

Implementasi Konsep *Green Building* Melalui *Value Engineering* pada Pekerjaan Arsitektur

Ni Made Sintya Rani, Kadek Adi Suryawan, I Gusti Ayu Wulan Krisna Dewi,
dan Anak Agung Ayu Asta Oktaviani Putri

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Badung, Bali, Indonesia

sintyarani@pnb.ac.id, adisuryawan@pnb.ac.id, wulankrisna@pnb.ac.id, astaoktaputri@pnb.ac.id

Abstrak

Green Building Council Indonesia menyatakan terdapat 6 aspek penerapan *Green Building* berdasarkan perangkat *Green ship* untuk Bangunan Baru versi 1.2 yaitu Tepat Guna Lahan, Efisiensi dan Konservasi Energi, Konservasi Air, Sumber dan Siklus Material, Kualitas Udara Kenyamanan dan Manajemen Lingkungan Bangunan. Penerapan aspek *Green Building* dapat dilakukan salah satunya melalui metode *value engineering*. Analisis *Value Engineering* merupakan upaya pendekatan yang sistematis, rapi, terencana dalam melakukan analisis nilai (*value*) dari pokok masalah terhadap fungsi atau kegunaannya tapi tetap konsisten terhadap tampilan, kualitas/mutu dan perawatan dari proyek. Tujuan penelitian ini mengidentifikasi rekomendasi alternatif material berdasarkan konsep *Green Building*, biaya pelaksanaan paling ekonomis dan efisien pada tahap pelaksanaan pekerjaan arsitektur. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif dengan metode pengumpulan data primer berupa survei harga serta wawancara metode pelaksanaan. Data sekunder yang digunakan berupa RAB, AHSP dan *time schedule*. Berdasarkan hasil analisis diperoleh rekomendasi alternatif material yaitu pada Proyek Sumitra Hotel adalah dinding keramik, cat dinding *aquashield* dan lantai keramik. Sedangkan pada Proyek *Magnum Residence* yaitu bata ringan. Alternatif biaya pelaksanaan pada proyek Sumitra Hotel pada pekerjaan *finishing* dinding Rp903.671.568 dan pada pekerjaan *finishing* lantai Rp510.799.447. Pada Proyek *Magnum Residence* alternatif biaya pelaksanaan pekerjaan arsitektur pada pekerjaan *finishing* dinding yaitu Rp1.658.938.657.

Kata kunci: VE, biaya, hijau, alternatif, material

Abstract

Land use, energy efficiency and conservation, water conservation, material sources and cycles, indoor air quality, comfort, and building environmental management are the six facets of green building implementation, according to the Green Building Council Indonesia. These are based on the Green Ship tool for New Buildings version 1.2. Among other strategies, value engineering can be used to implement Green Building elements. Finding alternative material recommendations based on the Green Building concept that have the most cost-effective and efficient implementation costs during the architectural work execution phase is the aim of this study. Descriptive quantitative research methodology is employed, and pricing surveys and implementation method interviews serve as the main means of gathering data. The Budget Plan, Unit Price Analysis and timetable are secondary data that are utilized. Based on the analysis results, alternative material recommendations were obtained, namely for the Sumitra Hotel Project: ceramic walls, Aquashield wall paint, and ceramic floors. Whereas in the Magnum Residence Project, it is lightweight bricks. The alternative implementation costs for the Sumitra Hotel project for wall finishing work is Rp903,671,568 and for floor finishing work is Rp510,799,447. In the Magnum Residence Project, the alternative implementation cost for architectural work on wall finishing is Rp1,658,938,657.

Keywords: VE, cost, green, alternative, material

1. Pendahuluan

Pemanasan Global dan perubahan iklim secara global terjadi karena penggunaan teknologi yang masif, gaya hidup serta kebutuhan manusia yang serba instan (Ainurrohman & Sudarti, 2022). Perubahan iklim ini terjadi akibat peningkatan emisi gas rumah kaca dan sektor terbesar penyumbang adalah industri, transportasi dan rumah tangga (Wau et al., 2022). Berdasarkan data dari *World Green Building Council* menyatakan bahwa bangunan gedung setidaknya menyumbang 33% emisi CO₂, 17% konsumsi air bersih, 25% penggunaan produk kayu, 30-40% penggunaan bahan mentah dan 40-50% penggunaan energi untuk pembangunan dan operasionalnya (Munawir, 2021). Fenomena *Global warming* inilah yang mendasari pentingnya penerapan konsep *Green Building* pada sektor industri konstruksi (Ratnaningsih et al., 2019).

Oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI) menyatakan terdapat 6 aspek penerapan *Green Building* berdasarkan perangkat *Green ship* untuk Bangunan Baru versi 1.2 yaitu tepat guna lahan, efisiensi dan konservasi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, kualitas udara kenyamanan. dan manajemen lingkungan bangunan (Ratnaningsih et al., 2019). Penerapan aspek *Green Building* dapat dilakukan salah satunya melalui metode *value*

Info Makalah:

Dikirim : 03-19-25;

Revisi 1 : 04-30-25;

Diterima : 05-02-25.

