

STUDI IDENTIFIKASI DAN OPTIMALISASI BIAYA PROYEK RUMAH TINGGAL BERBASIS *GREEN BUILDING* DENGAN METODE *VALUE ENGINEERING*

Sausan Ismu Hamduna¹, Fajar Sri Handayani^{1*}, dan Ary Setyawan¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jln. Ir. Sutami No. 36A, Kientingan, Surakarta 57126; Telp. (0271) 647069, Fax. 634524

*Email: fajr_hani@yahoo.co.id

Abstract

The green building concept is one of the solutions to reduce environmental damage, carbon emissions (global warming), and energy crisis. Its implementation is still difficult in terms of costs, regulations, resources, material information, and work methods. VE (Value Engineering) method is used to determine the work components that can be optimized according to the cost and value of green building. The research objectives are to identify and optimize projects based on construction costs, operating and maintenance costs, green materials (energy efficiency and material durability), K4 (impact on the environment), and the availability of environmentally friendly materials stocks. Qualitative (GREENSHIP HOMES assessment, paired comparison, and decision matrix analysis) and quantitative (life-cycle cost analysis converted to present-worth value) are used in this research. The results showed that the criteria that respondents paid the most attention to in choosing materials were the availability of material stock, while energy efficiency was not considered. VE alternative recommendations are feasible to be implemented on brick wall work items (light brick), 2nd-floor ceramics (glossy tiles), additional door and window frames (UPVC frames), also side and rooftop garage canopy frames (mild steel) because of their worth performance in terms of their green building impact and life-cycle savings.

Keywords: Green Building, Green Material, Value Engineering

Abstrak

Konsep *green building* merupakan salah satu solusi pengurangan kerusakan lingkungan, emisi karbon (penyebab utama pemanasan global), dan krisis energi. Pengimplementasian konsep ini masih sulit dari segi biaya, regulasi, sumber daya dan informasi material, serta metode kerja. Metode VE (*Value Engineering*) digunakan dengan mengetahui komponen pekerjaan yang bisa dioptimalkan sesuai nilai biaya dan nilai *green building*. Adapun tujuan penelitian adalah mengidentifikasi dan mengoptimalkan proyek berdasarkan biaya konstruksi, biaya operasi dan pemeliharaan, *green material* (efisiensi energi dan daya tahan material), K4 (Keamanan, Keselamatan, Kesehatan dan Keberlanjutan) yang difokuskan pada dampak material terhadap lingkungan, serta ketersediaan stok material ramah lingkungan. Metode yang digunakan berupa penilaian kualitatif (penilaian GREENSHIP HOMES, *paired comparison*, dan *decision matrix analysis*) serta kuantitatif (analisis *life-cycle cost* yang dikonversi menjadi nilai *present-worth*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kriteria yang paling diperhatikan responden dalam memilih material adalah ketersediaan stok material, sedangkan efisiensi energi tidak terlalu dipertimbangkan. Rekomendasi alternatif VE layak diimplementasikan pada item pekerjaan dinding bata (bata ringan), keramik lantai 2 (ubin *glossy*), kusen pintu tambahan dan jendela (kusen UPVC), serta rangka kanopi garasi samping dan *rooftop* (baja ringan) karena kinerjanya yang menguntungkan jika ditinjau dari nilai manfaat dari *green building* dan nilai penghematan dari *life-cycle cost*.

