

STUDI KASUS OPTIMASI BIAYA PROYEK BANGUNAN *GREEN BUILDING* DENGAN METODE *VALUE ENGINEERING*

Aurelia Clarissa¹ dan Basuki Anondho²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
aurelia.325200007@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
basukia@ft.untar.ac.id

Masuk: 03-01-2024, revisi: 13-01-2024, diterima untuk diterbitkan: 16-01-2024

ABSTRACT

Green Building is a building concept planning that aims to minimize greenhouse gas emissions and energy use in buildings. The concept of green building is an effort or solution to the global warming problem faced today. In realizing this goal, the selection of the right material needs to be done, especially the building facade material. By using appropriate materials has an important role in implementing the concept of green building. However, one of the obstacles to building with this concept is the high cost of construction compared to conventional buildings. This research aims to optimize costs on influential work using the Value Engineering method. The Value Engineering method used is divided into 6 stages, namely, the information stage, function analysis, creativity, evaluation, development, and recommendations. However, the concept of value engineering is inversely proportional to green building so this research is to optimize costs by paying attention to green building functions. The results of this study obtained the best alternative that can be used through the Decision Multicriteria Matrix (DCM) method.

Keywords: Green Building; Value Engineering; Cost Optimization

Green Building merupakan perencanaan konsep bangunan yang bertujuan untuk meminimalkan emisi gas rumah kaca dan penggunaan energi dalam bangunan. Konsep bangunan green building menjadi upaya atau solusi dari permasalahan global warming yang sedang dihadapi pada masa sekarang. Dalam mewujudkan tujuan tersebut, pemilihan material yang tepat perlu untuk dilakukan, terutama material fasad bangunan. Pemilihan material yang sesuai menjadi peranan penting dalam menerapkan konsep green building. Meskipun demikian, salah satu kendala pembangunan dengan konsep ini adalah tingginya biaya. pembangunan dibandingkan bangunan konvensional. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengoptimasi biaya pada pekerjaan yang berpengaruh dengan menggunakan metode Value Engineering. Metode Value Engineering yang digunakan terbagi menjadi 6 tahapan yaitu, tahapan informasi, analisis fungsi, kreatifitas, evaluasi, pengembangan, dan rekomendasi. Konsep pada metode value engineering berbanding terbalik dengan green building sehingga penelitian ini dapat mengoptimasi biaya dengan memperhatikan fungsi green building. Hasil dari penelitian ini memperoleh alternatif terbaik yang dapat digunakan melalui metode Decision Multicriteria Matrix (DCM).

Kata kunci: Green Building; Value Engineering; Optimasi Biaya

1. PENDAHULUAN

Emisi gas rumah kaca merupakan proses pemanasan diakibatkan tertahannya panas matahari dalam atmosfer bumi. Indonesia menduduki peringkat ke-9 dalam tahun 2022 sebagai negara penyumbang emisi gas rumah kaca terbanyak berdasarkan data *Ember Climate*. Jumlah emisi gas rumah kaca yang melebihi batas menjadi permasalahan dalam suatu negara sehingga dibutuhkan tindakan atau upaya serius dalam mengatasinya. Pemerintah Indonesia bertujuan untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebanyak 29% pada tahun 2030 (Kementerian Ekonomi, 2022)

Pelaksanaan konstruksi bangunan dapat menghasilkan 40% emisi gas rumah kaca dan menyerap energi panas di atmosfer sebanyak 40% (Yas dan Jaafer, 2020). Hal ini menyebabkan negara Indonesia melakukan upaya mengurangi emisi gas rumah kaca dalam bidang pembangunana adalah menerapkan bangunan berkonsep *green building*.

Green Building merupakan konsep perencanaan bangunan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan meminimalkan penggunaan energi dalam bangunan (Hwang et al., 2017; Miraj et al., 2021; Rehm dan Ade, 2013). Dalam bidang konstruksi, penerapan konsep *green building* mempunyai peluang untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan bangunan pada umumnya (Wang et al., 2004)..

Bangunan dengan konsep *green building* harus dapat memperoleh sertifikat *greenship* oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI). Sertifikat GBCI merupakan verifikasi penilaian yang diberikan oleh GBCI. Semakin bertambah jumlah *green building* pada suatu negara dapat mendukung lingkungan yang ramah lingkungan (*World Green Building Council*, dalam Hu dan Skibniewski, 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui alternatif yang efisien dalam mengoptimasi biaya bangunan *green building* dengan konsep *value engineering*.

Green Building

Perencanaan bangunan *green building* menjadi upaya pemerintah untuk menurunkan emisi gas rumah kaca pada pembangunan nasional (Perpes Nomor 98 Tahun 2021). Karakteristik dari *green building* memiliki perbedaan dari bangunan biasa. Perbedaan karakteristik dari *green building* dengan bangunan lain dimulai dari desain atau rancangan bangunan dan proses pekerjaan konstruksi (*Building and Construction Authority of Singapore* dalam Hwang et al, 2017).