Penulis Korespondensi:

Telp : -

e-mail : sintyarani@pnb.ac.id

engineering. Metode *value engineering* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan kajian penghematan biaya (Atabay & Galipogullari, 2012).

Keunggulan dari metode *value engineering* adalah upaya pendekatan yang sistematis, rapi, terencana dalam melakukan analisis nilai (*value*) dari pokok masalah terhadap fungsi atau kegunaannya tapi tetap konsisten terhadap tampilan, kualitas/mutu dan perawatan dari proyek (Diputera et al., 2018). Penggunaan sistem teknik rekayasa nilai adalah untuk mengidentifikasi fungsi dari suatu desain sehingga dapat ditentukan alternatif fungsi sesuai dengan yang diinginkan serta pemakaian biaya yang minimal (Yusuf et al., 2021). Selain itu rekayasa nilai digunakan untuk mencari ide atau alternatif dengan biaya yang lebih baik atau lebih rendah dengan batasan fungsi dan mutu suatu pekerjaan (Pratiwi, 2014).

Beberapa penelitian tentang *value engineering* dilakukan yaitu analisis alternatif desain bangunan jembatan dengan *value engineering* yang menyimpulkan penghematan antara struktur jembatan beton konvensional dengan struktur jembatan rangka baja sebesar Rp18.668.778 atau 2,87%. Antara jembatan beton konvensional dengan jembatan beton *precast* terjadi penghematan sebesar Rp66.704.416 atau 9,54% (Hasan Busri, 2014). Penelitian *value engineering of architectural work in Navalunit Building Planning in West Papua* memperoleh hasil bobot penghematan biaya yang diperoleh berdasarkan alternatif yang direkomendasikan adalah 7,7% pada pekerjaan arsitektur dan 2,6% pada seluruh pekerjaan (Dinariana et al., 2021). Penelitian rekayasa nilai pada bangunan auditorium gedung penunjang akademik Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Salodong Makassar menyimpulkan dengan mengoptimalkan elemen struktural dalam tahapan perencanaan yang memberikan potensi penghematan sampai dengan 11,05% (Karim et al., 2023). Terdapat juga penelitian analisis *value engineering* pada proyek pembangunan apartemen di Cikarang dengan hasil pengeluaran biaya pekerjaan dinding eksisting sebesar Rp10.189.035.186, setelah dilakukan proses *value engineering* dengan alternatif 1 didapatkan biaya sebesar Rp8.052.748.444 atau ada penghematan Rp2.136.286.741 (20,97%), dan dengan alternatif 2 didapatkan biaya sebesar Rp8.134.383.474 atau ada penghematan Rp2.054.651.711 (20,17%) (Kartohardjono, 2017). Selain itu penelitian *plumbing work in green market based on value engineering* menyatakan efisiensi biaya yang diperoleh pada pekerjaan instalasi air bersih dan kotor menghemat sebesar 9,8%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menerapkan metode *value engineering* pada suatu pekerjaan dapat menghemat biaya pekerjaan.

Kota Denpasar merupakan salah satu pusat pertumbuhan ekonomi dan perkembangan masyarakat di Bali (Suamba & Nurdiantoro, 2014). Hal ini terlihat dengan banyaknya pembangunan gedung bertingkat untuk kebutuhan sosial maupun ekonomi masyarakat di Denpasar. Pembangunan saat ini perlu memperhatikan prinsip pembangunan berkelanjutan, untuk merealisasikan hal tersebut perlu dilakukan perencanaan sehingga dapat mengurangi kerusakan lingkungan tanpa mengorbankan kebutuhan pembangunan ekonomi dan keadilan sosial (Widyawati, n.d.).

Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukan analisis *value engineering* dengan mencari rekomendasi alternatif lainnya dengan mempertimbangkan konsep *green buliding* sehingga diperoleh alternatif yang lebih ekonomis dan efisien. Hal yang dilakukan pada penelitian ini adalah menentukan pekerjaan yang dapat dilakukan *value engineering* pada pekerjaan arsitektur. Metode *value engineering* yang dilakukan secara bertahap mulai dari mengumpulkan data RAB proyek terakhir kemudian dilakukan analisis fungsi dengan menggunakan Metode F.A.S.T diagram yang kemudian dilanjutkan dengan tahap kreativitas untuk memunculkan rekomendasi alternatif material dan menentukan *value index* pada tiap alternatif. Setelah alternatif terbaik dipilih kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan biaya pelaksanaan paling ekonomis dan efisien.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian deskriptif kuantitatif, yang merupakan proses pemecahan masalah yang melibatkan deskripsi, penelitian, dan penjelasan tentang subjek yang dipelajari, serta penggunaan angka untuk menarik kesimpulan dari fenomena yang dapat diamati (Sulistyawati et al., 2022). Dengan memanfaatkan prinsip-prinsip teknik, konsep *value engineering* menekankan biaya produk atau jasa. Tujuan teknik ini adalah untuk mencapai kualitas minimal yang sama dengan yang direncanakan dengan biaya serendah mungkin (Nandito et al., 2020). Program *value engineering* dalam suatu proyek khususnya proyek konstruksi fisik, perlu terlebih dulu diperjelas mengenai pengertian dari *value engineering* itu sendiri untuk menghindari kesan terutama dari perancang bahwa kegiatan *value engineering* adalah kritikan untuk rancangan/desain suatu proyek tanpa melibatkan aspek-aspek teknis (Amelia & Sulistio, 2019). Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah pengumpulan data primer yaitu wawancara kepada penanggung jawab proyek terkait metode pelaksanaan dan survei harga material saat ini di toko material. Setelah data diperoleh kemudian dilakukan identifikasi terhadap item pekerjaan dengan biaya yang tinggi dan dilanjutkan dengan analisis FAST. Akan diperoleh alternatif desain berdasarkan kriteria konsep *green building*. *Green building* mengacu pada kualitas dan karakteristik dari Arsitektur aktual yang dibuat menggunakan prinsip-prinsip dan metodologi dari konstruksi yang *sustainable* (Kibert, 2022). Selain itu, gaya arsitektur hijau juga mencakup penggunaan proses yang ramah lingkungan dan menghemat sumber daya selama kehidupan bangunan, dari desain hingga pembangunan, operasional, perawatan, renovasi, dan dekonstruksi. (Kubba, 2010). Dalam *GREEN SHIP*, yang dibentuk oleh GBCI, terdapat enam aspek penilaian bangunan hijau, dan konsep hijau dikaji dari berbagai literatur, yaitu *appropriate site development, energy efficiency and conservation, water conservation, material*

resource & recycle, indoor air health & comfort and building and environment management (GBCI, 2013). Tahap berikutnya adalah tahap pengembangan dengan membandingkan dan mengembangkan pilihan alternatif yang terbaik dan dilanjutkan tahap penyajian berupa alternatif biaya pelaksanaan terbaik. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *value engineering*. Tahapan *value engineering* sebagai berikut :

- a. Tahap Informasi (*Information Phase*)
 Dalam rencana kerja VE, tahapan pertama adalah mendapatkan informasi tentang desain awal proyek dari data umum hingga batasan proyek. Informasi ini diperoleh langsung dari kontraktor proyek. Selanjutnya, diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang mahal.
- b. Tahap Analisis Fungsi (*Function analysis*)
 Analisis fungsi, tahapan paling penting dalam VE, dilakukan setelah mengumpulkan informasi. Pada tahap ini, fungsi-fungsi yang diinginkan akan dianalisis dengan menggunakan F.A.S.T diagram untuk menemukan biaya yang paling rendah untuk mengetahui fungsi-fungsi utama dan fungsi-fungsi pendukung serta untuk mengidentifikasi biaya yang dapat dikurangi atau dihilangkan tanpa mempengaruhi kualitas atau mutu gedung tersebut.
- c. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)
 Alternatif-alternatif akan muncul di tahap kreatif untuk membandingkan dengan desain yang sudah ada sebelumnya. Semakin banyak ide yang muncul, semakin banyak solusi yang tersedia untuk mengurangi biaya, kualitas, dan waktu. Alternatif dapat mencakup bahan atau material alternatif, metode pelaksanaan, dan waktu pelaksanaan.
- d. Tahap Evaluasi (*Evaluation Phase*)
 Pada tahap evaluasi, pilihan yang sesuai dipilih dari sejumlah pilihan yang telah disusun pada tahap kreativitas. Pilihan ini dipilih berdasarkan perhitungan yang menunjukkan alternatif yang paling mudah dilaksanakan dan biaya yang paling rendah. Metode *zero-one* digunakan untuk menyelesaikan tahap ini.
- e. Tahap Pengembangan (*Development Phase*)
 Dalam tahap ini, tugas-tugas yang dilakukan termasuk membandingkan hasil penelitian dengan hasil yang dibuat sebelumnya, membuat pilihan untuk konsep yang mungkin dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut, mengelola risiko dan biaya yang sesuai, melakukan analisis biaya manfaat, dan membuat rencana tindak lanjut untuk menentukan prosedur pelaksanaan, jadwal, dan tanggung jawab untuk setiap pilihan yang dipilih. Pada titik ini, analisis teknis serta perhitungan biaya siklus hidup/biaya siklus hidup (LCC) dilakukan untuk mencapai penghematan biaya pada jenis pekerjaan yang telah dilakukan analisis VE secara menyeluruh.
- f. Tahap Penyajian (*Recommendation phase*)
 Pelaporan atau penyampaian hasil analisis dilakukan pada tahap penyampaian. *Owner* atau pihak pengembang menerima penyajian yang mencakup data tentang alternatif yang dipilih dan alasan untuk memilihnya, perbedaan harga rencana awal dengan setelah dilakukan VE, keuntungan dan kerugian dari alternatif yang dipilih, dan penghematan biaya siklus hidup dari rencana awal dengan setelah dilakukan VE. Pada tahap ini, penyajian ini nantinya digunakan untuk meyakinkan pihak pengembang atau pemilik yang bertanggung jawab atas pengambilan keputusan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tahap Informasi