Kata Kunci: Green Building, Green Material, Rekayasa Nilai

PENDAHULUAN

Dalam mewujudkan visi SDGs, setiap negara dituntut untuk melakukan pembangunan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Konsep konstruksi hijau dengan produk utama berupa bangunan hijau menjadi salah satu solusi pembangunan yang bertumpu pada kelestarian alam. Terlebih lagi karena bangunan rumah tinggal menjadi masalah utama karena bidang ini termasuk pemicu utama pemanasan global. GABC (*Global Alliance for Buildings and Construction*) menyatakan bahwa bangunan rumah tinggal menyumbang lebih dari seperempat emisi GRK (Gas Rumah Kaca). Melalui visi tersebut, konsep *green building* ini mampu mengurangi kerusakan lingkungan, meminimalkan emisi karbon sebagai penyebab utama pemanasan global, dan mengatasi krisis energi yang muncul sebagai dampak dari pesatnya industrialisasi pada berbagai sektor, terutama pada sektor bangunan rumah tinggal. Hanya saja pengimplementasian *green building* pada sektor ini masih sulit dari segi biaya, regulasi, sumber daya dan informasi material, serta metode kerja. Sebuah pendekatan diperlukan untuk menganalisis metode kerja atau item pekerjaan yang ideal, efisien, serta optimal secara ekonomi dan lingkungan. Metode rekayasa nilai atau VE (*Value Engineering*) merupakan salah satu pendekatan manajemen konstruksi yang terorganisir untuk mengoptimalkan biaya dan atau kinerja dari sebuah fasilitas atau sistem (Dell'Isola, 1974). Selain itu, kegunaan VE adalah mencari beberapa alternatif atau ide desain untuk menghasilkan biaya yang lebih efisien dari harga yang direncanakan sesuai

batasannya fungsional dan mutu pekerjaan. Atas dasar latar belakang tersebut, peneliti ingin melakukan analisis *VE* terhadap proyek bangunan rumah tinggal berbasis *green building* melalui identifikasi dan optimalisasi material ramah lingkungan sebagai pertimbangan alternatif. *Green building* adalah praktik menciptakan struktur yang menggunakan proses hemat sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan, mulai dari penentuan tapak hingga desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, dan renovasi (Adegbile, 2012).

Desain rumah tinggal memperoleh peringkat platinum karena telah memenuhi 89,61% dari kriteria *green building* berdasarkan penilaian *GREENSHIP HOMES*. Selain itu, berdasarkan *cost breakdown structure*, *cost model*, dan grafik distribusi pareto, jenis pekerjaan yang dapat dilakukan penghematan biaya adalah pekerjaan arsitektural (61,67%) yang mencakup pekerjaan dinding (pekerjaan roster dan bata); pekerjaan keramik lantai (pekerjaan keramik lantai 2 dan keramik granit lantai 1); pekerjaan kusen, pintu, dan jendela (pekerjaan kusen pintu tambahan dan jendela); pekerjaan plafon (pekerjaan rangka dan pelat plafon); serta pekerjaan besi dan *railing* (pekerjaan rangka kanopi garasi samping dan *rooftop*).

Green Building (Bangunan Berwawasan Lingkungan)

Green building merupakan bangunan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan berbentuk perumahan atau komersial yang dirancang untuk konservasi energi dengan menggunakan sumberdaya alam secara efisien, menjaga kualitas udara di dalam ruangan, serta memperhatikan kesejahteraan penghuninya selama siklus hidup bangunan tersebut, mulai dari proses perencanaan, pelaksanaan konstruksi, hingga operasional dan pemeliharaan.

GREENSHIP HOMES

GREENSHIP HOMES merupakan salah satu penilaian *green building* yang dicetus oleh GBCI (*Green Building Council Indonesia*) terhadap rumah tinggal dengan memperhatikan beberapa aspek:

1. Tepat guna lahan (*appropriate site development*)
2. Efisiensi dan konservasi energi (*energy efficiency conservation*)
3. Konservasi air (*water conservation*)
4. Sumber dan siklus material (*material resource and cycle*)
5. Kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (*indoor health and comfort*)
6. Manajemen lingkungan bangunan (*building environment management*)

Konsep Value Engineering

Metode *VE* (*Value Engineering*) adalah upaya kreatif dan terorganisir dengan analisis persyaratan proyek untuk mencapai fungsi penting dengan total biaya terendah dari segi modal, pekerja, energi, dan pemeliharaan selama siklus hidup proyek. Tohidi (2011) menyatakan bahwa metode *VE* memiliki banyak keuntungan terkait dengan manajemen proyek. Konsep 'nilai' ini mencakup korelasi antara fungsi dan sumber daya alam. Ada tiga elemen dasar dalam mengukur nilai produk, yaitu fungsi, kualitas, dan biaya. Hubungan dari tiga elemen tersebut direpresentasikan melalui Persamaan [1].

