



**INTEGRASI METODE *VALUE ENGINEERING* DAN
TEKNOLOGI *BUILDING INFORMATION MODELLING*
SEBAGAI ALTERNATIF OPTIMALISASI DESAIN PADA
PROYEK JALAN TOL**



TESIS

MUHAMMAD IRHAMNA
55723120010
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**INTEGRASI METODE VALUE ENGINEERING DAN
TEKNOLOGI BUILDING INFORMATION MODELLING
SEBAGAI ALTERNATIF OPTIMALISASI DESAIN PADA
PROYEK JALAN TOL**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Sipil**

**Disusun oleh:
MUHAMMAD IRHAMNA**

55723120010

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Irhamna
NIM : 55723120010
Fakultas/Program Studi : Teknik/ Magister Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

”Integrasi Metode Value Engineering Dan Teknologi Building Information Modelling Sebagai Alternatif Optimalisasi Desain Pada Proyek Jalan Tol” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 24 februari 2026



Muhammad Irhamna

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Muhammad Irhamna**
NIM : **55723120010**
Program Studi : **Magister Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **INTEGRASI METODE VALUE ENGINEERING DAN TEKNOLOGI BUILDING INFORMATION MODELLING SEBAGAI ALTERNATIF OPTIMALISASI DESAIN PADA PROYEK JALAN TOL**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 24 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **19 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS Jakarta, 24 Februari 2026
MERCU BUANA Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Irhamna
NIM : 55723120010
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Sipil
Judul Tesis : Integrasi Metode Value Engineering Dan
Teknologi Building Information Modelling Sebagai
Alternatif Optimalisasi Desain Pada Proyek Jalan Tol

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 24 februari 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:
Pembimbing



Ir. Muhammad Israd, S.T., M.T., Ph.D., IPM
NIDN/NUPTK:0318087206

UNIVERSITAS

Jakarta 24 Februari 2026
Mengetahui,
MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrianasari, M.T
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T
NIDN: 0024096701

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrianasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Ketua Program Studi Magister teknik Sipil
4. Ir. Muhammad Isradi, S.T., M.T., Ph.D., IPM selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tesis ini;
5. Orang tua yang selalu mendukung serta menyemangati selama penulisan laporan ini

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 24 Februari 2026



Muhammad Irhamna

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Irhamna
NIM : 55723120010
Fakultas/Program Studi : Teknik/ Magister Teknik Sipil
Judul Tesis : Integrasi Metode Value Engineering Dan Teknologi Building Information Modelling Sebagai Alternatif Optimalisasi Desain Pada Proyek Jalan Tol

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 24 februari 2026

Yang menyatakan,



M. Irhamna

Muhammad Irhamna

**INTEGRASI METODE VALUE ENGINEERING DAN TEKNOLOGI
BUILDING INFORMATION MODELLING SEBAGAI ALTERNATIF
OPTIMALISASI DESAIN PADA PROYEK JALAN TOL
MUHAMMAD IRHAMNA**

ABSTRAK

Kompleksitas desain jalan raya di daerah dengan kondisi geoteknik ekstrem seperti lereng curam, tanah lunak, dan zona patahan aktif menimbulkan tantangan besar dalam mencapai efisiensi biaya, waktu, dan keselamatan konstruksi. Pendekatan desain konvensional seringkali tidak mampu beradaptasi secara dinamis terhadap variasi risiko geoteknik, yang mengakibatkan penyimpangan anggaran dan penundaan implementasi. Studi ini bertujuan untuk mengembangkan Kerangka Kerja GeoRisk Adaptif VE-BIM yang mengintegrasikan metode Value Engineering (VE) dan Building Information Modeling (BIM 4D–5D) ke dalam sistem pendukung keputusan berbasis data tunggal. Model ini menggabungkan tahap Rencana Kerja VE dengan masukan data geoteknik, simulasi digital 3D-5D, dan penimbangan multi-kriteria menggunakan Proses Hierarki Analitis (AHP) dan Teknik Urutan Preferensi berdasarkan Kesamaan dengan Solusi Ideal (TOPSIS). Alur kerja terintegrasi mencakup penilaian risiko geoteknik (GeoRisk Assessment), analisis fungsi melalui Diagram FAST, evaluasi alternatif desain jembatan dan tanggul, serta perkiraan biaya dan waktu berbasis BIM. Kerangka kerja ini diuji pada proyek jalan raya dengan karakteristik patahan aktif dan lereng curam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jembatan integral merupakan solusi yang paling seimbang, dengan biaya meningkat sebesar 80,6% dibandingkan dengan tanggul, namun waktu implementasi berkurang sebesar 60%, selain memberikan manfaat teknis dan keberlanjutan jangka panjang, serta meningkatkan akurasi desain untuk kondisi tanah yang bervariasi. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi VE–BIM yang adaptif dapat mengubah analisis nilai konvensional menjadi sistem pengambilan keputusan berbasis data yang responsif terhadap risiko geoteknik, sekaligus berkontribusi pada pengembangan metodologi baru untuk desain infrastruktur cerdas dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Building information modeling, Efisiensi biaya, Optimasi desain, Infrastruktur jalan, Rekayasa nilai

