



**Analisis Faktor dan Biaya Selubung Bangunan dengan Metode
Rekayasa Nilai dan BIM 6D pada Proyek Gedung Perkantoran**



PAULUS PRAJA CREDANA
55718120017

Dosen Pembimbing :

Dr. Ir. Budi Susetyo, MT

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2022**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**Analisis Faktor dan Biaya Selubung Bangunan dengan Metode
Rekayasa Nilai dan BIM 6D pada Proyek Gedung Perkantoran**

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Mercu Buana

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
PAULUS PRAJA CREDANA

55718120017

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Faktor dan Biaya Selubung Bangunan dengan Metode
Rekayasa Nilai dan BIM 6D pada Proyek Gedung Perkantoran

Nama : PAULUS PRAJA CREDANA

NIM 55718120017

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 10 Januari 2022

Mengesahkan,
Pembimbing

UNIVERSITAS
MERCUBUANA
(Dr. Ir. Budi Susetyo, MT)
NIDN/NIK 0329116201/190620035

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Mawardi Amin, MT)
NIDN/NIK 0024096701/192670076

Ketua Program Studi,
Magister Teknik Sipil



(Dr. Ir. Budi Susetyo, MT)
NIDN/NIK 0329116201/190620035

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Paulus Praja Credana
NIM : 55718120017
Program Studi : Magister Teknik Sipil

dengan judul

“Key Success Factors: 6D BIM to reduce Initial Cost, Operasional cost & Maintenance Cost in Project Facade High-rise Office using RII method”,
telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 13 November 2021, didapatkan nilai persentase sebesar 15%.

Jakarta, 15 November 2021
Administrator, Turnitin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Arie Angudi, A.Md

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini, menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Analisis Faktor dan Biaya Selubung Bangunan dengan Metode
Rekayasa Nilai dan BIM 6D pada Proyek Gedung Perkantoran.

Nama : PAULUS PRAJA CREDANA

NIM : 55718120017

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 10 Januari 2022

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan dan karya saya sendiri dengan bimbingan komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data dan hasil pengolahannya digunakan, telah dinatakan secara jels sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 10 Januari 2022,



SEBULUH RIBU RUPIAH
10.000
TR. II
METERAL
TEMPORAL
527AJX707428894

Paulus Praja Credana

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan YME, karena hanya atas karunia-Nya lah tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan magister teknik sipil pada Universitas Mercu Buana. Penulis sepenuhnya menyadari bahwa tesis ini dapat terselesaikan dengan baik berkat dukungan dari orang-orang sekitar penulis yang tak henti-hentinya mendukung. Pada kesempatan ini, izinkan saya menyampaikan terimakasih pada semua pihak yang sudah berkontribusi terhadap penyusunan tesis ini, baik yang terlibat secara langsung ataupun tidak secara khusus kepada :

1. Kedua orang tua penulis, yang telah mendukung penulis menyelesaikan tesis ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, MT dan Ibu Reni Karno Kinasih S.T M.T. Selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, MT, selaku pembimbing saya yang telah memberikan arahan dan bimbingannya.
5. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik dan penelaah sempro dan semhas yang telah memberikan bimbingan dan pendapat yang menjadi dasar pembuatan tesis ini.
6. Kepada semua teman-teman mahasiswa yang bersama-sama berjuang menyelesaikan tesis ini, yang tidak mungkin saya sebutkan satu-persatu namanya disini karena terlalu banyak.

7. Kepada teman-teman saya yang lain, yang telah banyak mendukung penulis agar tetap bersemangat dalam menyelesaikan apa yang sudah dimulai. Semoga dengan ada tesis ini, dapat memberikan sumbangsih bagi dunia pendidikan Indonesia pada masa depan.

Jakarta, 28 Desember 2021



Paulus Praja Credana



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
ABSTRAK.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	vi
PERNYATAAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar.....	xv
Daftar tabel	xix
Daftar RUMUS	xxii
Bab I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.1.1. Sustainable Development.....	1
1.1.2. Sustainable Develoment.....	2
1.1.3. Penerapan Sustainable Development pada Manajemen Konstruksi.....	2
1.2. Identifikasi Masalah, Perumusan dan Batasan masalah.....	3