Tabel 1. Rekapitulasi RAB Pekerjaan Arsitektur

No	Pekerjaan	Total Harga (Rp)
1	<i>Finishing Dinding</i>	929.920.708
2	<i>Finishing Lantai</i>	639.813.512
3	<i>Finishing Plafond</i>	246.056.249

Pada tahap ini pengumpulan informasi dilakukan guna mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB), harga satuan serta data proyek yang nantinya akan dilakukan analisa *value engineering* dengan kriteria yang diambil dari peraturan GBCI (*Green building Council Indonesia*).

3.2. Pareto

Setelah dilakukan rekapitulasi pada RAB khususnya pada pekerjaan Arsitektur, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengukuran nilai yang dominan. Nilai dominan ini ditentukan dengan menggunakan metode Diagram Pareto. Diagram ini membantu mengelompokkan item pekerjaan yang masuk kedalam kriteria dengan biaya akumulasi sebesar 80 % dari total keseluruhan item pekerjaan. Item pekerjaan yang masuk dalam kriteria tersebut yang kemudian ditentukan material dengan biaya pelaksanaan terbesar menggunakan metode yang serupa. Hasil diagram pareto tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 2. Persentase Nilai Pekerjaan Arsitektur Tertinggi Hingga Terendah

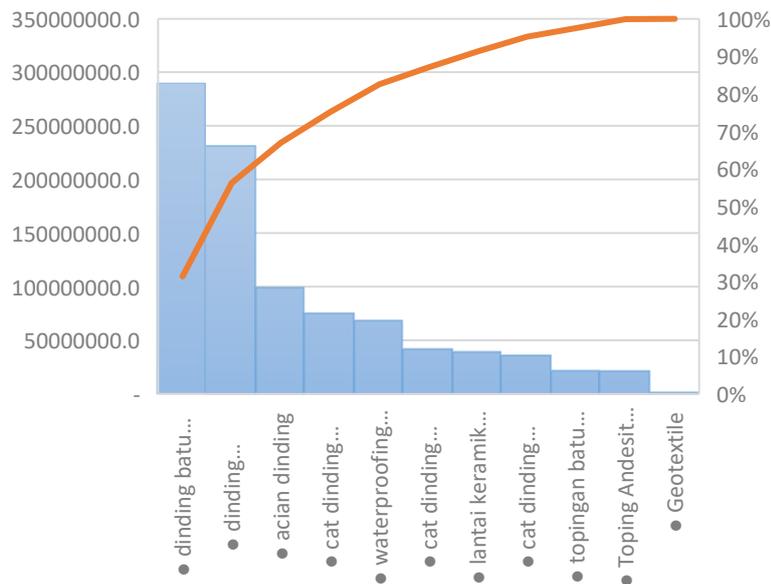
No	Pekerjaan	Total Harga (Rp)	%	Kum
1	Finishing Dinding	929.920.708	51,13 %	51,13 %
2	Finishing Lantai	639.813.512	35,29 %	86,43 %
3	Finishing Plafond	246.056.249	13,57 %	100 %

Pada pekerjaan arsitektur memperoleh item pekerjaan yang masuk dalam kriteria dengan biaya akumulasi 80 % yaitu pekerjaan *finishing* dinding dan *finishing* Lantai. Setelah ditentukan item pekerjaan tersebut kemudian dilanjutkan dengan menentukan material dengan nilai tertinggi pada masing-masing item pekerjaan. Untuk pekerjaan *finishing* dinding disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 3. Persentase Nilai Material Tertinggi Hingga Terendah pada Pekerjaan *Finishing* Dinding

No	Pekerjaan	Total Harga (Rp)	%	Kum
1	dinding batu kali <i>random slate</i>	290.007.294	31,29%	31,29%
2	dinding <i>homogenous tile</i>	231.503.543	24,98%	56,26%
3	cat dinding <i>weathershield</i>	75.456.474	8,14%	64,40%
4	<i>waterproofing coating</i>	68.430.426	7,38%	71,78%
5	acian dinding	9.317.429	10,71%	82,50%
6	cat dinding <i>external</i>	42.013.334	4,53%	87,03%
7	lantai keramik uk.30×30 cm Ex. Asia Tile	39.461.740	4,26%	91,29%
8	cat dinding internal	35.946.127	3,88%	95,17%
9	topingan batu andesit 400 × 400 × 50	21.867.326	2,36%	97,53%
10	Toping Andesit 300 mm tebal 3 mm	21.452.200	2,31%	99,84%
11	<i>Geotextile</i>	1.478.295	0,16%	100,00%

Dari hasil peringkat tersebut dapat digambarkan pada diagram pareto yang menunjukkan item pekerjaan yang masuk dalam kriteria dengan biaya akumulasi 80% seperti pada gambar 1.