**INTEGRATION OF THE VALUE ENGINEERING METHOD AND
BUILDING INFORMATION MODELLING TECHNOLOGY AS AN
ALTERNATIVE FOR DESIGN OPTIMIZATION IN TOLL ROAD
PROJECTS
MUHAMMAD IRHAMNA**

ABSTRACT

The complexity of highway design in areas with extreme geotechnical conditions such as steep slopes, soft soil, and active fault zones poses a major challenge in achieving cost, time, and construction safety efficiency. Conventional design approaches are often unable to adapt dynamically to variations in geotechnical risk, resulting in budget deviations and delays in implementation. This study aims to develop an Adaptive VE-BIM GeoRisk Framework that integrates Value Engineering (VE) and Building Information Modeling (BIM 4D–5D) methods into a single data-driven decision support system. This model combines the VE Job Plan stages with geotechnical data input, 3D-5D digital simulation, and multi-criteria weighting using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). The integrated workflow includes geotechnical risk assessment (GeoRisk Assessment), function analysis through FAST Diagram, evaluation of bridge and embankment design alternatives, and BIM-based cost and time estimation. This framework was tested on a highway project with active fault characteristics and high slope gradients. The results of the study show that integral bridges are the most balanced solution, with costs increasing by 80.6% compared to embankments, but implementation time reduced by 60%, as well as providing technical and long-term sustainability benefits and increased design accuracy for varying soil conditions. These findings prove that adaptive VE–BIM integration can transform conventional value analysis into a data-driven decision-making system responsive to geotechnical risks, while also contributing to the development of new methodologies for smart and sustainable infrastructure design.

Keywords: Building information modeling, Cost efficiency, Design optimization, Road infrastructure, Value engineering

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Kebaruan Penelitian / <i>Novelty</i>	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERFIKIR DAN HIPOTESA	9
2.1 Proyek Infrastruktur Jalan Tol.....	9
2.2 <i>Value Engineering</i> (VE) / Rekayasa Nilai.....	10
2.3. <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	16
2.3.1 Definisi dan Konsep Dasar BIM.....	16
2.3.2 Sejarah dan Perkembangan BIM dalam Industri Konstruksi.....	17
2.3.3 <i>Level of Information Needed (LoIN) / Level of Development (LoD)</i>	18
2.3.4 Dimensi BIM (3D, 4D, 5D, 6D, 7D)	20

2.3.5 Perangkat lunak/ software yang digunakan	20
2.3.6 Manfaat Implementasi BIM dalam Proyek.....	21
2.4. Integrasi <i>Value Engineering</i> dan BIM.....	22
2.4.1 Konsep Integrasi VE dan BIM.....	23
2.4.2 Kerangka Kerja Integrasi VE dan BIM	24
2.4.3 Tahapan Implementasi VE berbasis BIM	25
2.4.4 Studi Kasus Penerapan VE dan BIM pada Proyek Infrastruktur	26
2.4.5 Potensi Efisiensi dari Integrasi VE dan BIM.....	26
2.4.6 Indikator Keberlanjutan (Sustainability Indicators) dalam Evaluasi Desain Jalan Tol Berbasis BIM-VE	27
2.5 Relevansi Teori.....	29
2.6 Analisis Efisiensi Biaya dan Waktu dalam Proyek Konstruksi.....	30
2.6.1 Metode Analisis Biaya dalam Proyek Konstruksi	30
2.6.2 Teknik Analisis Nilai (Value Analysis).....	30
2.6.3 Analisis Life Cycle Cost (LCC).....	31
2.6.4 Metode Analisis Waktu dan Penjadwalan Proyek.....	31
2.6.5 Indikator Kinerja dalam Pengukuran Efisiensi Proyek.....	32
2.7 Optimalisasi Desain	33
2.8 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	34
2.9 Tinjauan Terhadap Penelitian Terdahulu.....	37
2.10 Kerangka Berpikir.....	39
2.11 Research Gap.....	43
2.12 <i>Novelty</i> Penelitian dan <i>State Of The Art</i>	46
BAB III METODE PENELITIAN	48
3.1 Desain/Jenis Penelitian.....	48
3.2 Lokasi dan Objek Penelitian	51

