



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Peningkatan Kinerja Biaya Operasional Berbasis *Life cyle Cost* Pada Bangunan Pendidikan Peduli Lingkungan (*Green School*)

TESIS

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Muhammad Rizki

55721010005

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

2023



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Peningkatan Kinerja Biaya Operasional Berbasis *Life cycle Cost* Pada Bangunan Pendidikan Peduli Lingkungan (*Green School*)

TESIS

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Muhammad Rizki

55721010005

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Peningkatan Kinerja Biaya Operasional Berbasis *Life Cycle Cost* Pada Bangunan Pendidikan Peduli Lingkungan (*Green School*)
Nama : Muhammad Rizki
NIM : 55721010005
Program : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 17 Juli 2023

Mengesahkan
Pembimbing



(Dr. Ir. Budi Susetyo, MT)

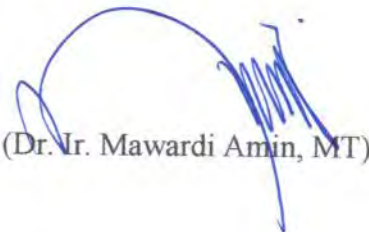
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrianasari, MT)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



(Dr. Ir. Mawardi Amin, MT)

LEMBARPERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Peningkatan Kinerja Operasional Berbasis *Life Cycle Cost* pada Bangunan Pendidikan Lingkungan (*Green School*)

Bentuk Tesis : Penelitian

Nama : Muhammad Rizki

NIM : 55721010005

Program : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 17 Juli 2023

Merupakan hasil penelitian dan merupakan karya saya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi data, dan hasil pengolahan data yang disajikan, telah dinyatakan searajelas sumbemya dan dapat diperiksa kebenarannya.

MERCU BUANA

Jakarta, 8 AgustusJuli 2023



(Muhmmad Rizki)

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : Muhammad Rizki

NIM : 55721010005

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Dengan Judul “ Peningkatan Kinerja Biaya Operasional Berbasis *Life Cycle Cost* Pada Bangunan Pendidikan Peduli Lingkungan (*Green School*)”, telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada 16 Juni 2023, didapatkan nilai presentase 25%



Jakarta, 28 Agustus 2023

Administrator Turnitin

Miyono, S. Kom

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Meruya dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.



ABSTRAK

Dalam Peningkatan Kualitas Pendidikan, Kebutuhan dan perhatian akan bangunan sekolah menjadi hal yang sangat berpengaruh pada kemajuan tingkat pendidikan di Indonesia. Kualitas pendidikan salah satunya dapat dilihat dari bangunan sekolah yang sehat, sehingga mendukung proses pembelajaran. Salah satu masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimana mengukur biaya operasional berbasis life cycle cost dengan akurat dan efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor faktor apa saja yang berpengaruh analisa life cycle cost dengan metode value engineering pada pekerjaan penutup atap bangunan Green School. Menganalisis apa saja mitigasi risiko terhadap faktor-faktor penerapan Design of The Building, Technical Factors, dan Green School terhadap biaya operasional berbasis life cycle cost. Menganalisis implementasi Life cycle Cost dapat meningkatkan kinerja biaya pada bangunan pendidikan peduli lingkungan (Green School). Penelitian yang dilakukan ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian tersebut menunjukkan adanya hubungan yang signifikan atau sangat signifikan antara beberapa faktor seperti Availability, Technical Factors, Design of The Building, Green School, Nature of The Site, dan biaya operasional berbasis life cycle cost. Dalam mitigasi risiko yang terkait dengan Green School dan biaya operasional, perlu diperhatikan empat faktor penting, yaitu ketersediaan teknis, desain bangunan, Green School, dan sifat situs. Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko tersebut antara lain evaluasi dan perawatan rutin pada peralatan dan sistem teknis, perencanaan desain bangunan yang menyeluruh dengan mempertimbangkan faktor lingkungan dan keberlanjutan, pengelolaan biaya operasional yang efektif dan efisien, serta evaluasi dan perencanaan yang matang terhadap kondisi lingkungan dan situs sebelum pembangunan dilakukan. Di sisi lain, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pengembalian modal untuk pengadaan pembangkit listrik tenaga surya membutuhkan waktu sekitar 15 tahun 3 bulan untuk mencapai break even point (BEP) dan setelah itu akan lebih efisien dari segi biaya operasional.