1.2.1.	Identifikasi Masalah.....	3
1.2.2.	Rumusan Masalah.....	3
1.2.3.	Batasan Masalah.....	3
1.3.	Maksud & Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1.	Maksud Penelitian.....	4
1.3.2.	Tujuan Penelitian.....	4
1.4.	Manfaat Penelitian.....	5
1.5.	State of the Art dan Research Gap.....	5
1.5.1.	State Of The Art.....	5
1.5.2.	Research Gap.....	6
1.6.	Sistematika Penulisan.....	6
Bab II.....		8
Tinjauan Pustaka.....		8
2.1	Landasan Teori.....	8
2.1.1.	Tinjauan Singkat Manajemen Proyek.....	8
2.1.2.	Konsep Green Building.....	9
2.1.3.	GBCI (Green Building Council Indonesia).....	9
2.1.4.	Selubung Bangunan.....	11
2.1.5.	Rekayasa Nilai.....	12
2.1.6.	Pemilihan Proyek untuk Studi Rekayasa Nilai.....	12
A.	Definisi Fungsi (Function Definition).....	14
B.	Definisi fungsi proyek (Project function).....	14
C.	Definisi fungsi ruang (Space function).....	14
D.	Definisi fungsi elemen (Elemental function).....	15
E.	Evaluasi Fungsi.....	15
F.	Fast Diagram.....	15
G.	Alokasi Biaya Terhadap Fungsi (<i>Allocated Cost of Function</i>).....	15
H.	Calculate Worth.....	16
I.	Pengembangan Alternatif.....	17
J.	Organisation of Study.....	17
2.1.7.	Life Cycle Cost.....	32

2.1.8.	Biaya.....	32
2.1.9.	Identifikasi Biaya	32
2.1.10.	Biaya Design.	33
2.1.11.	Biaya Perawatan.	34
2.1.12.	Biaya Operasional.....	35
2.1.13.	Nilai	35
2.1.14.	Estimasi Nilai	36
2.1.15.	Estimasi Biaya.....	36
2.1.16.	Sistem Estimasi	36
2.1.17.	Metode Estimasi	37
2.1.18.	BIM 6D.....	38
2.2	Tabel Kajian Terdahulu.....	40
2.3	Kerangka berpikir	43
2.4	Hipotesis.....	43
Bab III.....		44
METODOLOGI PENELITIAN.....		44
3.1.	Pendahuluan.....	44
3.2.	Rumusan Masalah dan Strategi Metode Penelitian.....	47
3.3.	Instrumen Penelitian.....	48
3.4.	Survei Kuesioner.....	49
3.5.	Variabel Penelitian.....	49
3.6.	Penyusunan Instrumen Penelitian	51
3.7.	Pengumpulan Data	51
3.8.	Tabulasi Data	53
3.9.	Uji Validitas.....	53
3.10.	Uji Reliabilitas.....	54
3.5	Analisis <i>Zero-One</i>	55
3.6	Value Engineering Job Plan.....	56
Bab IV		60
HASIL & PEMBAHASAN.....		60

4.1 Pendahuluan.....	60
4.1.1 Faktor Paling Berpengaruh dalam Implementasi Pekerjaan Selubung Bangunan Perkantoran berdasarkan kinerja Biaya	60
4.1.2 Penentuan Komponen Kuesioner.....	61
4.1.3 Penyusunan Kuesioner	63
4.1.4 Sampel & Jumlah Responden.....	69
4.1.5 Biodata Responden.....	70
4.1.6 Uji Realibilitas & Tabel Pengolahan Data Responden	75
4.1.7 Uji Validitas.....	83
4.1.8 RII (Relative Important Index)	93
4.1.9 Uji Hipotesis	102
4.1.10 Uji Korelasi X_1 , X_2 & Y	103
4.2 Studi Kasus.....	106
4.2.1 Data Proyek	106
4.2.2 Karakteristik Proyek.....	107
4.2.3 Penerapan dan Implementasi Studi Kasus Proyek.....	110
4.2.4 Tahap Informasi.....	110
4.2.5 Pengumpulan Data	111
4.2.6 Analisa Distribusi Pareto.....	111
4.2.7 Tahap Analisa Fungsi.....	114
4.2.7.1 Identifikasi Fungsi.....	114
4.2.7.2 FAST Diagram.....	115
4.2.8 Tahap Kreatif.....	116
4.2.9 Tahap Evaluasi.....	117
4.2.9.1 Analisis Biaya Desain alternatif Fasad Bangunan	118
4.2.9.2 Analisis Biaya Perawatan alternatif Fasad Bangunan.....	127
4.2.9.3 Analisis Biaya Operasional alternatif Fasad Bangunan	131
A. Analisis BIM 6D.....	132
4.2.10 Analisis Biaya Konsumsi Energi	139
A. Biaya Konsumsi energi Fasad Curtainwall.....	139
B. Biaya Konsumsi energi Fasad Overhanging	142
C. Biaya Konsumsi energi Fasad Curtainwall + Louver.....	145

