



**PEMILIHAN TEKNOLOGI MATERIAL RAMAH
LINGKUNGAN DENGAN PENDEKATAN ASPEK
TEKNIS DAN BIAYA PADA BANGUNAN GEDUNG**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Endah Ratna Anggraeni
55718010008

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
FEBUARI 2021**



**PEMILIHAN TEKNOLOGI MATERIAL RAMAH
LINGKUNGAN DENGAN PENDEKATAN ASPEK
TEKNIS DAN BIAYA PADA BANGUNAN GEDUNG**



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana**

Program Studi Magister Teknik Sipil

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**Endah Ratna Anggraeni
55718010008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
FEBUARI 2021**

ABSTRACT

Based on a survey, Indonesia and the city of Jakarta have not shown good environmental performance and quality of life. So it is necessary to improve environmental quality through the construction of environmentally sound infrastructure and facilities in the form of various types of buildings. The planning of a building is generally calculated by paying attention to cost standards.

VE can be used to analyze functions to achieve the required functions at the lowest possible cost, improve performance, quality, and life cycle costs. A method is needed to analyze the quality performance of a construction project, namely Lean Six Sigma, and the structural equation modeling method which is analyzed using SmartPls software to analyze the factors that affect project performance, namely time, cost, and quality.

The results of case studies conducted using smartPLS software show that the dominant factors affecting cost, quality, and time performance are factors that occur in superstructure work, materials, labor, and project management with a linear equation model as follows: $Y1 = 0,639X1 + 0,068X2 - 0,050X3 - 0,191X4 + 0,081X5 + 0,050X6 - 0,190X7 + 0,044X8$; $Y2 = 0,551X1 + 0,026X2 + 0,099X3 - 0,308X4 + 0,064X5 + 0,007X6 - 0,046X7 + 0,132X8$; $Y3 = 0,026X1 + 0,080X2 - 0,064X3 - 0,200X4 - 0,038X5 + 0,388X6 + 0,348X7 - 0,115X8$

The results of the analysis using the value engineering method for superstructure work (column and beam work) were obtained savings of IDR 4,452,118,540 or 12% by using fiberglass formwork. Also, the selection of environmentally friendly material technology using the zero one method shows that fiberglass formwork has a greater percentage of meeting the required criteria.

Meanwhile, the results of the analysis using lean six sigma in the upper structure work, the DPMO value is 2,981.87, equivalent to 4.54 sigma with a yield of 99.69%, so DMAIC evaluation is needed to reduce defects and maintain quality.

Keywords: Selection Model, Enviromental Friendly Material, Value Engineering, Lean Six Sigma

ABSTRAK

Berdasarkan survei Indonesia dan kota Jakarta belum menunjukkan kinerja lingkungan dan kualitas hidup yang baik. Sehingga perlu meningkatkan kualitas lingkungan melalui pembangunan prasarana dan sarana yang berwawasan lingkungan berupa berbagai jenis gedung. Perencanaan suatu gedung pada umumnya diperhitungkan dengan memperhatikan standar biaya.

VE dapat digunakan untuk menganalisa fungsi dengan tujuan untuk mencapai fungsi yang diperlukan dengan biaya yang serendah rendahnya, meningkatkan kinerja, kualitas dan life cycle cost. Diperlukan metode untuk menganalisis kinerja mutu pada proyek konstruksi yaitu Lean Six Sigma dan metode structural equation modeling yang dianalisis menggunakan software SmartPls untuk analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja proyek yaitu waktu, biaya dan mutu.

Hasil studi kasus yang dilakukan menggunakan software smartPLS diperoleh bahwa faktor dominan yang mempengaruhi kinerja biaya, mutu, dan waktu adalah Faktor yang terjadi pada pekerjaan struktur atas, bahan material, tenaga kerja, dan manajemen proyek dengan model persamaan linear sebagai berikut :

$$Y1 = 0,639X1 + 0,068X2 - 0,050X3 - 0,191X4 + 0,081X5 + 0,050X6 - 0,190X7 + 0,044X8$$
 ;
$$Y2 = 0,551X1 + 0,026X2 + 0,099X3 - 0,308X4 + 0,064X5 + 0,007X6 - 0,046X7 + 0,132X8$$
 ;
$$Y3 = 0,026X1 + 0,080X2 - 0,064X3 - 0,200X4 - 0,038X5 + 0,388X6 + 0,348X7 - 0,115X8$$

Hasil analisis menggunakan metode value engineering pada pekerjaan struktur atas (pekerjaan kolom dan balok) adalah diperoleh penghematan sebesar Rp4.452.118.540 atau 12% dengan menggunakan bekisting fiberglas. Selain itu, pemilihan teknologi material ramah lingkungan menggunakan metode zero one diperoleh hasil bahwa bekisting fiberglas memiliki persentase lebih besar dalam memenuhi kriteria yang diperlukan.