Penghematan pada bangunan dengan menggunakan konsep *green building* dapat direalisasikan dengan memilih material secara tepat. Pada umumnya, pemilihan material untuk fasad bangunan merupakan faktor yang mempengaruhi penghematan energi (Guanto dan Pribadi, 2020). Penghematan ini dapat terealisasi karena fasad bangunan dapat membantu untuk memperoleh pencahayaan alami apabila menggunakan material yang tepat. Fasad bangunan merupakan tampilan depan bangunan untuk melindungi maupun meningkatkan nilai estetika. Hal ini juga menjadi faktor dalam pengeluaran biaya dalam *green building*.

Dalam pelaksanaan konstruksi *green building* dinilai memiliki biaya pembangunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bangunan pada umumnya (Hwang et al., 2017; Rehm dan Ade, 2013). Konstruksi *green building* memiliki biaya modal yang tinggi untuk pengembangan dan pemeliharaan bangunan (Dwaikat dan Ali, 2016) Biaya awal yang cukup tinggi dianggap menjadi kendala dalam mewujudkan *green building* (Construction, 2013).

Green Building Council Indonesia

The World Green Building Council (WGBC) merupakan perkumpulan atau organisasi dunia yang menjadi pelopor pembangunan konsep *green building*. Lembaga WGBC ini memiliki 100 anggota dari berbeda negara. Di Indonesia, sebutan untuk lembaga ini adalah GBCI. GBCI adalah anggota tetap dari lembaga WGBC dengan tugas untuk meningkatkan pembangunan berkonsep *green building*.

Lembaga *Green Building Council* Indonesia (GBCI) berkerjasama dengan pemerintah dalam bidang konstruksi melalui Badan Usaha Milik Negara (BUMN) untuk menambah jumlah dari pembangunan dengan konsep *green building*. GBCI bertanggung jawab dalam menjadikan *green building* sebagai strategi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca. Program dari lembaga ini meliputi transformasi pembangunan, pelatihan, pendidikan dan sertifikat *green building*. (GBCI, 2023)

Tujuan dari program yang dihasilkan oleh GBCI adalah untuk mengurangi emisi gas rumah kaca disebut dengan *Advancing Net Zero*. Program kerja ini merupakan kegiatan lembaga WGBC supaya dapat terjadinya dekarbonisasi pada tahun 2050. GBCI berkomitmen dalam mewujudkan program *Advancing Net Zero* dengan mewujudkan *Net Zero Building* di Indonesia. *Net Zero Building* adalah program untuk membangun bangunan dengan konsep *green building* untuk mereduksi atau mengurangi emisi gas rumah kaca. (GBCI, 2023)

Dalam merealisasikan program ini, GBCI akan memberikan edukasi kepada masyarakat terutama generasi muda dengan membentuk program *volunteer*. Partisipasi dari *Volunteer* adalah untuk memperluas pemahaman konsep *green building*. *Volunteer* dapat berasal dari pelajar, ahli dalam bidangnya, masyarakat yang memiliki komitmen dan bertanggung jawab. Kegiatan yang dapat dilakukan adalah memberikan ide untuk mengadakan *event*, menyebarkan pentingnya konsep *green building* pada lingkungan dan dapat menyatakan pendapat dalam meningkatkan pendidikan mengenai konsep *green building*. (GBCI, 2023)

Kriteria Penilaian Green Building

Penilaian *green building* diatur oleh organisasi *green building council* Indonesia. Dalam penilaian *green building* terbagi menjadi kriteria prasyarat, kredit, dan bonus. Kriteria prasyarat adalah syarat minimum sebagai bangunan *green building* dan harus terpenuhi dalam penilaian sedangkan kriteria kredit dan bonus untuk menambahkan nilai sehingga tidak perlu semua terpenuhi. Tabel 1 menunjukkan indikator penilaian *green building* di Indonesia.

Tabel 1. Indikator penilaian *Green Building* di Indonesia (GBCI, 2023)

Lembaga Rating	Indikator	Kode
GREENSHIP	Tepat Guna Lahan	<i>Appropriate Site Development</i> (ASD)
	Effiensi dan Konservasi Energi	<i>Energy Efficiency and Conservation</i> (EEC)
	Effiensi Air	<i>Water Conservation</i> (WAC)
	Sumber dan Siklus Material	<i>Material Resources and Cycle-</i> (MRC)
	Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang	<i>Indoor Health and Comfort</i> (IHC)
	Manajemen Lingkungan Bangunan	<i>Building Environment Management</i> (BEM)

