



**OPTIMASI BIAYA INVESTASI *GREEN INFRASTRUCTURE*
DENGAN METODE *VALUE ENGINEERING* PADA SISTEM
PENYEDIAAN AIR MINUM KABUPATEN TANGERANG**

TESIS

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

OLEH

ANGGA ERLANGGA

55723110004

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2025**



**OPTIMASI BIAYA INVESTASI *GREEN INFRASTRUCTURE*
DENGAN METODE *VALUE ENGINEERING* PADA SISTEM
PENYEDIAAN AIR MINUM KABUPATEN TANGERANG**

TESIS

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

MERCU BUANA

ANGGA ERLANGGA

55723110004

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2025**

ABSTRAK

Peningkatan dan perluasan infrastruktur sistem penyediaan air minum (SPAM) adalah prioritas utama pemerintah dalam upaya memenuhi kebutuhan air minum masyarakat secara efektif demi kesejahteraan umum. Target cakupan pelayanan air minum di Kabupaten Tangerang sebesar 98,49% pada tahun 2031 belum tercapai, dengan cakupan layanan PERUMDAM TKR saat ini mencapai 69,30% pada tahun 2024. Untuk mewujudkan RISPAM tersebut, salah satu strategi PERUMDAM TKR adalah membangun pengembangan jaringan transmisi dan distribusi di wilayah Kabupaten Tangerang. Dalam pengembangannya, pembangunan infrastruktur tidak hanya memberikan manfaat, tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, perlu adanya strategi komprehensif yang mengutamakan pengurangan dampak negatif serta memfasilitasi pembangunan *green infrastructure* yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi variabel yang memengaruhi optimasi biaya melalui penerapan *Green Infrastructure* pada jaringan pipa distribusi utama SPAM, komponen vital dengan biaya tinggi. Analisis SEM-PLS menunjukkan bahwa Desain *Green* (X1), Metode Pelaksanaan (X2), Analisis Nilai (X3), serta Desain Teknologi Ramah Lingkungan (Z) berkontribusi pada kinerja biaya (Y), dengan indikator paling dominan adalah kematangan perancangan sistem energi (X1.8). Studi kasus di Kabupaten Tangerang menggunakan *Value Engineering* (VE) dan *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA) membuktikan optimasi biaya: VE meningkatkan biaya investasi sebesar 9,91% melebihi target efisiensi 7%, sedangkan LCCA menunjukkan proyek layak secara finansial dengan NPV positif Rp77.321.059.290, IRR 27,73%, dan payback period 3,05 tahun yang mengindikasikan pengembalian investasi yang relatif cepat. Namun, analisis sensitivitas mengungkapkan bahwa fluktuasi biaya dan pendapatan memiliki potensi signifikan dalam memengaruhi kelayakan finansial proyek.

Kata Kunci: *Optimasi, Green, SPAM, Value Engineering, Life Cycle Cost Analysis*

ABSTRACT

The expansion and improvement of the drinking water supply system (SPAM) infrastructure is a top government priority to effectively meet public water needs and promote general welfare. The target water service coverage in Tangerang Regency is 98.49% by 2031; however, PERUMDAM TKR's current coverage stands at 69.30% in 2024. To achieve the Regional Drinking Water Supply Master Plan (RISPAM), PERUMDAM TKR's strategy includes developing transmission and distribution networks in Tangerang Regency. While infrastructure development offers benefits, it can also cause negative environmental impacts. Therefore, a comprehensive strategy prioritizing the reduction of adverse effects and supporting the implementation of environmentally friendly and sustainable green infrastructure is essential.

This study aims to identify the variables influencing cost optimization through the application of Green Infrastructure in the main distribution pipe network of SPAM, a critical component with high costs. SEM-PLS analysis reveals that Green Design (X1), Sustainable Implementation Methods (X2), Value and Cost Analysis (X3), and Environmentally Friendly Technology Design (Z) significantly affect cost performance (Y), with the most dominant indicator being the maturity of the energy system design (X1.8). A case study in Tangerang Regency using Value Engineering (VE) and Life Cycle Cost Analysis (LCCA) demonstrates cost optimization: VE increased investment costs by 9.91%, exceeding the 7% efficiency standard, while LCCA shows the project to be financially viable with a positive NPV of IDR 77,321,059,290, an IRR of 27.73%, and a payback period of 3.05 years, indicating a relatively rapid return on investment. However, sensitivity analysis reveals that fluctuations in costs and revenues have a significant potential impact on the project's financial feasibility.