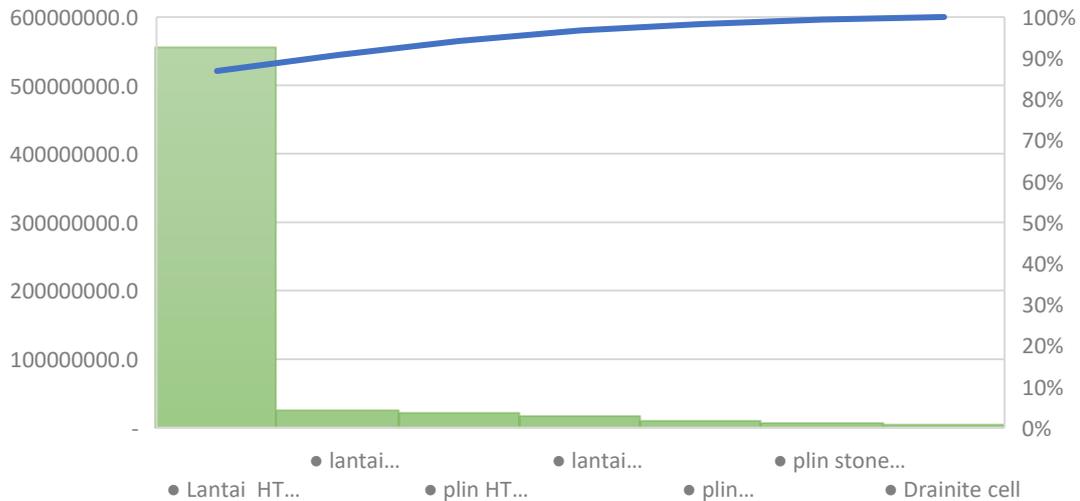


Gambar 1. Grafik Pareto Pekerjaan *Finishing* Dinding

Tabel 4. Persentase Nilai Material Tertinggi Hingga Terendah pada Pekerjaan *Finishing* Lantai

No	Pekerjaan	Total Harga (Rp)	%	Kum
1	Lantai HT uk.600×600mm Unpolish	555.344.207	86,80%	86,80%
2	lantai natural stone (Marmer TBA)	25.126.876	3,93%	90,73%
3	plin HT kayu tinggi 100 mm	21.595.200	3,38%	94,10%
4	lantai keramik homogenous 600×600mm non slip	16.641.004	2,60%	96,70%
5	plin keramik tinggi 100 mm dengan finish HT	10.035.475	1,57%	98,27%
6	plin stone tinggi 100 mm dengan finish natural	6.776.460	1,06%	99,33%
7	Drainite cell	4.294.290	0,67%	100,00%

Dari hasil peringkat tersebut dapat digambarkan pada diagram pareto yang menunjukkan item pekerjaan yang masuk dalam kriteria dengan persentase biaya akumulasi 80 % seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pareto Pekerjaan *Finishing* Dinding

3.3. Kriteria Bangunan Hijau

Selanjutnya menentukan kriteria untuk dapat dilakukan analisis *value engineering*. Kriteria yang digunakan merujuk pada perangkat penilaian *greenship* oleh *Green Building Council* Indonesia tentang *greenship* untuk bangunan baru. Karena item pekerjaan yang ditinjau hanya pekerjaan arsitektur maka tidak keseluruhan kriteria digunakan dalam analisis *Value engineering* ini. Adapun kriteria yang digunakan seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Kategori dan Kriteria GBCI

Kategori	Kriteria
Sumber dan siklus material	Refrigeran Fundamental
	Penggunaan Gedung dan Material Bekas
	Material ramah lingkungan
	Material Regional

3.4. Tahap Kreatifitas dan Alternatif

Berdasarkan kriteria kemudian dilakukan tahap kreatif dengan memunculkan desain alternatif yang nantinya digunakan sebagai bahan perbandingan dengan desain awal. Adapun alternatif yang dimunculkan seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Alternatif Berdasarkan Kriteria

No	Desain Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
1	dinding batu kali random slate	Batu Gamping	Batu Paras
2	dinding homogenus tile	Batu alam	Keramik
3	cat dinding weathershield	Cat dinding Aquashield	Cat dinding Powerflexx
4	waterproofing coating	waterproofing mortar	waterproofing membran
5	acian dinding	Sistem stick on wall	
6	Lantai homogenus tile	Batu alam	Keramik