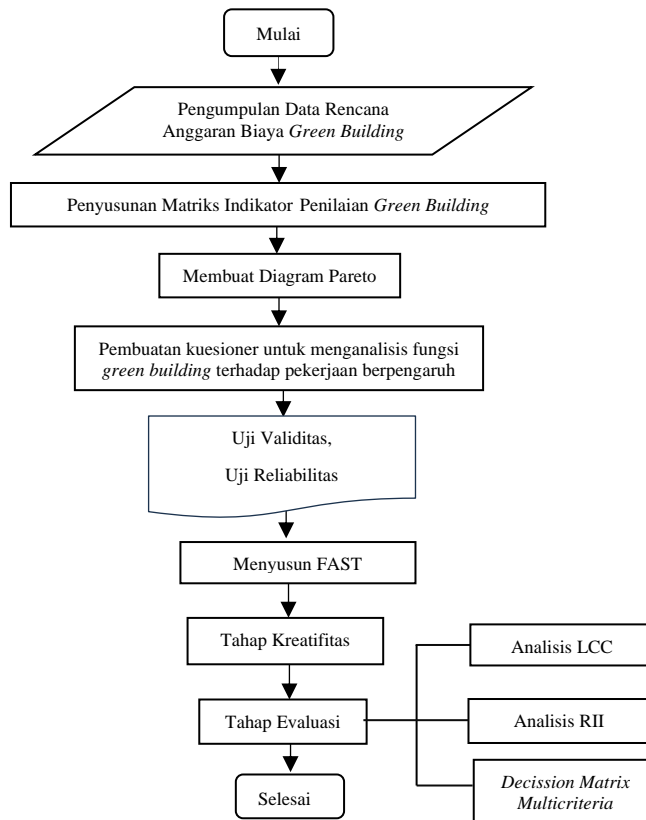
Value Engineering

Value Engineering (VE) merupakan metode nilai (*Value Methodology*) dalam mendapatkan nilai terbaik (*best value*) pada proyek konstruksi memperhatikan faktor atau fungsi yang diperlukan. (Berawi, 2014). Tujuan *Value Engineering* adalah mengoptimasi biaya suatu proyek sehingga mencapai sasaran atau target yang dituju. Kemampuan *Value Engineering* dalam *value for money* bagi proyek konstruksi diharapkan dapat menghadapi tantangan yang dihadapi. Tantangan suatu proyek dapat berupa biaya, kualitas maupun waktu pelaksanaan (Dell’Isola, 1997).

Studi *Value Engineering* dapat mengurangi biaya yang tidak diperlukan dalam proyek konstruksi. Pelaksanaan metode *Value Engineering* dinilai efektif dalam proyek konstruksi karena memberikan manfaat pada semua tahap pelaksanaan konstruksi. *Value engineering* bersifat kreatif dan dapat melihat potensi penghematan biaya dengan jelas (Berawi, 2014). Di negara Indonesia terdapat Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007 membahas penerapan metode *Value Engineering* pada proyek konstruksi. Nama asosiasi dari praktisi VE adalah Himpunan Ahli *Value Engineering* Indonesia (HAVEI)

2. METODE PENELITIAN

Gambar 1 menunjukkan metode penelitian dalam bentuk diagram alir.



Gambar 1. Diagram alir

Berdasarkan diagram alir metode penelitian ini diawali dengan beberapa tahapan seperti tahapan informasi, tahapan analisis atau identifikasi fungsi, tahapan kreativitas, tahapan evaluasi. Tahapan informasi meliputi pengumpulan data rencana anggaran biaya proyek dan data responden melalui kuesioner untuk memberikan penilaian mengenai analisis fungsi *green building*. Selain itu, pada tahapan informasi akan dilakukan penyusunan indikator matriks penilaian

green building yang berkaitan dengan pekerjaan dan diagram pareto. Diagram pareto digunakan dalam menentukan pekerjaan berpengaruh sebagai acuan dalam tahapan kreativitas.

Tahapan analisis atau identifikasi fungsi menggunakan studi literatur dalam menetapkan fungsi *green building* yang akan dimasukkan pada diagram FAST (*Function Analysis Sistem Technique*) Selanjutnya pekerjaan berpengaruh yang sudah ditentukan dengan diagram pareto akan diolah pada tahapan kreativitas. Dalam tahapan ini akan menghasilkan beberapa alternatif dalam beberapa bidang seperti material, desain, dan metode pelaksanaan. Langkah terakhir adalah tahapan evaluasi.

Tahapan evaluasi akan memperoleh hasil dalam ketiga metode yaitu metode *life cycle cost*, *relative important index*, *decision multicriteria matrix*. Perhitungan dengan metode *life cycle cost* dalam 20 tahun dan bunga bank sebesar 5.25%. Sebelum menghitung *relative important index*, data responden kuesioner akan melalui pengujian validitas dan reabilitas Tahapan terakhir nilai RII akan diolah dengan metode *decision multicriteria matrix*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