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Fungsi} + \text{Kualitas}}{\text{Biaya}} \dots\dots\dots [1]$$

Metodologi Value Engineering

Menurut *SAVE International Value Standard* (2007), penelitian *VE* mencakup tiga tahap, yakni tahap persiapan kerja (*pre-workshop*), tahap eksekusi rencana kerja (*workshop*), serta tahap pasca kerja (*post-workshop*).

1. Tahap Persiapan (*Pre-Workshop Study*)
Tahap persiapan dilakukan untuk merencanakan dan mengelola penelitian pada proyek terkait. Tipikal luaran yang dihasilkan dalam fase ini adalah pemahaman yang jelas mengenai hal-hal yang perlu ditangani, prioritas strategis, dan perbaikan yang meningkatkan nilai proyek.
2. Tahap Eksekusi Rencana Kerja (*Workshop Study*)
Tahap eksekusi rencana berdasarkan kaidah *Value Engineering Job Plan* yang mencakup fase informasi, fase analisis fungsi, fase kreatif, fase evaluasi, fase pengembangan, dan fase presentasi yang memunculkan rekomendasi alternatif.
3. Tahap Pasca Kerja (*Post-Workshop Study*)

Tahap ini mencakup fase implementasi berupa keputusan dari pemangku kepentingan proyek untuk mengubah komponen pekerjaan dalam proyek dengan alternatif yang dihasilkan dari penelitian *VE* dan fase tindak lanjut berupa kemampuan peneliti dalam menciptakan nilai yang lebih baik dengan merefleksikan teori dasar penelitian *VE*, membandingkan hasil, dan memastikan setiap proses penelitian sesuai dengan teori dasar *VE*.

Analisis Paired Comparison

Analisis *paired comparison* dilakukan dengan komparasi antara alternatif dan eksisting melalui sistem *scoring* berdasarkan parameter-parameter di Tabel 1. Data yang digunakan pada analisis ini berupa skor dengan skala 1-100 yang dialokasikan oleh responden pada setiap parameter di masing-masing material yang ditinjau (alternatif dan eksisting).

Tabel 1. Parameter penilaian alternatif dan eksisting

Kode	Parameter	Keterangan
A	BK (Biaya Konstruksi)	Biaya/pengeluaran pada fase EPC (<i>Engineering, Procurement, Construction</i>)
B	BOP (Biaya Operasi & Pemeliharaan)	Biaya/pengeluaran pada fase operasional (masa manfaat bangunan)
C	<i>Green Material 1</i> (Efisiensi Energi)	Pemanfaatan energi terbarukan (sinar matahari, angin, air, dsb)
D	<i>Green Material 2</i> (Daya Tahan)	Masa/umur manfaat bahan/material
E	K4 (Dampak Lingkungan & Keberlanjutan)	Penggunaan bahan baku yang ramah dan aman terhadap lingkungan
F	KSM (Ketersediaan Stok Material)	Tingkat ketersediaan material di lingkungan sekitar

Analisis Decision Matrix

Analisis *decision matrix* bertujuan untuk memperoleh keputusan terkait rekomendasi dan kelayakan alternatif terhadap eksisting dengan system ranking skor setiap parameter pada alternatif dan eksisting. Analisis decision matrix dianggap sebagai metode yang paling baik dalam identifikasi pengukuran retrofit (Castro dkk, 2019).

Analisis Life-Cycle Cost

Analisis LCC (*Life-Cycle Cost*) didefinisikan sebagai cakupan dari biaya konstruksi, operasional, pemeliharaan, dan pembuangan selama umur layan suatu bangunan. Elemen yang diperhitungkan pada penelitian ini adalah biaya awal (*initial cost*), biaya penggantian (*replacement cost*), biaya atau nilai sisa (*salvage cost*), serta biaya operasi dan pemeliharaan (*operational and maintenance cost*). Hasil dari biaya LCC tersebut kemudian dikonversi dengan *present-worth method* melalui Persamaan [2].

$$TPW = -P + A \left(\frac{P}{A}, i, n \right) - A \left(\frac{P}{A}, i, n \right) + F \left(\frac{P}{F}, i, n \right) \dots\dots\dots [2]$$

Keterangan:

- TPW = Total Present Worth
- F = Nilai di masa depan (*future-worth*)
- P = Nilai sekarang (*present-worth*)
- A = Nilai tahunan (*annual-worth*)
- i = Tingkat suku bunga yang digunakan (*interest*)
- n = Waktu

METODE

Penelitian ini difokuskan pada pekerjaan arsitektural dengan menggunakan penilaian kualitatif (penilaian *GREENSHIP HOMES*, *paired comparison analysis*, dan *decision matrix analysis*) serta kuantitatif (analisis *life-cycle cost* yang dikonversi menjadi nilai present-worth).