3.5. Tahap Evaluasi dan Alternatif

Tabel 7. Perbandingan Alternatif Dinding Batu *Random Slate*

No	Kriteria pembanding	Desain awal	Alternatif 1	Alternatif 2
		batu kali <i>random slate</i>	Batu gamping	Batu Paras
Harga (Rp)		290.007.294	291.589.732	350.231.459
Penghematan (Rp)		-	- 1.582.438	- 60.224.165
1	<i>Refrigeran Fundamental</i>	3	3	3
2	Penggunaan Gedung dan Material Bekas	3	1	2
3	Material ramah lingkungan	2	3	3
4	Material Regional	3	3	3
Total Nilai Bobot		11	10	11
Total Keseluruhan		12		
Persentase Pemenuhan		91,67 %	83,33 %	91,67 %

Pada tabel hasil perbandingan terlihat biaya dari alternatif 1 dan 2 masih lebih tinggi dari biaya desain awal. Selain itu pada kriteria pembanding alternatif 2 dan desain awal memperoleh nilai total bobot terbesar yaitu 11 dengan persentase pemenuhan yaitu sebesar 91,67 % dibandingkan dengan alternatif 1. Hal ini menjadikan batu kali *random slate* masih menjadi alternatif pilihan terbaik dan termurah.

Tabel 8. Perbandingan Alternatif Dinding *Homogenous Tile*

No	Kriteria pembanding	Desain awal	Alternatif 1	Alternatif 2
		<i>homogenous tile</i>	Batu alam	Keramik
Harga (Rp)		231.503.543	301.293.443	213.185.719
Penghematan (Rp)		-	-69.789.900	18.317.824
1	<i>Refrigeran Fundamental</i>	2	3	3
2	Penggunaan Gedung dan Material Bekas	1	3	2
3	Material ramah lingkungan	1	2	3
4	Material Regional	2	3	3
Total Nilai Bobot		8	6	11
Total Keseluruhan		12		
Persentase Pemenuhan		66,67 %	50 %	91,67 %

Pada tabel hasil perbandingan terlihat biaya dari alternatif 2 merupakan biaya terendah. Selain itu pada kriteria pembanding alternatif 2 memperoleh nilai total bobot terbesar yaitu 11 dengan persentase pemenuhan yaitu sebesar 91,67 % dibandingkan dengan alternatif 1 dan desain awal. Hal ini menjadikan keramik menjadi alternatif pilihan terbaik dan termurah.

Tabel 9. Perbandingan Alternatif Cat Dinding *Weathershield*

No	Kriteria pembanding	Desain awal	Alternatif 1	Alternatif 2
		cat dinding <i>weathershield</i>	Cat dinding <i>Aquashield</i>	Cat dinding <i>Powerflexx</i>
Harga (Rp)		75.456.474	70.511.678	72.981.035
Penghematan (Rp)		-	4.944.796	2.475.439
1	<i>Refrigeran Fundamental</i>	2	2	2
2	Penggunaan Gedung dan Material Bekas	2	2	2
3	Material ramah lingkungan	2	2	2
4	Material Regional	2	2	2
Total Nilai Bobot		8	8	8
Total Keseluruhan		12		
Persentase Pemenuhan		66,67 %	66,67 %	66,67 %

Pada tabel hasil perbandingan terlihat biaya dari alternatif 1 merupakan biaya terendah. Namun pada kriteria pembanding seluruh alternatif memperoleh nilai total bobot terbesar yaitu 8 dengan persentase pemenuhan yaitu sebesar 66,67 %. Jika dilihat dari segi ekonomis maka cat dinding *aquashield* menjadi alternatif pilihan terbaik dan termurah.

Tabel 10. Perbandingan Alternatif *waterproofing coating*

No	Kriteria pembandingan	Desain awal	Alternatif 1	Alternatif 2
		waterproofing coating	waterproofing mortar	waterproofing membran
Harga (Rp)		75.456.474	68.430.426	72.315.467
Penghematan (Rp)		-	-	-3.885.041
1	Refrigeran Fundamental	3	1	1
2	Penggunaan Gedung dan Material Bekas	2	1	1
3	Material ramah lingkungan	3	2	1
4	Material Regional	1	2	1
Total Nilai Bobot		8	9	6
Total Keseluruhan		12		
Persentase Pemenuhan		75 %	50 %	33,33 %

Pada tabel hasil perbandingan terlihat biaya dari alternatif 1 dan 2 masih lebih tinggi dari biaya desain awal. Selain itu pada kriteria pembandingan desain awal memperoleh nilai total bobot terbesar yaitu 9 dengan persentase pemenuhan yaitu sebesar 75 % dibandingkan dengan alternatif 1 dan 2. Hal ini menjadikan *waterproofing coating* masih menjadi alternatif pilihan terbaik dan termurah.