4.2.11 Analisis <i>Zero-One</i>	149
A. Tabel Komparasi <i>Zero-One</i> Biaya Desain	150
B. Tabel Komparasi <i>Zero-One</i> Biaya Perawatan	151
C. Tabel Komparasi <i>Zero-One</i> Biaya Operasional.....	151
D. Evaluasi Matrik.....	152
4.2.12 Tahap Pengembangan Analisis Life Cycle Cost.....	152
A. Analisis LCC alternatif fasad Curtainwall	156
B. Analisis LCC alternatif fasad Overhanging.....	157
C. Analisis LCC alternatif fasad Curtainwall + Louver	157
4.2.13 Tahap Rekomendasi	157
Bab V : Kesimpulan & Saran.....	159
5.1. Kesimpulan	159
5.1. Saran.....	159
DAFTAR PUSTAKA.....	160
lampiran	162

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 1.7.2.State Of The Art</i>	5
<i>Gambar 1.7.1 Research Gap</i>	6
Gambar 2.12.1.Tingkatan BIM	38
Gambar 2.1.Kerangka berfikir	43
Gambar 3.1.Diagram Alur Penelitian	45
Gambar 3.2.Diagram alur VE	47
Gambar 3.3.Tahapan pembuatan Kuisioner	49
Gambar 3.4. diagram AHP penelitian	56
Gambar 4.1. Kuisioner Biodata responden.....	64
Gambar 4.2. Lembar Kuisioner data Proyek	65
Gambar 4.3. Lembar Kuisioner variabel Biaya Desain	66
Gambar 4.4. Lembar Kuisioner variabel Biaya Operasional & Biaya Perawatan	67
Gambar 4.5. Lembar Kuisioner variabel BIM 6D & Selubung bangunan	68
Gambar 4.6. Lembar Kuisioner Lanjutan variabel Selubung bangunan	69
Gambar 4.7. Data Responden lampiran - 1	70
Gambar 4.8. Data Responden lampiran - 2	71
Gambar 4.9. Data Responden lampiran - 3	72

Gambar 4.10. Data Responden lampiran - 4.....	73
Gambar 4.11. Data Responden lampiran - 5.....	74
Gambar 4.12. Diagram RII faktor Biaya selubung bangunan.	97
Gambar 4.13.State Of The Art	107
Gambar 4.14 Distribusi pareto.....	114
Gambar 4.15 Analisa Fungsi Melalui Fast Diagram.....	115
Gambar 4.16 Preliminary Biaya Design fasad type Curtain Wall	119
Gambar 4.17 Biaya Pengadaan & Pemasangan Kaca & ACP fasad type Curtain wall.....	120
Gambar 4.18 Tambahan Biaya Design fasad type Curtain wall	120
Gambar 4.19 Summary Biaya Design fasad type Curtain wall.....	121
Gambar 4.20 Preliminary Biaya Design fasad type Over Hanging	122
Gambar 4.21 Biaya Pengadaan & Pemasangan Kaca & ACP fasad type Overhanging	123
Gambar 4.22 Biaya Item Tambahan fasad type Overhanging	123
Gambar 4.23 Summary Biaya Design fasad type Curtain wall.....	123
Gambar 4.24 Biaya Preliminary Design fasad type Curtain wall +Louver	124
Gambar 4.25 Biaya Pengadaan & Pemasangan Kaca & ACP fasad type Curtain wall +Louver.....	125
Gambar 4.26 Biaya Item Tambahan fasad type Curtain wall +Louver.....	126
Gambar 4.27 Summary Biaya Design fasad type Curtain wall + Louver.....	126
Gambar 4.27 Summary Biaya Design fasad semua tipe Fasad	127

Gambar 4.28 Biaya Perawatan fasad type Curtain wall.....	128
Gambar 4.29 Biaya Perawatan fasad type Curtain wall se-tahun.....	129
Gambar 4.30 Biaya Perawatan fasad type Overhanging.....	129
Gambar 4.31 Biaya Perawatan fasad type Overhanging se-tahun.....	130
Gambar 4.32 Biaya Perawatan fasad type Curtainwall + Louver	130
Gambar 4.33 Biaya Perawatan fasad type Curtainwall + Louver	131
Gambar 4.34 Gambar BIM 6D SEFAIRA	132
Gambar 4.35. Gambar setting Cuaca SEFAIRA	133
Gambar 4.36. Gambar BIM 6D SEFAIRA	133
Gambar 4.37. Gambar Tab Energy Setting Curtainwall	134
Gambar 4.38. Gambar Hasil Analisis Energi Curtainwall	134
Gambar 4.39 Gambar Setting Analisis Fasad Overhanging	135
Gambar 4.40 Gambar Thumbnail Fasad Overhanging.....	136
Gambar 4.41 Gambar Energy Analysis.....	136
Gambar 4.41 Gambar Energy Analysis window.....	137
Gambar 4.42 Gambar Analisis Fasad Curtainwall + Louver.....	138
Gambar 4.43. Gambar Thumbnail alternatif Curtainwall + Louver.....	138
Gambar 4.44 Gambar Energy Breackdown Curtainwall + Louver.....	139
Gambar 4.45 Gambar Hasil Analisis Curtainwall + Louver.....	139
Gambar 4.46 Gambar Hasil Analisis Energi interior Curtainwall	140
Gambar 4.47 Gambar Hasil Analisis Energi interior Curtainwall	141