Data Penelitian

Beberapa data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan yaitu RAB (Rencana Anggaran Biaya), volume pekerjaan, daftar AHSP (Analisis Harga Satuan Pekerjaan), dan metode kerja. Data sekunder yang digunakan meliputi daftar harga dan spesifikasi material dan peralatan, daftar harga satuan upah pekerja, dan peraturan dasar pelaksanaan *green building*.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilaksanakan dengan metode studi kasus yang proses pengamatan (observasi), wawancara, dan dokumentasi terkait proses pelaksanaan proyek rumah tinggal berbasis *green building*.

Metode Analisis Data

Analisis dan pengolahan data dilakukan berdasarkan *Value Engineering Job Plan* (SAVE, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Alternatif

Kriteria alternatif secara kuantitatif dan kualitatif yang digunakan sebagai analisis material arsitektural yakni sebagai berikut:

Tabel 2. Parameter penilaian alternatif dan eksisting

Kode	Parameter
A	BK (Biaya Konstruksi)
B	BOP (Biaya Operasi & Pemeliharaan)
C	GM 1 (Efisiensi Energi)
D	GM 2 (Daya Tahan)
E	K4
F	KSM (Ketersediaan Stok Material)

Alternatif yang Diusulkan

Material alternatif diusulkan berdasarkan analisis keuntungan dan kerugian dari setiap ide alternatif yang dimunculkan dalam tahap kreatif.

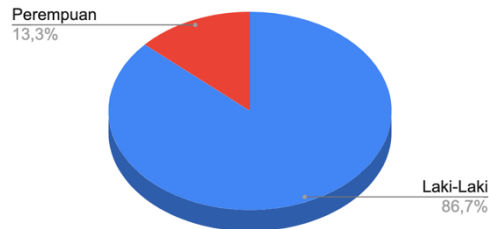
Tabel 3. Material eksisting dan alternatif

Item Pekerjaan Arsitektural	Eksisting	Alternatif
Dinding ekpos	Roster jalusi	Roster batako
Dinding bata	Bata merah	Bata ringan
Keramik lantai 2	Ubin <i>polished nano</i>	Ubin <i>glosy</i>
Keramik lantai 1	<i>Granite polished tiles</i>	<i>Granite glazed polished</i>
Kusen pintu & jendela	Kusen aluminium	Kusen UPVC
Rangka plafon	Rangka galvalum	Rangka galvanis
Pelat plafon	Papan <i>gypsum</i>	Papan GRC
Rangka kanopi	Rangka galvalum	Rangka baja ringan

Analisis Paired Comparison

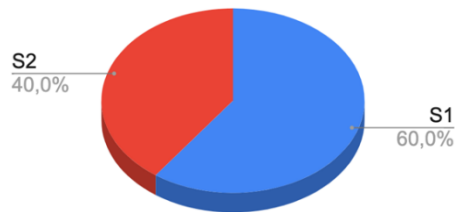
Analisis Paired Comparison digunakan untuk membedakan dan memprioritaskan serangkaian pengaruh. Metode ini telah terbukti efektif dilakukan untuk memetakan faktor resiko dalam transportasi udara (Lin dkk, 2013). Analisis ini diawali dengan pemberian kuesioner terhadap responden terkait skor parameter terhadap material eksisting dan alternatif yang diusulkan. Kuesioner dibagikan kepada 15 responden dengan perspektif berbeda, baik dari ahli pelaku konstruksi maupun pengguna rumah tinggal. Adapun profil responden tersebut sebagai berikut:

1. Jenis Kelamin



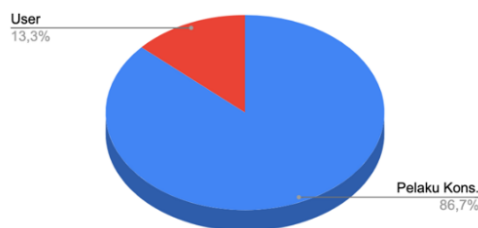
Gambar 1. Persentase jumlah responden berdasarkan jenis kelamin