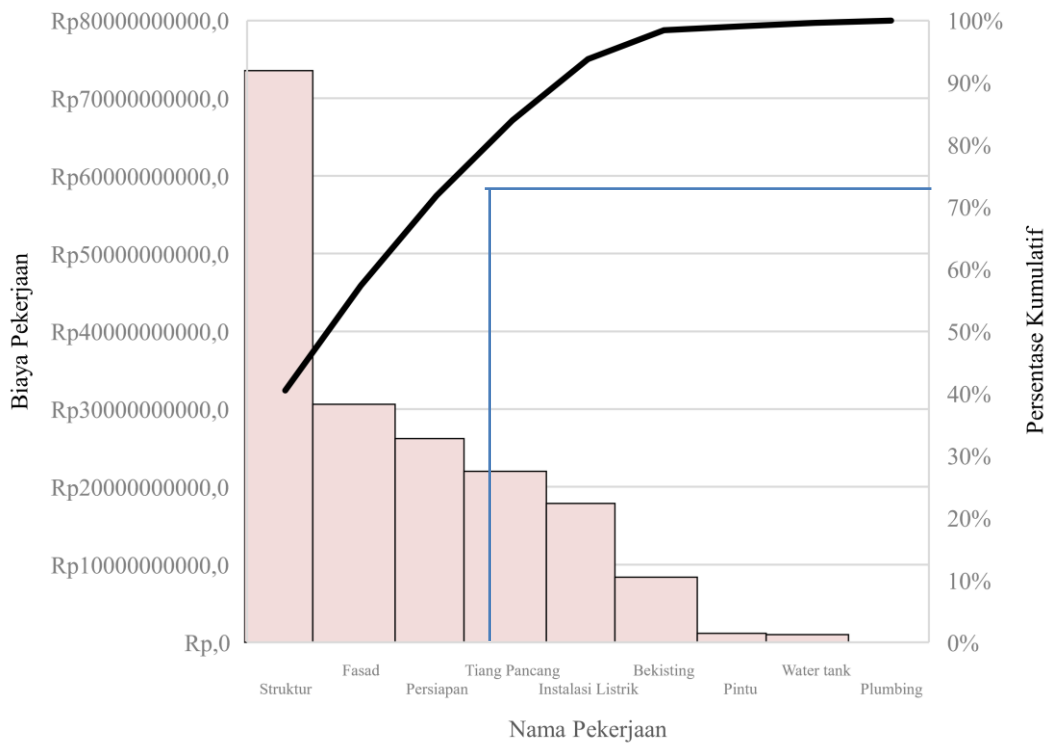
Data rencana anggaran biaya bangunan (RAB) *green building*

Penggumpulan data RAB masuk tahapan informasi pada metode *value engineering*. Tabel 2 menunjukkan data RAB yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 2. Data rencana anggaran biaya bangunan (RAB)

Uraian Pekerjaan	Total Biaya Pekerjaan
Pekerjaan Persiapan	Rp26.218.960.128
Pekerjaan Tiang Pancang	Rp22.000.000.000
Pekerjaan Bekisting	Rp8.384.297.187
Pekerjaan Struktur	Rp73.537.188.747
Pekerjaan <i>Plumbing</i>	Rp730.898.907
Pekerjaan <i>Water Tank</i>	Rp971.600.000
Pekerjaan Fasad	Rp30.608.150.000
Pekerjaan Pintu	Rp1.174.000.000
Pekerjaan Instalasi Listrik	Rp17.873.622.265

Kemudian dilanjutkan pada tahapan diagram pareto. Pembuatan tahapan ini menggunakan prinsip 80/20. Prinsip ini yaitu 80% hasil dipengaruhi oleh 20% bagian (Joiner, 1995). Penentuan pekerjaan berpengaruh untuk metode *value engineering* akan melalui metode diagram pareto. Gambar 2 menunjukkan diagram pareto pada penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram pareto terdapat beberapa pekerjaan yang berpengaruh seperti pekerjaan struktur, pekerjaan fasad, dan pekerjaan persiapan yang paling sesuai melalui metode *value engineering*. Pada penelitian ini, pekerjaan fasad yang sesuai dan memiliki peluang besar untuk dilakukan *value engineering*. Dalam pekerjaan fasad terdapat uraian-uraian pekerjaan yang dapat dilihat pada Tabel 3. Selanjutnya pemilihan pekerjaan untuk dianalisis lebih lanjut pada tahap kreatifitas yang memiliki jumlah biaya yang tertinggi yaitu pekerjaan *double glazing laminated glass*.

Tabel 3. Uraian biaya pekerjaan fasad

Uraian Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Biaya Pekerjaan
Pekerjaan <i>double glazing laminated glass</i>	25295	m ²	Rp30.354.000.000
Pekerjaan rangka <i>aluminium cutrain wall</i>	391	m ²	Rp254.150.000
Total Biaya Pekerjaan			Rp30.608.150.000

Identifikasi dan analisis fungsi

Pada tahapan identifikasi atau analisis fungsi bertujuan untuk melihat suatu pekerjaan proyek dalam sudut pandang fungsi yang berpeluang atau berpengaruh (Anondho,2023). Identifikasi fungsi dari bangunan *green building* diperoleh dari studi literatur yang berasal dari jurnal. Hasil dari studi literatur memperoleh 10 fungsi yang akan digunakan dalam pertanyaan kuesioner. Perolehan fungsi dan sumber jurnal terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis atau identifikasi fungsi