Tabel 11. Perbandingan alternatif Acian dinding

No	Kriteria pembandingan	Desain awal	Alternatif 1
		acian dinding	<i>Stick on wall</i>
Harga (Rp)		75.456.474	99.317.429
Penghematan (Rp)		-	-
1	<i>Refrigeran Fundamental</i>	3	1
2	Penggunaan Gedung dan Material Bekas	3	3
3	Material ramah lingkungan	3	3
4	Material Regional	1	1
Total Nilai Bobot		8	10
Total Keseluruhan			
Persentase Pemenuhan		83,33 %	66,67 %

Pada tabel hasil perbandingan terlihat biaya dari alternatif 1 masih lebih tinggi dari biaya desain awal. Selain itu pada kriteria pembandingan desain awal memperoleh nilai total bobot terbesar yaitu 10 dengan persentase pemenuhan yaitu sebesar 83,33 % dibandingkan dengan alternatif 1. Hal ini menjadikan acian dinding masih menjadi alternatif pilihan terbaik dan termurah

Tabel 12. Perbandingan Alternatif Lantai *Homogenous Tile*

No	Kriteria pembandingan	Desain awal	Alternatif 1	Alternatif 2
		<i>homogenous tile</i>	Batu alam	Keramik
Harga (Rp)		75.456.474	555.344.207	607.384.119
Penghematan (Rp)		-	-	-52.039.912
1	<i>Refrigeran Fundamental</i>	2	2	3
2	Penggunaan Gedung dan Material Bekas	2	1	3
3	Material ramah lingkungan	2	1	2
4	Material Regional	2	2	3
Total Nilai Bobot		8	8	6
Total Keseluruhan		12		
Persentase Pemenuhan		66,67 %	50 %	91,67 %

Pada tabel hasil perbandingan terlihat biaya dari alternatif 2 merupakan biaya terendah. Selain itu pada kriteria pembandingan alternatif 2 memperoleh nilai total bobot terbesar yaitu 11 dengan persentase pemenuhan yaitu sebesar 91,67 % dibandingkan dengan alternatif 1 dan desain awal. Hal ini menjadikan keramik menjadi alternatif pilihan terbaik dan termurah

3.6. Rekomendasi Alternatif Material

Berdasarkan hasil evaluasi dan desain alternatif diperoleh rekomendasi alternatif material berdasarkan konsep *green building*. Rekomendasi alternatif Kombinasi merupakan gabungan dari desain-desain alternatif yang memiliki nilai bobot tertinggi pada tahapan evaluasi. desain-desain alternatif yang ada disandingkan dengan desain awal dengan subjek pembandingan yang *refrigeran Fundamental*, penggunaan gedung dan material bekas, material ramah lingkungan dan material regional. rekomendasi alternatif material tersaji pada tabel 13.

Tabel 13. Perbandingan Alternatif Lantai *Homogenous Tile*

No	Desain Awal	Rekomendasi alternatif
1	dinding batu kali <i>random slate</i>	dinding batu kali <i>random slate</i>
2	dinding <i>homogenous tile</i>	Dinding Keramik
3	cat dinding <i>weathershield</i>	cat dinding <i>aquashield</i>
4	<i>waterproofing coating</i>	<i>waterproofing coating</i>
5	acian dinding	acian dinding
6	Lantai <i>homogenous tile</i>	Lantai Keramik

3.7. Alternatif Biaya Pelaksanaan

Alternatif biaya pelaksanaan diperoleh dari biaya terendah berdasarkan perbandingan biaya pada masing-masing material. Biaya pelaksanaan desain awal pada pekerjaan *finishing* dinding proyek adalah sebesar Rp929.920.708 setelah dilakukan *value engineering* biaya pelaksanaan pekerjaan *finishing* dinding menjadi Rp903.671.568. terjadi penghematan sebesar Rp23.262.620 atau 2,51 %. Biaya pelaksanaan desain awal pada pekerjaan *finishing* lantai adalah sebesar Rp639.813.512 setelah dilakukan *value engineering* biaya pelaksanaan pekerjaan *finishing* lantai menjadi Rp510.799.447 terjadi penghematan sebesar Rp129.014.065 atau 20,16 %. Alternatif biaya pada masing-masing pekerjaan tersaji dalam tabel 14.

Tabel 14. Alternatif Biaya Pelaksanaan

No	Pekerjaan	Nilai awal	Nilai alternatif	% penghematan
1	<i>Finishing</i> Dinding	Rp929.920.708	Rp903.671.568	2,51 %.
2	<i>Finishing</i> Lantai	Rp639.813.512	Rp510.799.447	20,16 %.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Rekomendasi Alternatif material berdasarkan konsep *Green building* pada pekerjaan arsitektur adalah dinding keramik, cat dinding *aquashield* dan lantai keramik.
2. alternatif biaya pelaksanaan pekerjaan arsitektur pada pekerjaan *finishing* dinding yaitu Rp903.671.568 dan pada pekerjaan *finishing* lantai Rp510.799.447.