2. Pendidikan Terakhir



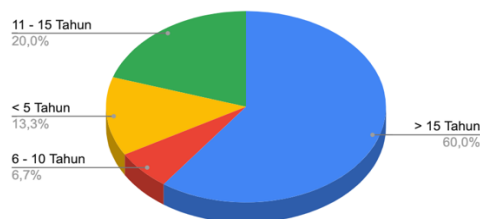
Gambar 2. Persentase jumlah responden berdasarkan pendidikan terakhir

3. Posisi Saat Mengisi Kuesioner



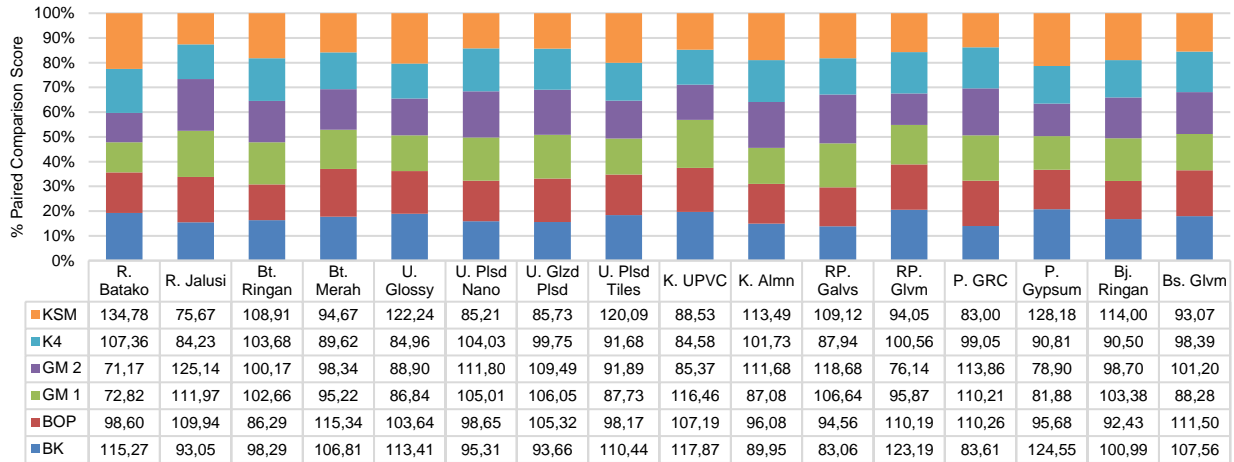
Gambar 3. Persentase jumlah responden berdasarkan posisi saat mengisi kuesioner

4. Lama Pengalaman Kerja

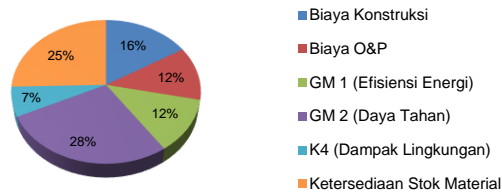


Gambar 4. Persentase jumlah responden berdasarkan lama pengalaman kerja

Rekapitulasi hasil *weighted score* analisis *paired comparison* dapat dilihat pada diagram di bawah ini (Gambar 5).



Gambar 5. Rekapitulasi hasil *weighted score* analisis *paired comparison*

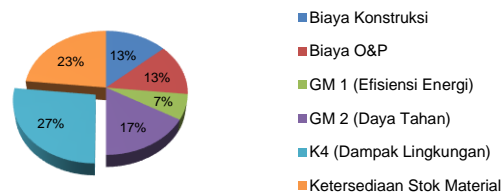


Gambar 6. Persentase jumlah responden dalam memilih material berdasarkan analisis *paired comparison*

Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan hasil bahwa 28% dari jumlah responden lebih memperhatikan parameter daya tahan material dan hanya 7% dari responden memperhatikan parameter K4 (dampak lingkungan) dalam memilih suatu material.