Kode.	Fungsi	
	Kata Kerja	Kata Benda
X1	Mengurangi	Emisi
X2	Meminimalkan	Kerusakan
X3	Meningkatkan	<i>Eco-Friendly</i>
X4	Mengurangi	Biaya
X5	Memberikan	ketahanan
X6	Menggunakan	Fasad
X7	Memberikan	Kenyamanan
X8	Meningkatkan	Estetika
X9	Penghematan	Energi
X10	Menerapkan	<i>Green Material</i>

Kuesioner

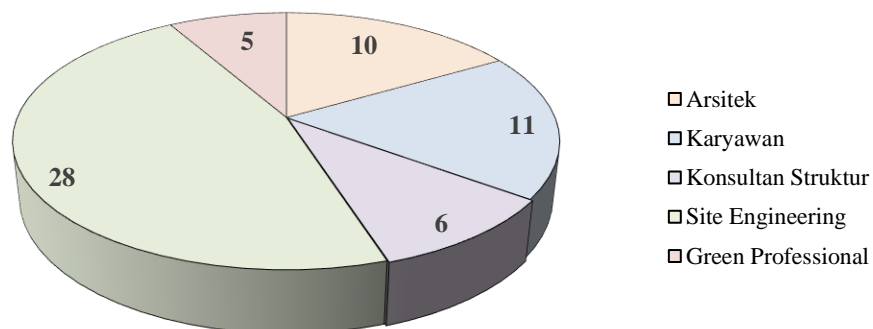
Penyusunan kuesioner bertujuan untuk memperoleh data dari responden kuesioner. Data responden ini akan digunakan dalam perhitungan nilai *Relative Important Index* (RII). Setelah itu, perhitungan nilai dengan metode *Relative Important Index* (RII) akan diolah ke dalam metode *decision multicriteria matrix*. Indikator pertanyaan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Indikator pertanyaan pada kuesioner

Kode	Indikator Pertanyaan	Sumber/Referensi
Data Diri Responden	Nama Jenis Kelamin Umur Pekerjaan	-
X1	Mengurangi emisi gas rumah kaca	(Miraj et al., 2021; Wang et al., 2004; Weerasinghe et al., 2021)
X2	Meminimalkan kerusakan pada lapisan ozon	(Ansori dan Wahyudin, 2020; Kadek et al., 2021)
X3	Meningkatkan konsep <i>eco-friendly</i>	(Amran, 2013; Natalia, 2021; Sudarwani, 2012)
X4	Mengurangi pengeluaran biaya	(Dell’Isola, 1997; Miraj et al., 2021)
X5	Memberikan daya tahan yang lama	(Natalia, 2021; Rachmayanti dan Roesli, 2014)
X6	Cocok digunakan untuk fasad bangunan	(Ayuningtyas et al., 2021; Guantio dan Pribadi, 2020; Sheweka dan Mohamed, 2012)
X7	Memberikan kenyamanan bagi penggunaannya	(Neyestani, 2017; Xie et al., 2017; Jyoti Gogoi, 2018)
X8	Meningkatkan nilai estetika	(Sitanggang, 2020; Sudarwani, 2012; Xie et al., 2017)
X9	Menghemat penggunaan energi pada bangunan	(Fahmi dan Mutia, 2022; Guantio dan Pribadi, 2020; Sitanggang, 2020)
X10	Menerapkan penggunaan <i>green material</i>	(Amran, 2013; Mayhoub et al., 2021; Patel dan Patel, 2021; Sheth, 2016)

Hasil Kuesioner

Kuesioner yang sudah disusun memperoleh responden sebanyak 60 responden. Pihak responden yang ditinjau adalah pihak-pihak manajerial yang berkaitan dengan proyek konstruksi. Responden dikelompokkan berdasarkan kategori jenis pekerjaan. Jumlah responden berdasarkan jenis pekerjaan terdapat di Gambar 4 dan Tabel 6 menunjukkan hasil data responden.



Gambar 4. Diagram jumlah responden berdasarkan jenis pekerjaan

Tabel 6. Hasil data responden

No.	Kode	Skala				
		1	2	3	4	5
1.	X1	0	0	18	33	9
2	X2	0	0	10	42	8
3	X3	0	2	27	29	2
4	X4	0	4	26	16	14
5	X5	0	2	35	19	4
6	X6	0	0	20	34	6
7	X7	0	5	32	12	11
8	X8	0	6	25	19	10
9	X9	0	4	23	24	9
10	X10	0	2	28	16	14

Pengujian validitas akan dilakukan setelah mendapatkan responden dari kuesioner yang sudah disusun. Variabel akan dinyatakan valid apabila nilai r-hitung lebih besar dari r-tabel. Pada penelitian ini terdapat 60 responden sehingga nilai N = 60 dengan tingkat signifikansi 5%. Yaitu 0,2500. Tabel 7 menunjukkan hasil dari pengujian ini.