Ucapan Terima Kasih

Segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penelitian bertujuan untuk optimalisasi proyek konstruksi pada biaya, waktu, teknologi serta inovasi. Dalam penyusunan penelitian ini, penulis telah menerima banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktur Politeknik Negeri Bali, Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali beserta seluruh rekan yang telah memberikan sumbangsih pemikiran dan Forum Ilmiah Jurusan Teknik Sipil. Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua baik pelaku jasa konstruksi, jasa konsultasi maupun pemilik proyek serta bagi dunia pendidikan.

Daftar Pustaka

- Ainurrohman, S., & Sudarti, S. (2022). Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 3(3), 1. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v3i3.13359>
- Amelia, H., & Sulistio, H. (2019). Analisis *value engineering* pada proyek perumahan djajakusumah residence. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(3), 209. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i3.5831>
- Atabay, S., & Galipogullari, N. (2012). Application of *value engineering* in construction projects. *10th International Congress on Advances in Civil Engineering, October*, 17–19.
- Dinariana, D., Nurjaman, H. N., & ... (2021). *Value engineering* of architectural work in navalunit building planning, in west papua. *Journal of Architecture and ...*, 6(9), 37–49. <https://www.academia.edu/download/69367599/E06093749.pdf>
- Diputera, I. G. A., Agung, I. G., Putera, A., Putu, A., & Dharmayanti, C. (2018). Penerapan *value engineering* (ve) pada proyek pembangunan taman sari apartement. *Jurnal Spektran*, 6(2), 210–216. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/article/view/42315>
- GBCI. (2013). *GREENSHIP RATING TOOLS GREENSHIP untuk BANGUNAN BARU Versi 1.2. April*.
- Hasan Busri, M. (2014). Analisis alternatif desain bangunan jembatan dengan *value engineering*. *Extrapolasi*, 7(1), 31–38.
- Karim, D., Nasution, A., & Ashad, H. (2023). Rekayasa nilai pada bangunan auditorium gedung penunjang akademik politeknik ilmu pelayaran (PIP) salodong makassar. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(3),

- 6422–6430. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/2862>
- Kartohardjono, A. (2017). Analisis *value engineering* pada proyek pembangunan apartement di cikarang. *Jurnal Konstruksia*, 9(1), 41–58.
- Kibert, C. . (2022). *Sustainable Construction: Green building Design and Delivery, 5th Edition*.
- Kubba, S. (2010). *Green Construction Project Management and Cost Oversight*.
- Munawir, R. (2021). Melawan dampak perubahan iklim dengan penerapan teknologi building information modelling/ BIM. *Direktorat Jenderal Bina Konstruksi*. <https://binakonstruksi.pu.go.id/publikasi/karya-tulis/melawan-dampak-perubahan-iklim-dengan-penerapan-teknologi-building-information-modelling-bim/>
- Nandito, A., Huda, M., & Siswoyo. (2020). Penerapan *value engineering* pada proyek pembangunan puskesmas rego manggarai barat ntt. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 8(3), 171–186.
- Pratiwi, N. A. (2014). Analisa *value engineering* pada proyek gedung riset dan museum energi dan mineral. *Institut Teknologi Bandung*, 2(1), 166–170.
- Ratnaningsih, A., Hasanuddin, A., & Hermansa, R. (2019). Penilaian kriteria *green building* pada pembangunan gedung IsDB project berdasarkan skala indeks menggunakan greenship versi 1 . 2 (studi Kasus : gedung engineering biotechnology universitas jember). *BERKALA SAINSTEK*, 2(VII), 59–66.
- Suamba, D. P., & Nurdiantoro, E. (2014). Pembangunan berwawasan budaya di kota denpasar. *Media Komunikasi FPIPS*, 2(1), 1–08.
- Sulistiyawati, W., Wahyudi, & Trinuryono, S. (2022). Analisis (deskriptif kuantitatif) motivasi belajar siswa dengan model blended learning di masa pandemi covid19. *Kadikma*, 13, No. 1, 68–73.
- Wau, N., Anurogo, W., Lubis, M. Z., & Ghazali, M. (2022). Dampak dan sekenario kenaikan tinggi muka air laut terhadap penutup lahan (studi kasus : kecamatan gunung kijang, pulau bintan). *Jurnal Swarnabhumi*, 7(1), 39–49.
- Widyawati, R. L. (n.d.). *Green building* dalam pembagunan berkelanjutan. *Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Borobudur*.
- Yusuf, M., Parwati, C. ., & Nasution, A. . (2021). Analisis rekayasa nilai lampu hias dalam usaha pengembangan produk. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*, 9(2), 159–166.