Sedangkan hasil dari analisis menggunakan lean six sigma pada pekerjaan struktur atas diperoleh nilai DPMO adalah 2.981,87 setara dengan **4,54** sigma dengan yield 99,69% sehingga diperlukan evaluasi DMAIC untuk mengurangi defect dan mempertahankan mutu.

Keywords: Value Engineering, Lean Six Sigma, Structural Equation Modeling (PLS)

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pemilihan Teknologi Material Ramah Lingkungan dengan Pendekatan Aspek Teknis dan Biaya Bangunan Gedung
Bentuk Tesis : Penelitian
Nama : Endah Ratna Anggraeni
NIM : 55718010008
Program : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 24 Febuari 2021

Mengesahkan:
Pembimbing


UNIVERSITAS
MERCU BUANA
(Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T.)

Direktur Program Pasca Sarjana



(Prof. Dr. Ing. Mudrik Alaydrus)

Ketua Program Studi Magister
Teknik Sipil



(Dr. Ir. Budi Susetyo, MT.)

LEMBAR PERNYATAAN

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

Judul : Pemilihan Teknologi Material Ramah Lingkungan dengan Pendekatan Aspek Teknis dan Biaya Bangunan Gedung
Bentuk Tesis : Penelitian
Nama : Endah Ratna Anggraeni
NIM : 55718010008
Program : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 24 Febuari 2021

Merupakan hasil penelitian dan karya saya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana. Tesis ini belum pernah diajukan untuk gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi data dan hasil pengolahan data yang disajikan telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 24 Febuari 2021



Endah Ratna Anggraeni

LEMBAR PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

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

Nama : Endah Ratna Anggraeni
NIM : 55718010008
Program : Magister Teknik Sipil

Dengan judul “Pemilihan Teknologi Material Ramah Lingkungan dengan Pendekatan Aspek Teknis dan Biaya Bangunan Gedung”. Telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada Tanggal 23 Januari 2021, diperoleh nilai persentase dengan rincian :

Similarity Index = 13%


Internet Sources = 12%

Publications = 4%

Student Papers = 5%

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 24 Febuari 2021
Administrator Turnitin



Arie Pangudi, A.Md

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan tesis ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil Jurusan Manajemen Konstruksi pada Program Pascasarjana Universitas Mercubuana.

Dengan tersusunnya tesis ini mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi semua pihak pembaca, khususnya bagi saya selaku penyusun laporan dan umumnya bagi semua kalangan masyarakat.

Saya menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun selalu kami harapkan. Akhir kata saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, MT., selaku Ketua Program Studi dan dosen pembimbing dan selalu memotivasi dan membimbing saya dengan sabar selama proses penulisan Tesis ini.
2. Ibu Dr. Ir. Nunung Widyaningsih, Dipl.Eng, selaku Sekertaris Program Studi Magister Teknik Sipil.
3. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT. selaku dosen penguji pada seminar proposal, seminar hasil dan sidang Tesis yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan Tesis ini.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Suroso, MT selaku ketua sidang ujian Tesis pada sidang Tesis ini yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian final laporan Tesis ini.
5. Terima kasih kepada PT. Intraco Lestari dan PT. Ciria Expertindo Consultant yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian pada proyek yang sedang dikerjakan dan membimbing dan memberi wawasan penulis selama penelitian.

6. Kedua Orangtua saya, Karnawi, Alm. Siti Noorhasanah dan Sri Asiyah yang telah memberi teladan, mendidik, membesarkan dengan tulus serta memberi semangat selama masa-masa perkuliahan Pascasarjana ini.
7. Kepada seluruh mahasiswa/mahasiswi Reguler 1 dan 2 Angkatan 6, selaku teman seperjuangan selama masa kuliah yang telah memotivasi dan saling menyemangati dalam penyelesaian perkuliahan dan penelitian Tesis ini. Terutama terimakasih kepada Khairul Rohman dan Putri Elsa R. yang telah membantu saran dan memberikan kritik agar penelitian saya terselesaikan.