Analisis *Decision Matrix*

Hasil *weighted score* dari *analisis paired comparison* kemudian dikembangkan melalui analisis matriks keputusan untuk mengetahui peringkat (*ranking*) dari masing-masing parameter pada setiap material. Tujuan dari analisis ini adalah mengambil keputusan berdasarkan prioritas parameter dan pilihan mengenai kelayakan material alternatif untuk menggantikan material eksisting. Berikut rekapitulasi hasil analisis *decision matrix* yang dilakukan.

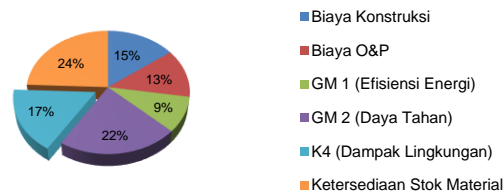


Gambar 7. Rekapitulasi hasil analisis *decision matrix*

Gambar 7 menunjukkan hasil bahwa 27% dari jumlah responden memprioritaskan parameter K4 (dampak lingkungan) dan hanya 7% dari responden memprioritaskan parameter GM 1 (efisiensi energi) dalam memilih suatu material.

Kesimpulan *VE* dari Analisis *Paired Comparison*, *Decision Matrix*, dan *Life-Cycle Cost*

Apabila persentase persepsi prioritas responden yang diolah dari analisis *paired comparison* dan *decision matrix* digabungkan, dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden lebih memprioritaskan parameter ketersediaan stok material, daya tahan material, dan dampaknya terhadap lingkungan dalam memilih suatu material. Aspek efisiensi energi dalam hal ini tidak menjadi perhatian. Kesimpulan ini dapat dilihat pada diagram di Gambar 8.



Gambar 8. Persentase jumlah responden dalam memilih material berdasarkan analisis *paired comparison* dan *decision matrix*

Tabel 4. Rekomendasi alternatif akhir untuk pekerjaan arsitektural proyek rumah tinggal *green building*

Item Pekerjaan	Life-Cycle Cost		GREENSHIP HOMES		Responden	Keputusan Implementasi
	Desain Awal	Alternatif	Desain Awal	Alternatif		
Dinding ekspos	159.270.684	134.624.240	69	68	Daya tahan material ×	NO CHANGE
Dinding bata	145.295.842	85.420.244	69	69	Dampak lingkungan ✓	CHANGE
Keramik lantai 2	118.226.444	44.980.616	69	66	Biaya konstruksi & efisiensi energi ✓	CHANGE
Keramik lantai 1	110.210.526	78.476.269	69	68	Daya tahan material & dampak lingkungan ×	NO CHANGE
Kusen pintu tambahan	672.411.562	516.144.038	69	69	Biaya konstruksi, biaya O&P, dan dampak lingkungan ✓	CHANGE
Kusen jendela	560.964.348	455.791.020	69	69	Biaya konstruksi, biaya O&P, dan dampak lingkungan ✓	CHANGE
Rangka plafon	69.004.514	50.415.116	69	68	Dampak lingkungan & ketersediaan stok material ✓	CHANGE
Pelat plafon	65.461.858	44.063.438	69	69	Ketersediaan stok material ×	NO CHANGE
Kanopi garasi samping	109.313.203	72.718.240	69	69	Biaya konstruksi & efisiensi energi ✓	CHANGE
Kanopi <i>rooftop</i>	25.810.087	18.148.484	69	69	Biaya konstruksi & efisiensi energi ✓	CHANGE

Sebagai keputusan akhir dari keseluruhan penelitian *VE*, rekomendasi alternatif yang dapat diaplikasikan pada proyek lapangan berbasis *green building* yakni *item* pekerjaan adalah dinding bata, keramik lantai 2, kusen pintu tambahan dan jendela, serta rangka kanopi garasi samping dan *rooftop* karena kinerjanya yang menguntungkan dari segi nilai manfaat *green building* dan nilai penghematan *life-cycle cost*.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian *VE* yang dilakukan pada proyek rumah tinggal dua lantai berbasis *green building* di Taman Meruya Ilir, Jakarta Barat yaitu:

