



**ANALISIS BIAYA DAN KUALITAS DENGAN
METODE REKAYASA NILAI DAN *LEAN SIX SIGMA*
PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG
BERTINGKAT TINGGI**

TESIS

**OLEH KHAIRUL
ROCHMAN
55718010004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2020**



**ANALISIS BIAYA DAN KUALITAS DENGAN
METODE REKAYASA NILAI DAN *LEAN SIX SIGMA*
PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG
BERTINGKAT TINGGI**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Sipil**

**OLEH KHAIRUL
ROCHMAN
55718010004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2020**

ABSTRACT

Development of construction projects that are unique, complex, and have high risks so that it's greater. The application of the concept of mega construction with the risk of increasing costs needs to be eliminated by the value engineering and quality control methods. Re-analyzing a development plan is an option to save costs, but still in accordance with applicable specifications and conditions. Quality control with the lean-sigma method is a combination of Lean and Six Sigma can be defined as relating to systemic and systematic to identify and eliminate waste or activities that are not added. radical continuous improvement to achieve six sigma performance levels. In this study statistical analysis was performed using the Partial Least Square (PLS) to analyze, calculate the total value by adding up the direct and indirect effects.

The results of the case study conducted on the upper structure work (column and beam) based on the design value of the multi-storey building obtained a cost efficiency of 9.27 % and 3.19 % of the initial cost design. Where as the implementation of six sigma is used to reduce work defects from excessive targets and low worker skills. NCR from this high-rise building project, obtained a value of 39 defects, with a Disability Per Million Opportunity value of 3.125 DPMO, which after being converted to a sigma Tabel, is included in the 4.23 sigma category and a DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) in order to maintain quality and reduce defects resulting from upper structure work.

Keywords: *Value Engineering; Lean Six Sigma; Upper Structure Work; High-Rise Building*

ABSTRAK

Pembangunan proyek konstruksi bersifat unik, kompleks, serta memiliki risiko tinggi sehingga banyak faktor yang dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan biaya. Penerapan konsep mega konstruksi dengan risiko peningkatan biaya (*initial cost*) perlu dieleminir dengan metode rekayasa nilai (*value engineering*) dan pengendalian kualitas. Menganalisa kembali sebuah perencanaan pembangunan gedung menjadi salah satu pilihan untuk menghemat biaya, namun masih sesuai spesifikasi dan ketentuan yang berlaku. Pengendalian kualitas dengan metode *lean six sigma* merupakan kombinasi antara *Lean* dan *Six Sigma* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma. Dalam penelitian ini dilakukan analisa statistik dengan menggunakan *Partial Least Square* (PLS) untuk menganalisis, hasilnya nilai pengaruh total dengan menjumlahkan pengaruh langsung dan tidak langsung.

Hasil studi kasus yang dilakukan pada pekerjaan struktur atas (pekerjaan kolom dan balok) berbasis rekayasa nilai pada bangunan gedung bertingkat tinggi diperoleh efisiensi biaya sebesar 9,27 % dan 3,19 % dari desain biaya awal. Sedangkan penerapan *six sigma* digunakan untuk mengurangi *defect* hasil kerja dari target yang berlebih dan keterampilan pekerja yang rendah. Dari NCR proyek bangunan bertingkat tinggi ini, didapatkan nilai sebesar 39 *defect*, dengan nilai *Defect Per Million Opportunities* sebesar 3,125 DPMO, yang setelah dikonversikan ke tabel sigma, masuk dalam kategori sigma 4,23 *sigma* dan dilakukan evaluasi DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) guna mempertahankan mutu dan mengurangi *defect* yang dihasilkan dari pekerjaan struktur atas.

Kata kunci: Rekayasa Nilai, *Lean Six Sigma*, Pekerjaan Struktur Atas, Gedung Bertingkat Tinggi

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Biaya dan Kualitas dengan Metode Rekayasa Nilai
Dan *Lean Six Sigma* Pada Proyek Bangunan Gedung
Bertingkat Tinggi
Bentuk Tesis : Penelitian
Nama : Khairul Rochman
NIM : 55718010004
Program : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 25 Juli 2020

Mengesahkan :

Pembimbing



(Dr. Ir. Budi Susetyo, MT.)

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 : Analisis Biaya dan Kualitas dengan Metode Rekayasa Nilai
Dan *Lean Six Sigma* Pada Proyek Bangunan Gedung
Bertingkat Tinggi

Bentuk Tesis : Penelitian

Nama : Khairul Rochman

NIM : 55718010004

Program : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 25 Juli 2020

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, 25 Juli 2020



Khairul Rochman

LEMBAR PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

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

Nama : Khairul Rochman
NIM : 55718010004
Program : Magister Teknik Sipil

Dengan judul "*Cost Analysis and Quality Control Using Value Engineering and Lean Six Sigma Methods in High-rise Building Project*".

Telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada Tanggal 27 April 2020, diperoleh nilai persentase dengan rincian :

Similarity Index = 21%
Internet Sources = 15%
Publications = 6%
Student Papers = 10%

Jakarta, 27 April 2020
Administrator Turnitin



Arie Pangudi, A.Md

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan penelitian dan penulisan Tesis ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil Jurusan Manajemen Konstruksi pada Program Pascasarjana Universitas Mercubuana. Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi dalam menyelesaikan penelitian Tesis ini. Oleh karena itu rasa terimakasih yang besar penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, MT., selaku Ketua Program Studi dan dosen pembimbing dan selalu memotivasi dan membimbing penulis 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. Bambang Purwoko Kusumo Bintoro, MBA., 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. Mawardi Amin, 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 yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian pada proyek yang sedang dikerjakan dan membimbing dan memberi wawasan penulis selama penelitian.
6. Kedua Orangtua penulis, Muhammad Yamin dan Ibu Nuryati yang telah memberi teladan, mendidik, membesarkan dengan tulus serta memberi semangat selama masa-masa perkuliahan Pascasarjana ini.
7. Terima kasih kepada sahabat penulis, Atika Aida Latip, ST yang memberikan masukan dan pengalamannya kepada penulis untuk menyusun

laporan hasil ini dan Heru Subekti, ST. selaku pendamping pada saat melakukan penelitian dan masukan-masukan pada proses penulisan penelitian ini.

8. 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.

Akhir kata, penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Tesis ini. Semoga Allah SWT senantiasa meridhoi segala usaha kita. Aamiin.

Segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan dalam pengembangan penelitian dimasa mendatang. Semoga Penelitian Tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Jakarta, 25 Juli 2020

Khairul Rochman

DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
1. BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Urgensi Penelitian	4
1.6. Manfaat penelitian.....	4
2. BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Pengertian Rekayasa Nilai (<i>Value Engineering</i>).....	6
2.1.1. Sejarah dan Perkembangan Rekayasa Nilai.....	6
2.1.2. Konsep Rekayasa Nilai	7
2.2. Tahapan Studi Rekayasa Nilai	7
2.2.1. Tahapan Pra Workshop.....	8
2.2.2. Tahapan <i>Workshop</i>	9
2.2.3. Tahapan Pasca Workshop	11
2.3. Function Analysis system Technique (FAST)	12
2.4. Life Cycle Cost.....	13
2.5. Dasar – Dasar <i>Lean Six Sigma</i>	13
2.5.1. Konsep Dasar <i>Lean</i>	13

2.5.2.	Jenis – Jenis Pemborosan (<i>Waste</i>).....	14
2.6.	Konsep Dasar <i>Six Sigma</i>	14
2.6.1.	Perspektif <i>Six Sigma</i>	15
2.7.	Konsep Dasar <i>Lean Six Sigma</i>	15
2.8.	DMAIC Sebagai Aplikasi <i>Six Sigma</i>	16
2.9.	Bangunan Bertingkat Tinggi	17
2.10.	Struktur Bangunan	17
2.11.	Penelitian Terdahulu	19
2.12.	Keaslian, Celah dan Posisi Penelitian.....	19
2.12.1.	<i>Research Gap</i>	19
2.12.2.	State of The Art	21
2.13.	Hipotesa	23
2.14.	Kerangka Pemikiran	23
2.15.	Research Novelty.....	24
3.	BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1.	Rancangan Penelitian	25
3.2.	Variabel Penelitian	27
3.3.	Jenis dan Sumber Data	28
3.3.1.	Jenis Penelitian.....	28
3.3.2.	Sumber Data Penelitian.....	28
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	29
3.5.	Populasi dan Sampel Penelitian	30
3.5.1.	Populasi.....	30
3.5.2.	Sampel.....	31
3.6.	Pengolahan dan Analisis Data.....	31
3.6.1.	Uji Validitas Instrumen	31
3.6.2.	Uji Reliabilitas Instrumen	32
3.6.3.	PLS (<i>Partial Least Square</i>).....	32
3.6.4.	Hasil dan Evaluasi.....	35
3.7.	Metode Validasi Studi Kasus	35
3.7.1.	Rencana Kerja Rekayasa Nilai.....	35