Keywords : Optimization, Green, SPAM, Value Engineering, Life Cycle Cost Analysis

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Angga Erlangga

NIM : 55723110004

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Judul Tesis : Optimasi Biaya Investasi *Green Infrastructure* Dengan Metode *Value Engineering* Pada Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Tangerang

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar **Magister (S2)** pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T.

NIDN : 0329116201

Ketua Penguji : Dr. Ir. Agus Suroso, M.T.

NIDN : 0330046602

Anggota Penguji : Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.

NIDN : 0024096701

()
()
()

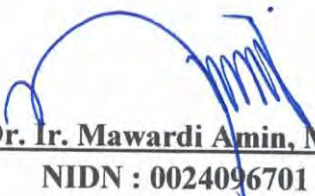
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 03 Juli 2025

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil


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


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

LEMBAR PERNYATAAN

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

Judul : Optimasi Biaya Investasi *Green Infrastructure* Dengan Metode
Value Engineering Pada Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten
Tangerang
Nama : Angga Erlangga
NIM : 55723110004
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 16 Juli 2025

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

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister 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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 16 Juli 2025



Angga Erlangga

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

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

Nama : **ANGGA ERLANGGA**
NIM : **55723110004**
Program Studi : **Magister Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **OPTIMASI BIAYA INVESTASI GREEN
INFRASTRUCTURE DENGAN METODE VALUE
ENGINEERING PADA SISTEM PENYEDIAAN AIR
MINUM KABUPATEN TANGERANG**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 11 Juli 2025** dengan hasil presentase sebesar **20 %** 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
MERCU BUANA

Jakarta, 11 Juli 2025
Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT serta atas segala rahmat dan karunia-Nya pada penulis, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Tesis yang berjudul **Optimasi Biaya Investasi *Green Infrastructure* dengan Metode *Value Engineering* pada Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Tangerang**. Proposal Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil pada Program Studi Magister Teknik Sipil di Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana Jakarta.

Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil pada Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan ini;
2. Keluarga kecil saya, istri Sylvia Ayu Lestari, dan anak-anak saya, Ananda Daffa Bhadraka Faaz dan Muhammad Arnav Zayn, atas dukungan dan cinta kasih mereka
3. Orang tua Teti Rochana Yulianti, Yusuf Solihin, Lilis Listiani, Encep Koswara dan adik Anis Ratna Ambami serta Nanda Nur Fauzi yang selalu memberikan motivasi, dukungan moral, serta do'a terbaiknya kepada penulis;
4. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan serta memberikan motivasi penulis selama penyusunan Tesis ini dapat diselesaikan;
5. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T, selaku penelaah dan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah memberikan masukan dan pengarahan agar penulis dapat menyelesaikan penelitian ini tepat waktu;
6. Bapak Dr. Ir. Agus Suroso, M.T, selaku dosen penguji sidang tesis yang memberikan berbagai masukan dan pengarahan terkait hasil penelitian Tesis;
7. Ibu Reni Karno Kinasih, S.T., M.T, selaku Sekertaris Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah memberikan masukan dan pengarahan agar penulis dapat menyelesaikan penelitian ini tepat waktu;

8. Jajaran Direksi dan Manajemen Struktural PERUMDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang atas izin dan dukungan yang telah diberikan selama proses penelitian;
9. Segenap Unit Kerja Satuan Usaha Air Curah, khususnya kepada Ibu Ryke, Bapak Tafriji, Ibu Ayang, Nessia, Sabda, Kurnia, Haifa, Umar, Agung, Nova, dan Zhico, yang telah memberikan izin, dukungan dan bantuan selama proses perkuliahan;
10. Segenap Dosen dan Civitas akademika Program Studi Magister Teknik Sipil yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan kepada penulis selama proses perkuliahan;
11. Seluruh pakar ahli dan responden penelitian yang telah memberikan kesempatan dan waktu luangnya untuk memberikan informasi serta data penunjang penelitian ini;
12. Teruntuk sahabat Hendy Gunawan Putra dan Muhammad Busthomy yang selalu memberikan motivasi serta saran selama proses penelitian;
13. Seluruh rekan – rekan Magister Teknik Sipil dan Mahasiswa bimbingan yang mensupport & memberikan semangat dan saran sehingga penulis bisa menyelesaikan tesis ini dengan maksimal.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kata sempurna, kiranya hasil penulisan ini dapat memberi sumbangsih dalam masalah pengembangan intelektual di bidang Teknik Sipil di Indonesia..