Tabel 7. Hasil pengujian validitas

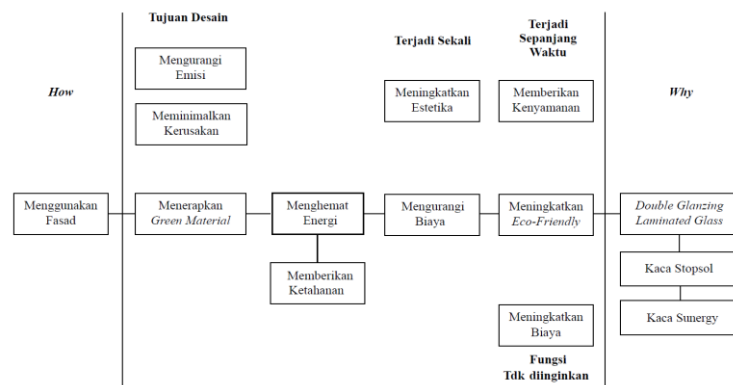
Variabel	Pearson Correlation	r tabel	Keterangan
X1	0,955	0,2500	Valid
X2	0,965	0,2500	Valid
X3	0,937	0,2500	Valid
X4	0,915	0,2500	Valid
X5	0,923	0,2500	Valid
X6	0,917	0,2500	Valid
X7	0,929	0,2500	Valid
X8	0,909	0,2500	Valid
X9	0,922	0,2500	Valid
X10	0,911	0,2500	Valid

Berdasarkan hasil pengujian validitas diperoleh kesimpulan yaitu analisis pada seluruh variabel adalah *valid*. Kemudian dilanjutkan pada uji reliabilitas menggunakan metode *Cronbach's Alpha*. Data reliabel apabila melebihi dari batasan sebesar 0.6. Tabel 8 menunjukkan hasil dari pengujian realibilitas.

Tabel 8. Hasil pengujian realibilitas (*Reliability Statistics*)

<i>Cronbach's Alpha</i>	N of Items
,900	10

Hasil pengujian reliabilitas diperoleh kesimpulan bahwa semua data reliabel sehingga data dinilai akurat. Langkah selanjutnya adalah pembuatan diagram *Function Analysis System Technique Diagram* (FAST) (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram FAST

Tahapan Kreativitas

Pada tahapan ini akan menghasilkan ide untuk beberapa alternatif lain untuk merealisasikan atau menjalankan fungsi yang berpotensi untuk meningkatkan nilai pada proyek (Berawi, 2014). Penggunaan *double glazing laminated glass* pada gedung *green building X*. dapat diganti dengan beberapa alternatif dengan fungsi yang sama. Alternatif yang dihasilkan adalah menawarkan penggunaan dengan kaca stopsol atau kaca sunergy.

Tahapan Evaluasi

Pada tahapan evaluasi akan memperoleh hasil yang optimal berdasarkan alternatif atau ide pada tahap kreatif dengan melakukan penilaian secara objektif (Anondho, 2023). Dalam penelitian ini, tahapan evaluasi akan memperoleh hasil melalui tiga metode yaitu *Life Cycle Cost (LCC)*, *Relative Important Index (RII)*, dan *Decission Multicriteria Matrix*.

Life Cycle Cost (LCC)

Bangunan dengan umur ekonomis sebesar 20 tahun berdasarkan peraturan pemerintah no 36 tahun 2005 tentang pelaksanaan peraturan 28 tahun 2002 berkaitan dengan bangunan gedung. Asumsi bunga bank sebesar 5.25% sesuai dengan acuan bunga deposito Bank Indonesia pada oktober 2023 Tabel 9 menunjukkan perhitungan LCC

Tabel 9. Perhitungan LCC

No.	Indikator Variabel	<i>Double Glazing Laminated glass</i>	Kaca Stopsol	Kaca Sunergy
1	Biaya Pekerjaan Kaca fasad	Rp30.354.000.000	Rp17.327.075.000	Rp19.363.322.500
2	Pekerjaan rangka aluminium <i>cutrain wall</i>	Rp254.150.000	Rp254.150.000	Rp254.150.000
3	Biaya Perawatan	Rp2.023.600.000	Rp2.023.600.000	Rp2.023.600.000
	<i>LCCA</i>	Rp32.631.750.000	Rp19.604.825.000	Rp21.641.072.500
	<i>LCC (20 th, 5.25%)</i>	Rp90.799.290.553	Rp54.551.294.412	Rp60.217.243.323

Relative Important Index (RII)

Tujuan dari perhitungan RII adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh secara terbesar dan terkecil dari 10 fungsi. Perhitungan RII diperoleh melalui pengolahan hasil data kuesioner. Hasil perhitungan RII ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil perhitungan RII

Kode	Hasil RII	Rank
X1	0,7700	2
X2	0,7933	1
X3	0,7033	8
X4	0,7333	5
X5	0,6833	10
X6	0,7533	3
X7	0,6967	9
X8	0,7100	6
X9	0,7267	7
X10	0,7400	4

Decission Multicriteria Matrix

Penentuan nilai ketiga jenis kaca melalui studi literatur pada katalog atau brosur produk kaca. Penilaian ini dilakukan terhadap 10 faktor dan terdapat pada Tabel 11.