Jakarta, 24 Febuari 2021

Penulis

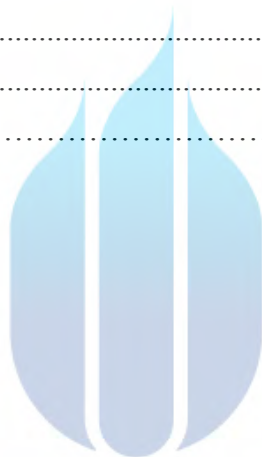
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

ABSTRACT.....	i
ABSTRAK.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
iLEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penulisan.....	5
1.5. Pentingnya Penelitian.....	6
1.6. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Landasan Teori.....	7
2.1.1. <i>Green Building</i>	7
2.1.2. Konstruksi Ramah Lingkungan.....	8
2.1.3. Teknologi Ramah Lingkungan.....	8
2.1.4. Material Ramah Lingkungan.....	8
2.1.5. Struktur Atas.....	9
2.1.6. Bekisting.....	10
2.1.6.1. Pengertian Bekisting.....	10
2.1.6.2. Macam-macam Bekisting.....	10
2.1.7. Metode Perencanaan Pengendalian Proyek.....	13
2.1.8. Metode Structural Equation Modeling (SEM).....	13
2.1.8.1. Sejarah Structural Equation Modeling (SEM).....	13
2.1.8.2. Pengertian Tentang Structural Equation Modeling (SEM).....	14
2.1.8.3. Fungsi SEM.....	15
2.1.8.4. Kerangka Kerja SEM.....	16

2.1.9.	Metode Zero One	17
2.1.10.	Value Engineering	17
2.1.10.1.	Pengertian Value Engineering	17
2.1.10.2.	Konsep Value Engineering	18
2.1.11.	Lean Six Sigma	20
2.2.	Penelitian Terdahulu	20
2.3.	Kerangka Pemikiran	20
2.4.	Research Gap	23
2.5.	State of The Art	24
2.6.	Hipotesis	24
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1.	Populasi dan Sampel Penelitian	26
3.2.	Alur penelitian	26
3.3.	Perumusan Variabel Penelitian	28
3.4.	Jenis dan Sumber Data	28
3.5.	Instrumen Penelitian dan Teknik Perolehan Data	29
3.5.1.	Instrumen Penelitian	29
3.5.2.	Teknik Perolehan Data	29
3.6.	Metode Analisis Data	31
3.6.1.	Analisis Data Dengan Menggunakan Sistem <i>Structural Equation Modeling</i>	31
3.6.2.	Pemilihan Teknologi Material Ramah Lingkungan dengan metode Zero One	31
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		33
4.1.	Pemilihan Material Bekisting Ramah Lingkungan	33
4.2.	Data Proyek	44
4.3.	Analisis Value Engineering	45
4.3.1.	Model Biaya Awal Proyek	45
4.3.2.	Tahap Informasi	46
4.4.3.	Tahap Analisa Fungsi	49
4.4.4.	Tahap Kreatif	56
4.4.5.	Tahap Pengembangan	62
4.4.6.	Tahap Rekomendasi	63
4.4.	Analisis Lean Six Sigma	63
4.4.1.	<i>DEFINE</i>	66

4.4.2.	<i>MEASURE</i>	73
4.4.3.	<i>ANALYZE</i>	73
4.4.4.	<i>IMPROVEMENT</i>	74
4.4.5.	<i>CONTROL</i>	76
4.5.	Pembahasan Hasil Penelitian	76
4.5.1.	Permasalahan 1	77
4.5.2.	Permasalahan 2	79
4.5.3.	Permasalahan 3	79
4.6.	Integrasi hubungan Value Engineering, Lean Six Sigma dan SmartPLS 80	
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		82
5.1.	Kesimpulan	82
5.2.	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....		84