1. Penelitian *VE* dilakukan dengan penilaian kualitatif (penilaian *GREENSHIP HOMES*, *paired comparison analysis*, dan *decision matrix analysis*) serta kuantitatif (analisis *life-cycle cost* yang dikonversi menjadi nilai *present-worth*).
2. Jenis pekerjaan yang dapat dihemat adalah pekerjaan arsitektural (61,67%) dengan *item* pekerjaan berupa pekerjaan dinding (pekerjaan roster dan bata); pekerjaan keramik lantai (pekerjaan keramik lantai 2 dan keramik granit lantai 1); pekerjaan kusen, pintu, dan jendela (pekerjaan kusen pintu tambahan dan jendela); pekerjaan plafon (pekerjaan rangka dan pelat plafon); serta pekerjaan besi dan *railing* (pekerjaan rangka kanopi garasi samping dan *rooftop*).
3. Alternatif yang diusulkan adalah roster batako (pengganti roster jalusi), bata ringan (pengganti bata merah), ubin *glossy* (pengganti ubin *polished nano* pada lantai 2), *granite glazed polished* (pengganti *granite polished tiles* pada lantai 1), kusen UPVC (pengganti kusen aluminium), rangka plafon galvanis (pengganti rangka plafon galvalum), papan GRC (pengganti papan *gypsum*), dan rangka kanopi baja ringan (pengganti rangka kanopi galvalum).
4. Rekomendasi alternatif *VE* untuk *item-item* pekerjaan arsitektural pada proyek renovasi rumah tinggal berbasis *green building* adalah dinding bata, keramik lantai 2, kusen pintu tambahan dan jendela, serta rangka kanopi garasi

samping dan *rooftop* karena kinerjanya yang menguntungkan dari segi nilai manfaat *green building* dan nilai penghematan *life-cycle cost*.

REKOMENDASI

Penelitian *VE*

1. *Green building* tidak hanya memprioritaskan biaya yang terjangkau, namun juga kualitas dan manfaat yang berkelanjutan.
2. Perlu adanya *sampling* responden secara spesifik dalam pengolahan data keputusan agar lebih tepat sasaran (untuk penelitian mendatang).
3. Penelitian *VE* sebaiknya dilakukan di tahap perencanaan proyek agar hasil optimalisasi biaya dan manfaat dapat diimplementasikan dengan baik di lapangan.

Pengetahuan dan Informasi Material

1. Perlu adanya penyajian informasi terkait kandungan material *green building* di kalangan masyarakat secara masif dalam bentuk komposisi dan persentase bahan kimia pada material.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah bersedia membantu peneliti dalam menyusun riset ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Pak Stefanus selaku pemilik proyek sekaligus pemilik rumah dua lantai berbasis *green building*, segenap kontraktor dan karyawan PT Deaikomentention, serta para responden yang telah meluangkan waktunya untuk terlibat dalam proses pengumpulan data penelitian ini.

REFERENSI

- Adegbile, M., 2012. "Development of a green building rating system for Nigeria", *Sustainable Futures: Architecture and Urbanism in the Global South, Kampala, Uganda*.
- Castro, S.S., López, M.J.S., Menéndez, D.G. and Marigorta, E.B., 2019. Decision matrix methodology for retrofitting techniques of existing buildings. *Journal of Cleaner Production*, 240, p.118153.
- Chavan, A., 2019. "Application of Value Engineering Techniques in Residential Building", *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. Vol. 7 No. 4, pp. 3790 – 3795.
- Dell'Isola, A., 1997. "Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance, and Operations.", R.S. Means Company Ltd, United Kingdom.
- Green Building Council Indonesia. 2014. "GREENSHIP Rating Tools untuk Rumah Tinggal *VE*rsi 1.0".
- Lin, P.H., Hale, A.R. and Van Gulijk, C., 2013. A paired comparison approach to improve the quantification of management influences in air transportation. *Reliability Engineering & System Safety*, 113, pp.52-60.
- Mandelbaum, J., Reed, D. L., & Leader, P., 2006. "Value Engineering Handbook". Institute of Defense Analysis, Virginia (USA).
- SAVE International Value Standard., 2007. "Value Standard and Body of Knowledge". The Value Society.
- Tohidi, H., 2011. Review the benefits of using value engineering in information technology project management. *Procedia Computer Science*, 3, pp.917-924.
- World Green Building Council. 2016. "Green Building & the Sustainable Development Goals". <https://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals>, diakses 24-12-20.