Tabel 11. Evaluasi dalam penentuan nilai dari alternatif

Kode	<i>Double glazing laminated glass</i>	Kaca Stopsol	Kaca Sunergy
X1	menggunakan lapisan reflektif dengan proses magnetron.	Menggunakan satu lapisan pada satu sisi kaca (<i>supersilver atau classic</i>)	Menggunakan lapisan <i>Solar Control</i> dan <i>Low Emmisivity</i>
X2	Mengurangi energi panas yang masuk	Memantulkan cahaya matahari yang masuk	Menolak energi panas lebih efektif
X3	Pembuatan kaca ini sudah memperhatikan lingkungan sekitarnya	Pembuatan kaca ini sudah memperhatikan lingkungan sekitarnya	Pembuatan kaca ini sudah memperhatikan lingkungan sekitarnya
X4	Pengeluaran biaya lebih besar	Pengeluaran Biaya lebih murah	Rentang biaya berada ditengah dari kedua jenis kaca
X5	Jenis kaca ini mempunyai usia penyimpanan yang panjang.	Jenis kaca ini mempunyai daya tahan dan kualitas yang tetap	Jenis kaca ini mempunyai usia penyimpanan seperti kaca pada umumnya
X6	Ideal untuk fasad bangunan <i>green building</i>	Ideal untuk fasad bangunan <i>green building</i>	Ideal untuk fasad bangunan <i>green building</i>
X7	Meningkatkan Kenyamanan Pengguna	Meningkatkan Kenyamanan Pengguna	Meningkatkan Kenyamanan Pengguna
X8	Mempunyai 4 tipe warna dengan tampilan reflektif elegan dan eksklusif	Mempunyai 7 tipe warna dengan tampilan yang tidak silau	Mempunyai 7 tipe warna dengan tampilan yang netral dan cerah
X9	Kaca ini lebih unggul dalam menghemat energi listrik	Kaca ini kurang unggul dalam menghemat energi listrik	Kaca ini unggul dalam menghemat energi listrik
X10	Kaca menerapkan <i>green material</i> dengan baik	Kaca menerapkan <i>green material</i> dengan baik	Kaca menerapkan <i>green material</i> dengan baik

Penilaian dengan nilai paling unggul dari ketiga jenis alternatif yang akan dipilih sebagai alternatif terbaik. Hasil dari metode *Decision Multicriteria Matrix* ditunjukkan pada Gambar 5.

<i>Weightage</i>		0,7700	0,7933	0,7033	0,7333	0,6833	0,7533	0,6967	0,7100	0,7267	0,7400	Total
Sangat Baik	5	Mengurangi Emisi	Meminimalkan kerusakan (Lapisan Ozon)	Meningkatkan <i>Eco Friendly</i>	Mengurangi Biaya	Memberikan ketahanan	Menggunakan Fasad (Material ramah Lingkungan)	Memberikan Kenyamanan	Meningkatkan estetika	Menghemat Energi	Menerapkan <i>Green Material</i>	
Baik	4											
Biasa	3											
Buruk	2											
Sangat Buruk	1											
<i>Criteria</i>		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
<i>Double Glazing Laminated Glass</i>		3	3	3	2	4	3	3	3	4	3	22,61
		2,31	2,38	2,11	1,47	2,73	2,26	2,09	2,13	2,91	2,22	
Kaca Stopsol		3	2	3	4	3	3	3	4	2	3	21,85
		2,31	1,59	2,11	2,93	2,05	2,26	2,09	2,84	1,45	2,22	
Kaca Sunergy		4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	23,41
		3,08	2,38	2,11	2,20	2,05	2,26	2,09	2,84	2,18	2,22	

Gambar 5. *Decision Multicriteria Matrix*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perolehan nilai Life Cycle Cost (LCC) untuk 20 tahun diperoleh hasil tertinggi sampai terendah adalah kaca *Double Glazing Laminated*, kaca Sunergy, kaca Stopsol.