Gambar 4.48 Gambar Hasil Analisis Energi Fans Curtainwall	142
Gambar 4.48 Gambar Rekap biaya listrik Curtainwall	142
Gambar 4.49 Gambar Hasil Analisis Energi Interior Overhanging	143
Gambar 4.50 Gambar Hasil Analisis Energi Interior Overhanging	144
Gambar 4.51 Gambar Hasil Analisis Energi Interior Overhanging	145
Gambar 4.52 Gambar Rekap biaya listrik Curtainwall	145
Gambar 4.53 Gambar Hasil Analisis Energi Interior Curtainwall + Louver ...	146
Gambar 4.54 Gambar Hasil Analisis Energi Cooling Curtainwall + Louver ...	147
Gambar 4.55 Gambar Hasil Analisis Energi Fans Curtainwall + Louver	148
Gambar 4.56 Gambar Rekap biaya listrik Curtainwall	148
Gambar 4.57 Gambar Rekap biaya listrik Curtainwall	149
Gambar 4.58 Gambar Rating & Bobot	150
Gambar 4.58 Gambar Alternatif Fasad Curtainwall + Louver	158

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 . Tabel Konsep Value Engineering	13
Tabel 2.2 . Tabel Konsep Value Engineering	14
Tabel 2.3. Tabel cara alokasi biaya terhadap fungsi.....	16
Tabel 2.4. Tabel Cara alokasi biaya terhadap fungsi.....	16
Tabel 2.5. Tabel Breakdown Menurut DellÍsola	19
Tabel 2.6. Tabel analisis fungsi Analisis Fungsi.....	22
Tabel 2.7. Tabel Metode Paired Comparison.....	24
Tabel 2.8. Tabel Metode Paired Comparison.....	26
Tabel 2.9. Tabel Cost of Life Cycle.....	28
Tabel 2.10. Tabel Siklus Proyek.....	28
Tabel 2.2.11. Tabel The 40 Hour Workshop	30
Tabel 2.12. Tabel Pembelajaran VE	31
Tabel 2.13. Tabel Kajian Terdahulu VE	40
Tabel 4.1. Tabel Daftar Komponen Quesioner	62
Tabel 4.2. Tabel Lanjutan Daftar Komponen Quesioner	63
Tabel 4.1. Tabel Tabulasi Kuisioner.....	75
Tabel 4.2. Tabel R Diagram	76
Tabel 4.3. Tabel rekapitulasi Uji realibilitas	82

Tabel 4.4. Tabel Uji T.....	84
Tabel 4.5. Tabel Rekapitulasi Uji Validitas.....	91
Tabel 4.6. SPSS reliability test Case Processing Summary.....	93
Tabel 4.6. Tabel Variabel Main faktor & Sub faktor	94
Tabel 4.7. Tabel Analisa RII	99
Tabel 4.8. Tabel Rekapitulasi variabel penelitian	102
Tabel 4.8. Tabel distribusi F	105
Tabel 4.13. Tabel rekapitulasi harga Proyek	109
Tabel 4.14. Tabel Cost Breakdown Pekerjaan Perkantoran.	112
Tabel 4.15. Tabel Cost Breakdown Pekerjaan Perkantoran	113
Tabel 4.16. Tabel analisis FAST diagram.....	115
Tabel 4.16 Tabel Fungsi Fasad Bangunan perkantoran.....	116
Tabel 4.17 Metode dan Waktu Pekerjaan Fasad Bangunan	116
Tabel 4.18 Tabel Komparasi Biaya Desain	150
Tabel 4.19 Tabel Komparasi Biaya Perawatan.....	151
Tabel 4.20 Tabel Komparasi Biaya Perawatan.....	151
Tabel 4.21 Tabel Analisa Evaluasi Matrik	152
Tabel 4.22 Tabel Nilai NPV tahun 1-5.....	153
Tabel 4.23 Tabel Nilai NPV tahun 6-10	153
Tabel 4.24 Tabel Nilai NPV tahun 11-15	154
Tabel 4.25 Tabel Nilai NPV tahun 16-20	154

Tabel 4.26 Tabel Nilai NPV tahun 21-25	155
Tabel 4.27 Tabel Nilai NPV tahun 26-30	155
Tabel 4.27 Tabel Rekapitulasi Biaya Desain, Perawatan & Operasional	156



DAFTAR RUMUS

(Rumus Present Value 2.1).....	34
(Rumus Index Function Analysis 3.1).....	57
(Rumus Life Cycle Cost 3.2).....	58
(Rumus menghitung R-hitung 4.1).....	75
(Rumus menghitung t -hitung 4.2)].....	83