Kata Kunci : Availability, Biaya Operasional Berbasis Life cycle Cost, Design of The Building, Green School, Nature of The Site, Technical Factors

ABSTRACT

In improving the quality of education, the need for and attention to school buildings is very influential in advancing the level of education in Indonesia. One of the quality of education can be seen from healthy school buildings, so as to support the learning process. One of the main problems in this study is how to accurately and efficiently measure lifecycle cost-based operational costs. The objectives of this research are as follows: to analyze the factors that influence lifecycle cost analysis using the value engineering method on the roof covering of Green School buildings, to analyze the risk mitigation factors related to the implementation of Design of The Building, Technical Factors, and Green School on lifecycle cost-based operational costs, and to analyse the implementation of lifecycle cost can improve cost performance in environmentally conscious educational buildings (Green School). This research is a quantitative descriptive study that shows a significant or very significant relationship between several factors such as Availability, Technical Factors, Design of The Building, Green School, Nature of The Site, and lifecycle cost-based operational costs. In mitigating risks related to Green School and operational costs, four important factors need to be considered: technical availability, building design, Green School, and site nature. Actions that can be taken to reduce these risks include routine evaluation and maintenance of technical equipment and systems, comprehensive building design planning considering environmental and sustainability factors, effective and efficient operational cost management, and thorough evaluation and planning of environmental and site conditions before construction. On the other hand, the research findings also indicate that the payback period for solar power generator procurement takes around 15 years and 3 months to reach the break-even point (BEP), and after that, it will be more cost-efficient in terms of operational costs.

Keywords: Availability, Lifecycle Cost-based Operational Costs, Design of The Building, Green School, Nature of The Site, Technical Factors.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu wata'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya, peneliti dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka penyusunan Tesis. Penelitian ini berjudul ” **Peningkatan Kinerja Biaya Operasional Berbasis *Life Cycle Cost* Pada Bangunan Pendidikan Lingkungan (*Green School*)**”. Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian telah mendapat bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini peneliti menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

- a. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana
- b. Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
- c. Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan, arahan, dan membagi ilmu yang bermanfaat dalam penyelesaian penelitian ini.
- d. Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T sebagai Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan memberi motivasi dalam penyusunan tesis ini.
- e. Para Guru Besar Universitas Mercu Buana selaku dosen yang telah memberikan kuliah dan tugas lain guna pendalaman materi kuliah; dan rekan-rekan mahasiswa sebagai pendamping diskusi dalam belajar.
- f. Orang Tua dan Istri yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan pendidikan Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Penelitian ini dibuat dengan sungguh-sungguh untuk mengikuti kaidah-kaidah penelitian ilmiah sebagaimana telah diatur dalam buku pedoman yang merupakan kebijakan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana. Di sisi lain, adanya keterbatasan kemampuan teknis maupun metodologis, tentu di dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan. Semoga semua pihak dapat membantu penyempurnaannya.

Jakarta, 7 Agustus 2023

Muhammad Rizki



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>.....	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi, Perumusan dan Batasan Masalah.....	3
1.2.1 Identifikasi Masalah	3
1.2.2 Perumusan Masalah	3
1.2.3 Batasan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat dan Kegunaan Penelitian	4
1.5.1 Bagi Penulis.....	4
1.5.2 Bagi Institusi.....	5
1.5 Keaslian Penulisan	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Green Building</i>	9
2.2 <i>Green School</i>	10
2.1.1 Pengertian dan tujuan Program <i>Green School</i>	12
2.1.2 Karakteristik Umum Sekolah Adiwiyata (<i>Green School</i>).....	13
2.1.3 Manajemen Energi <i>Green School</i>	14

2.3 <i>Green Retrofitting</i>	15
2.4 <i>Retrofitting Cost</i>	16
2.5 <i>Life Cycle Cost</i>	16
2.6 <i>Rekayasa Nilai</i>	26
2.6.1. <i>Konsep Rekayasa Nilai</i>	26
2.6.2. <i>Penerapan Rekayasa Nilai</i>	30
2.6.3. <i>Distribusi Pareto</i>	34
2.6.1. <i>Pentingnya Rekayasa Nilai</i>	34
2.6.4. <i>Perbandingan Tahapan Rekayasa Nilai</i>	36
2.6.5. <i>Tahapan Studi Rekayasa Nilai</i>	37
2.7 <i>Pekerjaan Penutup Atap</i>	48
2.8 <i>Desain Of The Building</i>	55
2.9 <i>Nature of The Site</i>	56
2. 10 <i>Availability</i>	57
2.11 <i>Technical Factor</i>	58
Tabel 2.4 <i>Penelitian Terdahulu</i>	59
2.13 <i>Kerangka Berpikir</i>	65
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	67
3.1 <i>Desain Penelitian</i>	67
3.2 <i>Objek Penelitian</i>	67
3.3 <i>Data Penelitian</i>	68
3.3.1. <i>Jenis dan Sumber Data</i>	68
3.3.2 <i>Teknik Pengumpulan Data</i>	71
3.3.3 <i>Langkah Penelitian</i>	72
3.4 <i>Penjelasan Langkah Penelitian</i>	73
3.5 <i>Rekayasa Nilai Job Plan</i>	84
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	89
4.1. <i>Inventarisasi Variabel</i>	89
4.2. <i>Profil Responden</i>	89
4.3. <i>Analisis Data</i>	92
4.3.1 <i>Convergent Validity</i>	94
4.3.2 <i>Outer Loading</i>	95
4.3.3 <i>Discriminant Validity</i>	98