3.3 Jenis dan Sumber: Data.....	51
3.4 Teknik Pengumpulan Data	51
3.5 Metode Analisis Data	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1 Agregasi Data dan Pengolahan Data Teknis	54
4.1.1 Tahap Informasi	54
4.1.1 Data Teknis Lokasi Penelitian.....	55
4.1.2 Kriteria Penentu Keberhasilan (<i>Succes Criteria</i>).....	59
4.2 Penyelesaian Research Question 1	60
4.3 Penyelesaian <i>Reseacrh Question 2</i>	63
4.3.1 Tahap Analisis Fungsi	63
4.3.2 Function–Cost–Worth (FCW).....	65
4.4 Penyelesaian <i>Reseacrh Question 3</i>	67
4.3.1 Tahap Kreativitas.....	67
4.3.2 Integrasi Data BIM.....	71
4.4 Penyusunan Matriks Evaluasi Value Engineering Berbasis BIM dan Sustainability.....	78
4.5 Tahap Evaluasi dan Pembahasan.....	79
4.5.1 Validasi Model Integrasi Value Engineering dan Building Information Modeling	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penjelasan LOD dari setiap fase.....	18
Tabel 2. 2 Penerapan LOD dari setiap fase	19
Tabel 2. 3 Software yang digunakan	21
Tabel 2. 4 Manfaat Implementasi BIM	21
Tabel 2. 5 Penelitian terdahulu.....	38
Tabel 2. 6 Research Gap Penelitian.....	43
Tabel 4. 1 Informasi Proyek	55
Tabel 4. 2 Ringkasan Data Teknis Lokasi Penelitian (Seksi 1: Padang Tiji– Seulimeum)	58
Tabel 4.3 Hasil Volume Dan Biaya Konstruksi Jembatan.....	66
Tabel 4.4 Function cost worth (FCW).....	67
Tabel 4. 5 Function–Cost–Worth (FCW) tahap kreatifitas	69
Tabel 4. 6 Analisis Fungsi Alternatif VE	76
abel 4. 7 Matriks Evaluasi VE.....	79
Tabel 4. 8 Evaluasi VE terhadap skor nilai	80
Tabel 4. 9 hasil evaluasi alternatif intergrasi BIM-VE.....	82

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Proyek.....	3
Gambar 2. 1 Gambar dimensi BIM Sumber: MD Architets	20
Gambar 2. 2 Lokasi penelitian STA. 08+250.....	35
Gambar 2. 3 Lokasi penelitian STA. 07+250.....	35
Gambar 2. 4 Lokasi penelitian STA. 09+475.....	36
Gambar 2. 5 Lokasi penelitian STA. 10+550.....	36
Gambar 2. 6 Kerangka berpikir.....	39
Gambar 2. 7 Permasalahan di proyek	40
Gambar 2. 8 Tantangan ekonomis.....	41
Gambar 2. 9 Manajemen waktu	41
Gambar 2. 10 Kerangka berpikir Sumber: diolah penulis.....	42
Gambar 2. 11 <i>State of the Art</i>	46
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	49
Gambar 4. 1 Plan Timbunan km 10 RTA pada seksi 1 Tol Sigli – Banda Aceh	56
Sumber: Dari data Proyek Gambar 4. 2 Plan dan Profil Timbunan km 10 RTA pada seksi 1 Tol Sigli – Banda Aceh.....	56
Gambar 4. 3 Tipikal Timbunan	57
Gambar 4. 4 data jembatan dan timbunan jalan.....	60
Gambar 4. 5 Konsep Integrasi Metode Ve – BIM GeoRisk framework	61
Gambar 4. 6 gambar hasil Output BIM model rencana	61
Gambar 4. 7 gambar hasil integrasi BIM.....	62
Gambar 4. 8 Diagram Sebelum penerapan FAST	63
Gambar 4. 9 Gambar Penerapan FAST terhadap mitigasi resiko.....	64
Gambar 4. 10 Gambar Penerapan FAST setelah penerapan VE- BIM georisk framework	64
Gambar 4. 11 Ilustrasi hasil Penerapan FAST Sumber: Diolah penulis	65
Gambar 4. 12 Analisis desain Jembatan.....	66
Gambar 4. 13 Plan dan Profil Jembatan km 10 pada seksi 1 Tol Sigli – Banda Aceh hasil Sumber: Diolah penulis.....	69

Gambar 4. 14 Simulasi progress pengerjaan Jembatan dan timbunan pada minggu ke-4.....	72
Gambar 4. 15 Simulasi progress pengerjaan Jembatan pada minggu ke 15 Timbunan Jalan pada minggu ke 36.....	72
Gambar 4. 16 Simulasi progress pengerjaan Jembatan pada minggu ke 30 Timbunan Jalan pada minggu ke 56.....	73
Gambar 4. 17 Skedule pekerjaan Jembatan dan Timbunan	74
Gambar 4. 18 perbandingan estimasi biaya alternatif desain kosntruksi	74
Gambar 4. 19 Perbandingan estimasi durasi Alternatif konstruksi.....	75
Gambar 4. 20 Estimasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan (Bulan).....	76
Gambar 4. 21 Matriks Performa Alternatif.....	77
Gambar 4. 22 Grafik perbandingan Nilai skor dan biaya siklus hidup.....	81