2. Urutan tertinggi sampai terendah dari perolehan nilai dengan metode *Decision Multicriteria Matrix* adalah Kaca Sunergy, kaca *Double Glazing Laminated*, dan kaca Stopsol.
3. Pekerjaan fasad yang menggunakan kaca sunergy menjadi alternatif terbaik pada bangunan berkonsep green building.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Y. (2013). Green Construction (Green Building) Gerakan Ramah Lingkungan dalam mendukung Gerakan Pengembangan Kota Hijau. *Jurnal TAPAK*, 2(2): 77-85
- Anondho, B. (2023). *Laporan value engineering spam regional Sumatera Barat*. Jakarta:PUPR
- Ansori, A., dan Wahyudin, D. (2020). Upaya Penurunan Emisi GRK Melalui Green Building. *Jurnal Reformasi Administrasi: Jurnal Ilmiah*, 7(1), 1–8.
- Ayuningtyas, P. A., Saladin, A., Utomo, H., dan Topan, M. A. (2021). Penggunaan Material Ramah Lingkungan Berstandar Greenship pada Bangunan Community Center Universitas Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti*, 18(2), 85–91.
- Berawi, M. A. (2014). *Aplikasi Value Engineering Pada Industri Konstruksi Bangunan Gedung* (Edisi 14). Jakarta: Universitas Indonesia.
- Dell'Isola, A. (1997). *Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance & Operation*. Kingston: RS Means Company Inc.
- Dwaikat, L. N., & Ali, K. N. (2016). Green buildings cost premium: A review of empirical evidence. *Journal Energy and Buildings*, 110(1), 396-403.
- Fahmi, M. M., dan Mutia, F. (2022). Optimasi Penggunaan Fasad Berdasarkan Energi dalam Proses Perancangan Gedung Perkantoran di Surabaya. *Jurnal Inersia*, 18(1), 62–71.
- GBCI. (2023). *Green Building*.<https://gbcindonesia.org>. (Diakses pada 9 Agustus 2023).
- Guantio, R. R., dan Pribadi, S. B. (2020). Pengaruh Fasad Terhadap Pengehematan Energi Pada High Rise. *Jurnal Imaji*, 9(5), 521–530.
- Hwang, B.-G., Zhu, L., dan Ming, J. T. T. (2017). Factors Affecting Productivity in Green Building Construction Projects: The Case of Singapore. *Journal of Management and Engineering*, 33(3), 1-12.
- Indonesia. (2002). *Peraturan undang-undang Nomor 28 Tahun 2002*. Jakarta:
- Indonesia. (2005). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2005*.
- Jyoti Gogoi, B. (2018). Green Building Features and Factors Affecting the Consumer Choice for Green Building Recommendation. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(6), 127–136.
- Kadek, B. W., Kumara, I., dan Sari Hartati, R. (2021). Studi Literatur Perkembangan Green Building Di Indonesia. *Jurnal Spektrum*, 8(2), 37-47.
- Kementerian Ekonomi. (2022, 25 April). *Green Economy Mendorong Terciptanya Pembangunan Ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan*.<https://ekon.go.id/publikasi/detail/4024/green-economy-mendorong-terciptanya-pembangunan-ekonomi-yang-inklusif-dan-berkelanjutan>. (Diakses pada 11 Agustus 2023).
- Mayhoub, M. M. G., El Sayad, Z. M. T., Ali, A. A. M., dan Ibrahim, M. G. (2021). Assessment of green building materials attributes to achieve sustainable building facades using ahp. *Journal of Buildings*, 11(10), 474–506.
- Miraj, P., Berawi, M. A., & Utami, S. R. (2021). Economic feasibility of green office building: combining life cycle cost analysis and cost–benefit evaluation. *Journal of Building Research and Information*, 49(2), 624-638.
- Natalia, Z. (2021). Penerapan Green Building Sebagai Pencapaian Sustainable Architecture Pada Pasar Badung Bali. *Jurnal Seni Dan Reka Rancang: Jurnal Ilmiah Magister Desain*, 2(1), 127–135.
- Neyestani, B. (2017). A Review on Sustainable Building (Green Building). *Journal of SRSN Electronic*, 6(1), 451–459.
- Patel, P., dan Patel, A. (2021). Use of sustainable green materials in construction of green buildings for sustainable development. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 785(1), 1–10.
- Rachmayanti, S., dan Roesli, C. (2014). Green Design Dalam Desain Interior Dan Arsitektur. *Jurnal Humaniora*, 5(9), 930–939.
- Rehm, M., & Ade, R. (2013). Construction costs comparison between green and conventional office buildings. *Journal of Building Research and Information*, 41(2),198–208.
- Sheth, K. N. (2016). Sustainable building materials used in green buildings. *9th International Conference on Engineering and Business Education*, 43(4),135–143.
- Sheweka, S. M., dan Mohamed, N. M. (2012). Green facades as a new sustainable approach towards climate change. *Energy Procedia*, 18, 507–520.
- Sitanggang, Y. (2020). *Green Building dan Green Architecture*. *Jurnal Komunikasi Visual*, 12(2): 24–33.
- Sudarwani, M. M. (2012). Penerapan Green Architecture dan green building sebagai upaya pencapaian sustainable architecture. *Engineering*, 10(24), 100–119.
- Wang, W., Zmeureanu, R., dan Rivard, H. (2004). Applying multi-objective genetic algorithms in green building

- design optimization. *Journal of Building dan environment*, 40, 1512-1525.
- Weerasinghe, A. S., Ramachandra, T., & Rotimi, J. O. B. (2021). Comparative life-cycle cost (LCC) study of green and traditional industrial buildings in Sri Lanka. *Journal of Energy and Building*, 234, 732-742.
- Xie, H., Clements-Croome, D., dan Wang, Q. (2017). Move beyond green building: A focus on healthy, comfortable, sustainable and aesthetical architecture. *Intelligent Buildings International*, 9(2), 88–96.
- Yas, Z., dan Jaafer, K. (2020). Factors influencing the spread of green building projects in the UAE. *Journal of Building Engineering*, 27, 894-911.