4.3.4	<i>Composite Reliability</i>	99
4.4.	Analisa Faktor Dengan Smart PLS (<i>Inner Model</i>)	100
4.5.	Mitigasi Risiko Indikator Dominan	104
4.6	Penerapan <i>Life cycle Cost Analysis</i>	106
4.6.1	Pemanfaatan Selubung Atap	107
4.7	Pembahasan	114
4.7.1	Faktor - Faktor Berpengaruh Terhadap Analisa Lifecycle Cost Pada Pekerjaan <i>Design of The Building, Technical Factors Green School</i>	114
4.7.2	Mitigasi Risiko Indikator Dominan	116
4.7.3	Penerapan <i>Life cycle Cost</i>	117
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		119
5.1.	Kesimpulan	119
5.2.	Saran	120
DAFTAR PUSTAKA		121
LAMPIRAN		123



DAFTAR TABEL

1.1 Jumlah Bangunan Sekolah yang ada di DKI Jakarta Tahun 2022	2
2.1 Perbandingan Tahapan Rekayasa Nilai	36
2.2 Langkah dan Aktivitas Tahap Pra-Workshop	40
2.3 Perbandingan Sistem Listrik	53
2.2 Cash Flow Annual Future	20
2.3 Cash Flow Annual Present	20
2.4 Penelitian Terdahulu	59
3.1 Contoh Tabel Data	78
3.2 Tabel Input Data	79
3.3 Variabel Penelitian	80
3.4 Sistematika Prosedur Penerapan Konsep Rekayasa Nilai	85
4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Jabatan	89
4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan	90
4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Pengalaman Bekerja	91
4.4 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin	91
4.5 Variabel Hasil Validasi Pakar	92
4.6 Convergent Validity	94
4.7 Nilai Loading Factor Semua Indikator Terdapat Pada Variabel	95
4.8 Nilai Loading Factor Seluruh Kontruk	97
4.9 Nilai Cross Loading	99
4.10 Kontruk Realibilitas Variabel	100
4.11 Uji R-Square	100
4.12 Hasil Uji T	101
4.13 Rata-Rata Insolasi Matahari per Bulan (Kwh/m ² /day).....	108
4.14 Luas dan Berat Panel Surya	110
4.15 Harga Panel Surya dan Biaya Pasangnya.....	111
4.16 Kapasitas Total Panel Surya	111
4.17 Biaya Awal Panel Surya	112
4.18 Nilai Investasi Panel Surya	113

DAFTAR GAMBAR

1.1 Sustainable Development Goals 2030	1
1.2 Research Gap	6
1.3 State of The Art	7
2.1 Cash Flow Annual	19
2.2 Cash Flow Annual Future	20
2.3 Cash Flow Annual Present	20
2.4 Kurva Pengaruh Waktu Penerapan Rekayasa Nilai	31
2.5 Tahapan Pelaksanaan Rekayasa Nilai	32
2.6 Tahap Proyek dan Potensi Penghematan	32
2.7 Grafik Penghematan Biaya Pada Rekayasa Nilai	33
2.8 Hukum Distribusi Pareto	34
2.9 Tahapan Studi Rekayasa Nilai	37
2.10 Ringkasan Proses Rekayasa Nilai	38
2.11 Studi Rekayasa Nilai	38
2.12 Tahap Workshop dan Fase-fase di dalamnya.....	44
2.13 Contoh FAST Diagram	48
2.14 Panel Surya Tipe Monocrystalline dan Polycrystalline	51
2.15 Proses Perubahan Pada Panel Surya	52
2.16 Cara Kerja Sistem Photovoltaic	54
2.17 Kerangka Berpikir	66
3.1 Letak Gedung Baru SMK Negeri 1 Jakarta	67
3.2 Lay Out SMK Negeri 1 Jakarta.....	68
3.3 Alur Penelitian	73
3.4 Perumusan Variabel Penelitian	74
3.5 Model Matematika Variabel	75
3.6 Alur Pembuatan Kuesioner	75
3.7 Analisis Kuantitatif	77
4.1 Grafik Responden Berdasarkan Jabatan.....	90
4.2 Grafik Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan	90
4.3 Grafik Responden Berdasarkan Pengalaman Bekerja.....	91
4.4 Grafik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin	92

4.5 Hasil Uji Outer Model.....	95
4.6 Hasil Uji Outer Model Setelah Estimasi Ulang	97
4.7 Hasil Uji Outer Model Setelah Estimasi Ulang	98
4.8 Bagan Kegiatan Yang Ditinjau	107
4.9 Ilustrasi Pemasangan Panel Surya.....	110



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR LAMPIRAN

1. Pertanyaan Kuesioner Peningkatan Kinerja Biaya Operasional Berbasis <i>Lifecycle Cost</i> Pada Bangunan Pendidikan Peduli Lingkungan (<i>Green School</i>).....	124
2. Tabel T	126
3. Nilai Loading Faktor Semua Indikator Terdapat pada Variabel	127
4. Nilai Loading Factor Seluruh Kontruk	129
5. Nilai Cross Loading	130
6. Uji R-Square	131
7. Hasil Uji T	132