3.7.2.	Validasi <i>Lean</i>	40
3.7.3.	Validasi <i>Six Sigma</i>	40
3.8.	Metode Wawancara	43
3.9.	Jadwal Pelaksanaan	44
4.	BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1.	Pendahuluan	45
4.2.	Deskripsi Objek Penelitian	45
4.2.1.	Waktu dan Tempat	45
4.2.2.	Pengumpulan Data	45
4.3.	Analisis Data Menggunakan SmartPLS 3.2.2	47
4.3.1.	Pengukuran Indikator (Outer Model).....	47
4.3.2.	Evaluasi Validitas Konvergen.....	55
4.3.3.	Evaluasi Reliabilitas.....	55
4.3.4.	Evaluasi Validitas Diskriminan.....	56
4.4.	Uji Model Struktural (<i>Inner Model</i>)	58
4.4.1.	Koefisien Determinasi.....	60
4.4.2.	<i>Path Coefficient</i>	60
4.4.3.	Uji <i>Goodness of Fit</i> (GoF)	61
4.4.4.	Uji Hipotesis	63
4.5.	Validasi Studi Kasus	65
4.5.1.	Objek Penelitian	65
4.5.2.	Data Proyek	65
4.5.3.	Karakteristik Proyek.....	66
4.5.4.	Model Biaya Awal (<i>Initial Cost Model</i>)	67
4.5.5.	Penerapan dan Implementasi Studi Kasus Proyek	68
4.6.	Penerapan Rekayasa Nilai	68
4.6.1.	Tahap Informasi	68
4.6.2.	Tahap Analisa Fungsi.....	71
4.6.3.	Tahap Kreatif	79
4.6.4.	Tahap Evaluasi	83
4.6.5.	Tahap Pengembangan	85

4.6.6.	Tahap Rekomendasi	85
4.7.	Penerapan <i>Lean Six Sigma</i>	86
4.7.1.	<i>DEFINE</i>	89
4.7.2.	<i>MEASURE</i>	99
4.7.3.	<i>ANALYZE</i>	100
4.7.4.	<i>IMPROVE</i>	101
4.7.5.	<i>CONTROL</i>	104
4.8.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	104
4.8.1.	Permasalahan 1.....	104
4.8.2.	Permasalahan 2.....	105
4.8.3.	Permasalahan 3.....	108
4.9.	Penerapan Rekayasa Nilai dan <i>Lean Six Sigma</i> Pada Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Tinggi	109
5.	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	111
5.1.	Kesimpulan.....	111
5.2.	Saran.....	112
6.	DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan studi Rekayasa Nilai	8
Gambar 2.2. Diagram function analysis system technique	12
Gambar 2.3. Lean plus six sigma	16
Gambar 2.4 Research Gap	20
Gambar 2.5 <i>State of The Art</i>	22
Gambar 2.6 Kerangka Pemikiran	23
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian	26
Gambar 3.2. Model matematika variabel	27
Gambar 3.3. Model awal	34
Gambar 3.4. Sistematika prosedur penerapan sistem Rekayasa Nilai.....	39
Gambar 3.5. Fishbone diagram sebab dan akibat defect pekerjaan.....	42
Gambar 4.1. Distribusi Responden Berdasarkan Jabatan.....	47
Gambar 4.2. Model 1 Sebelum dilakukan Analisis	48
Gambar 4.3. Output Standardized Solution – Model 1	49
Gambar 4.4. Output Standardized Solution – Model 2	51
Gambar 4.5. Output Standardized Solution – Model 3	52
Gambar 4.6. Output Standardized Solution – Model 4	53
Gambar 4.7. Output Standardized Solution – Final	54
Gambar 4.8. Tampilan output inner model.....	59
Gambar 4.9. Tampak Bangunan Gedung Integrated Laboratory FTUI	66
Gambar 4.10. Diagram Distribusi Pareto % item pekerjaan % Terhadap item Biaya Nilai Keseluruhan Proyek.....	70