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Kerja <i>Structural Equation Modeling</i>	16
Gambar 2.2 Kerangka Berpikir.....	22
Gambar 2.3 Research Gap.....	23
Gambar 2.4 State of The Art.....	24
Gambar 2.5 Model Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4.1 Model hasil analisis awal dengan indikator yang utuh.....	36
Gambar 4.2 Model 2 hasil analisis setelah memenuhi nilai AVE, Cronbach Alfa, dan Composite Reability.....	39
Gambar 4.3 Daftar tabel t.....	42
Gambar 4.4 Diagram Distribusi Pareto % item pekerjaan % Terhadap item Biaya Nilai Keseluruhan Proyek.....	48
Gambar 4.5 Diagram Distribusi Pareto % item pekerjaan struktur atas % Terhadap item Biaya Pekerjaan Struktur.....	48
Gambar 4.6 Diagram FAST Pekerjaan Kolom.....	50
Gambar 4.7 Diagram FAST Pekerjaan Balok.....	51
Gambar 4.8 Analisa Fungsi melalui proses diagram FAST Kolom.....	53
Gambar 4.9 Analisa Fungsi melalui proses diagram FAST Balok.....	54
Gambar 4.10a <i>Drop Beam Forming</i> Bekisting Fiberglas Pek. Balok.....	59
Gambar 4.10b Penampang Pemasangan Bekisting Fiberglas Pek. Balok Beton...	59
Gambar 4.10c Spesifikasi Beskiting Fiberglas.....	59
Gambar 4.10d <i>Junction Plate Geosky</i>	59
Gambar 4.11 Bekisting Fiberglas Pek. Kolom.....	60
Gambar 4.12 Grafik Persentase penghematan pekerjaan bekisting kolom.....	62
Gambar 4.13 <i>Flowchart</i> penerapan <i>lean six sigma</i>	64
Gambar 4.14 Diagram Pareto.....	73
Gambar 4.15 Diagram Fishbone.....	74
Gambar 4.16 Diagram Integrasi.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkiraan Biaya Untuk Berbagai Jenis Bangunan.....	2
Tabel 4.1 Hasil Composite reliability, Cronbachs Alfa, dan AVE dari masing-masing variabel.....	37
Tabel 4.2 Nilai Cronbachs Alpha.....	37
Tabel 4.3 Hasil analisis Outer Loading tiap indikator.....	37
Tabel 4.4 Analisis hasil tes Cronbach alfa, AVE, dan composite reability model2.....	39
Tabel 4.5 Hasil Test Multikolinearitas Model 2.....	40
Tabel 4.6 Analisis Cross-Loadings Indicator dari Variabel Laten model 2.....	40
Tabel 4.7 Hasil tes R square Model 2.....	41
Tabel 4.8 Hasil bootstrapping Model 2.....	43
Tabel 4.9 Varian GoF Berdasarkan R ²	44
Tabel 4.10 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (OE).....	46
Tabel 4.11 <i>Cost Breakdown</i> pekerjaan Struktur.....	46
Tabel 4.12 Analisa Fungsi pada Pekerjaan Kolom.....	49
Tabel 4.13 Analisa Fungsi pada Pekerjaan Balok.....	49
Tabel 4.14 <i>Cost to Worth</i> Analisis Pekerjaan Kolom.....	55
Tabel 4.15 <i>Cost to Worth</i> Analisis Pekerjaan Balok.....	55
Tabel 4.16 Rekapitulasi <i>Cost to Worth</i> Analisis Pekerjaan Struktur Atas.....	56
Tabel 4.17 Alternatif 1.....	56
Tabel 4.18 Alternatif 2.....	56
Tabel 4.19 Alternatif 3.....	57
Tabel 4.20 Metode Zero One.....	57
Tabel 4.21 Metode Zero-One indeks alternatif.....	58
Tabel 4.22 Matrix Evaluasi Penilaian alternatif.....	58
Tabel 4.23 Deskripsi biaya material bekisting fiberglas untuk kolom dan balok..	60
Tabel 4.24 Kebutuhan Bekisting Fiberglas Pekerjaan Kolom.....	60
Tabel 4.25 Kebutuhan Bekisting Fiberglas Pekerjaan Balok.....	61
Tabel 4.26 Biaya bekisting fiberglas pekerjaan kolom.....	61

Tabel 4.27 Analisis biaya pekerjaan bekisting pada kolom dan balok.....	61
Tabel 4.28 <i>Cost to Worth</i> Analisis Pekerjaan Kolom dan balok.....	62
Tabel 4.29 Perbandingan harga pekerjaan sebelum dan sesudah direkayasa nilai	63
Tabel 4.30 Daftar Nilai NCR.....	64
Tabel 4.31 Tabel Hubungan <i>Sigma</i> dan DPMO.....	65
Tabel 4.32 Daftar SIPOC Pekerjaan Kolom.....	67
Tabel 4.33 Daftar SIPOC Pekerjaan Pelat dan Balok.....	69
Tabel 4.34 PDCA Pekerjaan perbaikan <i>defect</i> kolom, balok dan pelat.....	74
Tabel 4.35 Subvariabel Berpengaruh.....	77
Tabel 4.36 Variabel Berpengaruh.....	78



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kuesioner dan Hasil Analisis PLS.....	90
Lampiran 2	Penelitian Terdahulu.....	101
Lampiran 3	Variabel Penelitian.....	110
Lampiran 4	Korespondensi Jurnal.....	112
Lampiran 5	Jurnal.....	115
Lampiran 6	Hasil Cek Similarity.....	129
Lampiran 7	Daftar Riwayat Hidup.....	148



UNIVERSITAS
MERCU BUANA