat beberapa parameter penilaian yang dapat di klaim untuk pekerjaan vegetasi. Apabila analisis perbandingan yang menghasilkan keuntungan yang lebih banyak diperoleh pada alternatif desain, maka alternatif desain layak untuk digunakan. Dari hasil evaluasi diperoleh perbandingan keuntungan dan kelebihan yang memiliki skor paling tinggi adalah alternatif desain sehingga alternatif desain layak untuk digunakan.

Tabel 21. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Pek. vegetasi

Parameter Pemenuhan BGH (Permen PUPR No. 21 Tahun 2021)				Skor
a.	Nilai jumlah tajuk vegetasi dibanding area tapak paling sedikit 20%			3
b.	Luas area hijau : Pilih salah satu :			
	1) Area hijau 10-20%			1
	2) Area hijau 20-50%			2
	Area hijau > 50%			3
c.	Direncanakan area hijau dapat diakses oleh publik			1
d.	Direncanakan melakukan penanaman vegetasi yang berfungsi sebagai peneduh, peredam suara, penyangkai bau, atau penyangkai debu			
	1) Vegetasi memiliki salah satu fungsi sebagai peneduh, peredam suara, penyangkai bau, atau penyangkai debu			1
	2) Vegetasi memiliki lebih dari satu fungsi sebagai peneduh, peredam suara, penyangkai bau, atau penyangkai debu			2
Parameter Pengehematan Biaya				
b.	Desain Awal	Rp	616,635,341.87	
c.	Alternatif Desain	Rp	399,182,430.27	Paling hemat diberi skor 1
Parameter Lainnya				
a.	Memiliki nilai estetika tinggi			2
b.	Kerindangan			1
Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan				
No.	Fase Kreatif	Analisis Perbandingan		Skor
		Kelebihan	Kekurangan	
1.	Desain Awal			
	Pengadaan Fasilitas Infrastruktur	Memenuhi parameter kinerja BGH		8
			Biaya lebih mahal	0
		Memiliki nilai estetika tinggi		2
		Kerindangan		1
	Total Skor			11
2.	Desain Alternatif			
	Pengadaan Fasilitas Infrastruktur	Memenuhi parameter kinerja BGH		8
			Biaya lebih murah	1
		Memiliki nilai estetika tinggi		1
		Kerindangan		1
	Total Skor			11

Adapun hasil analisis evaluasi Value Engineering yang telah dilakukan pada studi kasus pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 22. Rekapitulasi RAB Penerapan Green Building berbasis Value Engineering

No.	Lingkup Pekerjaan	Harga Sebelum VE	Harga Sesudah VE
A Pekerjaan Infrastruktur			
1.	Pekerjaan Tiang PJU	Rp 495,967,521.02	Rp 328,932,775.48
2.	Pekerjaan Parkir Sepeda	Rp 5,401,500.00	Rp 5,401,500.00
3.	Pengadaan Fasilitas Infrastruktur	Rp 184,923,200.00	Rp 30,360,000.00
B Pekerjaan Line Marking			
1.	Pekerjaan Pedestrian Dalam Bangunan	Rp 136,012,798.68	Rp 136,012,798.68
2.	Pekerjaan Pedestrian Luar Bangunan	Rp 96,376,226.10	Rp 96,376,226.10
C Pekerjaan Landscape			
1.	Pekerjaan Planter Box	Rp 28,476,800.00	Rp 28,476,800.00
2.	Pekerjaan Cansteen	Rp 128,446,831.00	Rp 128,446,831.00
3.	Pekerjaan Vegetasi	Rp 616,635,341.87	Rp 399,182,430.27
D Pekerjaan MEP			
1.	Pekerjaan Sumur Resapan	Rp 22,500,000.00	Rp 22,500,000.00
2.	Pekerjaan GWT	Rp 51,662,278.88	Rp 51,662,278.88
3.	Pekerjaan Menara Air dan Fresh Water Tank	Rp 436,700,523.68	Rp 436,700,523.68
4.	Pekerjaan RWT	Rp 90,241,600.00	Rp 90,241,600.00
5.	Pekerjaan STP	Rp 57,200,000.00	Rp 57,200,000.00
6.	Peralatan Saniter Hemat Air	Rp 128,808,439.00	Rp 128,808,439.00
7.	PLTS / PV ROOF	Rp 1,544,305,500.00	Rp 1,544,305,500.00
TOTAL		Rp 4,023,658,560	Rp 3,484,607,703
SELISIH		Rp	539,050,857
PERSENTASE		13.40%	

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai anggaran biaya untuk penerapan Green Building sebesar Rp. 4.023.658.560, dan setelah dilakukan analisis Value Engineering maka diperoleh anggaran biaya untuk penerapan Green Building berbasis Value Engineering sebesar Rp. 3.484.607.703. Dimana memiliki selisih Rp. 539.050.857 atau terdapat pengurangan biaya sebesar 13.40% dari total rencana anggaran biaya Green. Berdasarkan Ekanayake et al (2018) dimana jika nilai presentasi penghematan anggaran biaya hasil analisis Value Engineering bernilai $\geq 5,06\%$ maka penerapan Value Engineering telah sudah baik dalam penghematan biaya.

2. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terkait pengaruh dari masing-masing variabel dalam penerapan Green Building terhadap kinerja biaya pelaksanaan proyek Bangunan Industri diperoleh hasil bahwa Variabel Penerapan Value Engineering (X2) berpengaruh signifikan secara parsial terhadap Kinerja Biaya (Y). Namun hasil analisis juga menunjukkan bahwa semua variabel bebas (X) yakni variabel Penerapan Green Building (X1), Penerapan Value Engineering (X2), dan Administrasi Proyek Bangunan Industri (X3) berpengaruh signifikan secara simultan atau bersama-sama terhadap Kinerja Biaya Proyek Bangunan Industri (Y). Dimana nilai korelasi (R Square) sebesar 0.739, hal tersebut berarti bahwa terdapat pengaruh variabel bebas (X) terhadap Kinerja Biaya Proyek Bangunan Industri (Y) sebesar 73.9%. Sementara sisanya yakni (100% - 73.9%) sebesar 26.10% dipengaruhi oleh faktor lain diluar penelitian ini.

Berdasarkan perhitungan Rencana Anggaran Biaya Green yang diterapkan dalam studi kasus ini, penambahan anggaran biaya proyek yaitu sebesar Rp.4.023.658,560. Dikarenakan adanya penambahan biaya sebesar Rp. 3,610,111,690 yang dimana nilai tersebut sebesar 8.11% dari nilai kontrak awal yaitu sebesar Rp. 49,615,460,790. Menurut Ben-gon (2017) mengatakan bahwa jika penambahan biaya akibat penerapan konsep Green bernilai $\geq 4,5\%$ dari total anggaran maka dapat dilakukan Value Engineering untuk dapat mereduksi peningkatan biaya tambahan.

Setelah dilakukan analisis Value Engineering maka diperoleh anggaran biaya untuk penerapan Green Building berbasis Value Engineering sebesar Rp. 3.484.607.703. Dimana memiliki selisih Rp. 539.050.857 atau terdapat penghematan biaya sebesar 13.40% dari total rencana anggaran biaya Green. Berdasarkan Ekanayake et al (2018), dimana jika nilai presentasi penghematan anggaran biaya hasil analisis Value Engineering bernilai $\geq 5,06\%$ maka penerapan Value Engineering telah memberikan hasil yang baik dalam upaya penghematan biaya.

Berdasarkan hasil analisis, hipotesa terbukti bahwa metode Value Engineering pada penerapan konsep Green pada Bangunan Industri dapat meningkatkan kinerja biaya Green.

3. DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Amalia, N. (2023). Analisis Implementasi Kawasan Hijau pada Kawasan Residential Berbasis Value Engineering dan Life Cycle Cost Analysis. 1, 1–14.
- Ardiansyah, M. K., & Husin, A. E. (2023). Analisis Faktor yang berpengaruh dalam Penerapan Green Retrofitting Industri Beton di Indonesia untuk Meningkatkan Kinerja Biaya. 21, 33–46.
- 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. S., Fauzia, N., & Liem, F. N. (2022). A Decade of Value Engineering in Construction Projects. *Advances in Civil Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2324277>
- Dwaikat, L. N., & Ali, K. N. (2016). Green Buildings cost premium: A review of empirical evidence. *Energy and Buildings*, 110, 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.021>
- Ebrahim, A., & Wayal, A. S. (2019). BIM based building performance analysis of a Green office building. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(8), 566–573.
- Ghozali, I. (2011). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS (p. 129).
- 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>
- Hidayah, S., & Husin, A. E. (2022). Peningkatan Kinerja Biaya Green Retrofitting pada Bangunan Rumah Sakit Berbasis Lean Construction. 6(August), 128.
- Husin, A. E. (2019). Implementation Value Engineering In Diaphragm Wall at High Rise Building Implementation Value Engineering In Diaphragm Wall at High Rise Building. 8(February), 16–23.
- Hwang, B. G., 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>
- Ibnu, F. (2023). Peningkatan Kinerja Biaya Proyek Berbasis Biling Information Modelling 6D & Life Cycle Cost Analysis pada Bangunan Kantor Bertingkat Tinggi. 5–6.
- 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>
- Iswidyantara, A. M. (2018). Green Infrastructure Retrofit pada Jetty Berbasis Value Engineering dan Life Cycle Cost Analysis untuk Meningkatkan Kinerja Biaya. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Karolina, T. (2021). Peningkatan Kinerja Biaya Pekerjaan Facade Berbasis Green Building dan Value Engineering pada Bangunan Hotel Bertingkat Tinggi.
- 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>
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2016). Peraturan Menteri Perindustrian No. 40 Tahun 2016 tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri.
- Kementerian PUPR. (2021). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021 Tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau. <https://Peraturan.Bpk.Go.Id/Home/Details/217002/Permen-Pupr-No-21-Tahun-2021>. 1–

297. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/217002/permen-pupr-no-21-tahun-2021>
- 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>
- Kurniawan, I., & Husin, A. E. (2023). Analisa Kinerja Biaya Green Pada Bangunan Utama Flour Mill Plant Berbasis Value Engineering Dan Life Cycle Cost Analysis. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(1), 65. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v21i1.14988>
- Latief, Y., Berawi, M. A., Van Basten, Riswanto, & Budiman, R. (2017). Construction Performance Optimization toward Green Building Premium Cost Based on Greenship Rating Tools Assessment with Value Engineering Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 877(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/877/1/012041>
- Nugroho, B. A. (2012). Analisis Faktor Keterlambatan Proyek Terhadap Pembengkakan Biaya Proyek Bangunan Gedung Di Surakarta. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/29088/Analisis-Faktor-Keterlambatan-Proyek-Terhadap-Pembengkakan-Biaya-Proyek-Bangunan-Gedung-Di-Surakarta>
- Plebankiewicz, E. (2018). Model of predicting cost overrun in construction projects. *Sustainability (Switzerland)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/su10124387>
- Prabowo, F. A. (2023). Pemodelan Dinamis Green Toll Road Berbasis Value Engineering dan Life Cycle Cost Analysis untuk Peningkatan Kinerja Biaya Green Road pada Jalan Tol. 1, 1–14.
- Prastowo, T. Y. (2021). Efisiensi Biaya Pekerjaan Bekisting Pondasi Gedung Tinggi Berbasis Value Engineering & Lean Construction. 1–11.
- Rachwan, R., Abotaleb, I., & Elgazouli, M. (2016). The Influence of Value Engineering and Sustainability Considerations on the Project Value. *Procedia Environmental Sciences*, 34, 431–438. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.038>
- Raja, I. M., Kurniawan, F., & Restuti, D. A. (2021). Analisis Value Engineering pada Gedung Asrama Unair Kampus C dengan Konsep Green Building pada Item Pekerjaan Acian Dinding. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 41–49.
- Sanjaya, T. (2018). Analisis Faktor Penyebab Timbulnya Site Instruction terhadap Keterlambatan Pelaksanaan Konstruksi pada Proyek dengan Sistem Kontrak Lumpsum. *Universitas Mercu Buana*, 32–41.
- Sutikno, & Husin, A. E. (2023). Indonesia MICE Green Building project with Value Engineering and its influential factors : an SEM-PLS approach. 27(1), 101–110.
- Tahun, U. N. 40. (2007). Undang-Undang No. 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas. 136(1), 23–42.
- Wahyudi, M. A. (2023). Analisis Peningkatan Kinerja Biaya Green Retrofitting Berbasis Sistem Dinamik dan Value Engineering pada Bangunan Kantor Bertingkat Tinggi. 1, 1–14.
- Wang, J., Wang, Q., & Zhang, D. (2017). Green Building Investment Decision Making Research That Based on the Value Engineering and Fuzzy Mathematics Theory. *Zhang 2010*, 314–321.
- Wao, J. O. (2018). Improving Creativity in the Value Engineering Process for Green Building Construction. *Construction Research Congress 2018: Sustainable Design and Construction and Education - Selected Papers from the Construction Research Congress 2018*, 2018-April, 780–790. <https://doi.org/10.1061/9780784481301.077>
- Yusof, N., Abidin, N. Z., & Iranmanesh, M. (2016). Environmental Practices in Construction Firms. *Procedia Engineering*, 145(December), 242–249. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.070>
- 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/su1404206>