Gambar 4.11. Diagram Distribusi Pareto % item pekerjaan struktur atas % Terhadap item Biaya Pekerjaan Struktur	71
Gambar 4.12. Diagram FAST Pekerjaan Kolom.....	73
Gambar 4.13. Diagram FAST Pekerjaan Balok	74
Gambar 4.14. Analisa Fungsi melalui Proses FAST Diagram Kolom.....	76
Gambar 4.15. Analisa Fungsi melalui Proses FAST Diagram Balok	77
Gambar 4.16. Flowchart penerapan lean six sigma.....	87
Gambar 4.17. Pareto chart	99
Gambar 4.18. Fishbone diagram pekerjaan kolom.....	100
Gambar 4.19. Fishbone diagram pekerjaan plat & balok	101
Gambar 4.20. Flowchart penerapan.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aktifitas fase informasi	9
Tabel 2.2 Aktifitas fase kreatifias.....	10
Tabel 2.3 Aktifitas fase evaluasi	10
Tabel 2.4 Aktifitas fase pengembangan	11
Tabel 2.5 Hubungan Sigma dan DPMO.....	15
Tabel 2.6 Matriks hubungan antara Biaya (B) dan Kualitas (Q).....	24
Tabel 2.7 Research Novelty	24
Tabel 3.1 Penentuan Jumlah Sampel menurut Cohen (1988)	30
Tabel 3.2 Kriteria Penilaian Partial Least Square	35
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian.....	44
Tabel 4.1 Distribusi frekuensi jumlah kuesioner.....	45
Tabel 4.2 Profil Responden	46
Tabel 4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Jabatan	46
Tabel 4.4 Parameter Uji Validitas dalam Model Pengukuran PLS	47
Tabel 4.5 Hasil <i>outer loading</i> model 1	49
Tabel 4.6 Hasil <i>Test Construct Reliability</i> model 2	51
Tabel 4.7 Hasil <i>Test Construct Reliability</i> model 3	52
Tabel 4.8 Hasil <i>Test Construct Reliability</i> model 4	53
Tabel 4.9 Hasil <i>Test Construct Reliability</i> model Final	54
Tabel 4.10 Nilai AVE pada setiap variabel laten	55
Tabel 4.11 Nilai AVE pada setiap variabel laten	55
Tabel 4.12 Nilai kuadrat AVE setiap variabel.....	56

Tabel 4.13 Hasil <i>cross loading</i>	56
Tabel 4.14 Hubungan antar variabel laten.....	57
Tabel 4.15 Hasil nilai <i>Multikolinearitas</i>	58
Tabel 4.16 Hasil <i>outer loading Bootstrapping</i>	59
Tabel 4.17 Hasil R^2 dari model yang diajukan.....	60
Tabel 4.18 <i>Path Coefficient</i> (Mean, STDEV, <i>t statistic</i>).....	61
Tabel 4.19 <i>R-Square</i>	62
Tabel 4.20 <i>Communalities</i>	62
Tabel 4.21 Uji Hipotesis Penelitian.....	63
Tabel 4.22 Data umum Proyek.....	65
Tabel 4.23 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (OE)	67
Tabel 4.24 <i>Cost Breakdown</i> pekerjaan Struktur.....	67
Tabel 4.25 Analisa Fungsi pada Pekerjaan Kolom	72
Tabel 4.26 Analisa Fungsi pada Pekerjaan Balok	72
Tabel 4.27 <i>Cost to Worth</i> Analisis Pekerjaan Kolom	78
Tabel 4.28 <i>Cost to Worth</i> Analisis Pekerjaan Balok.....	79
Tabel 4.29 Rekapitulasi <i>Cost to Worth</i> Analisis Pekerjaan Struktur Atas	79
Tabel 4.30 Alternatif pengganti pekerjaan kolom.....	80
Tabel 4.31 Alternatif pengganti pekerjaan balok	80
Tabel 4.32 Alternatif Desain kolom	81
Tabel 4.33 Alternatif Desain Balok.....	82
Tabel 4.34 Analisa keuntungan kerugian Kolom Desain Awal	84
Tabel 4.35 Analisa Keuntungan Kerugian Kolom Alternatif.....	84
Tabel 4.36 Analisa Keuntungan Kerugian Balok Alternatif	84

Tabel 4.37 Analisa Keuntungan Kerugian Balok Desain Awal	85
Tabel 4.38 Perbandingan harga pekerjaan sebelum dan sesudah direkayasa nilai	85
Tabel 4.39 Tabel Tahap Rekomendasi Pekerjaan Kolom	86
Tabel 4.40 Tabel Tahap Rekomendasi Pekerjaan Balok.....	86
Tabel 4.41 Tabel daftar <i>defect</i> (NCR)	87
Tabel 4.42 Tabel Hubungan <i>Sigma</i> dan DPMO	88
Tabel 4.43 Tabel SIPOC pekerjaan kolom	90
Tabel 4.44 Tabel SIPOC pekerjaan plat dan balok	93
Tabel 4.45 Rekomendasi untuk mengurangi <i>defect</i> pada pekerjaan kolom	102
Tabel 4.46 Rekomendasi untuk mengurangi <i>defect</i> pada pekerjaan plat dan balok	102
Tabel 4.47 faktor-faktor atau indikator yang berpengaruh.....	104

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Penelitian Terdahulu
- Lampiran 2 Variabel Penelitian
- Lampiran 3 Surat Izin Penelitian dan Berita Acara Penelitian
- Lampiran 4 Form Kuesioner dan Analisis Kuesioner
- Lampiran 5 Similarity Check, Jurnal dan Daftar Riwayat Hidup