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Penulis,

Angga Erlangga

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Rumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Batasan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM).....	7
2.2. <i>Green Infrastructure</i>	11
2.3. <i>Value Engineering</i>	13
2.4. <i>Structural Equation Modelling-Partial Least Squares</i> (SEM-PLS)	18
2.5. Penelitian Terdahulu.....	19
2.6. Research GAP	24
2.7. <i>State of The Art</i>	26
2.8. Keterbaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	26
2.9. Kerangka Berpikir.....	29
2.10. Model dan Hipotesis Penelitian.....	30
BAB III METODA PENELITIAN	32
3.1. Rancangan Penelitian	32

3.1.1. Jenis Penelitian	32
3.1.2. Objek Penelitian.....	35
3.1.3. Populasi.....	35
3.1.4. Sampel	36
3.1.5. Menentukan Jumlah Responden	36
3.2. Variabel Penelitian.....	37
3.2.1. Variabel Bebas (X)	38
3.2.2. Variabel Moderasi (Z)	39
3.2.3. Variabel Terikat (Y).....	40
3.3. Jenis dan Sumber Data.....	40
3.4. Instrumen Penelitian	42
3.5. Metode Analisa	43
3.5.1. <i>Structural Equation Modelling</i> (SEM-PLS).....	43
3.5.2. <i>Studi Value Engineering</i>	46
3.6. Jadwal Penelitian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1. Pengumpulan Data Kuesioner.....	48
4.1.1 Penyusunan dan Penyebaran Instrumen Kuesioner	50
4.1.2 Pengumpulan Data.....	51
4.1.3 <i>Research Question 1</i>	52
4.1.4 Kriteria Dalam Penilaian SEM-PLS.....	52
4.1.5 Analisis Data Pembahasan dengan SEM-PLS.....	53
4.1.5.1. <i>Pilot Survey</i>	54
4.1.5.2. Evaluasi Model Pengukuran (<i>Outer Model</i>)	55
4.1.5.3. Uji <i>Discriminant Validity</i>	57
4.1.5.4. Uji Kolinearitas Model.....	59
4.1.5.5. Uji Reabilitas.....	59
4.1.5.6. <i>Pengujian R Square</i>	60
4.1.5.7. <i>Pengujian F Square</i>	61
4.1.5.8. Uji Hipotesis.....	62
4.1.5.9. <i>Mean Ranking</i>	65
4.2. Hasil Analisa SEM-PLS	65

4.3. <i>Research Question 2 dan Research Question 3</i>	66
4.3.1. Studi Kasus	67
4.3.2. Penerapan <i>Value Engineering</i>	68
4.3.3. Tahap Informasi	68
4.3.4. Tahap Analisis Fungsi	70
4.3.5. Tahap Kreatif	73
4.3.6. Tahap Evaluasi	79
4.3.7. Tahap Pengembangan	80
4.3.8. Tahap Rekomendasi	86
4.4. Tahap Validasi Data	86
4.5. Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1. Kesimpulan	89
5.2. Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	95
CURICULUM VITAE	140



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jaringan Pipa Distribusi Utama dan Kelengkapannya.....	11
Gambar 2.2. Kerangka Berpikir	29
Gambar 2.3. Model Penelitian.....	30
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2. Objek Penelitian.....	35
Gambar 4.1. Uji Outer Loading.....	57
Gambar 4.2. Nilai Average Variable Extracted (AVE) >0.5.....	58
Gambar 4.3. Nilai akar Average Variable Extracted (AVE).....	58
Gambar 4.4. Collinerarity Statistics (VIF)	59
Gambar 4.5. Composite Reability dan Cronbach's Alpha	60
Gambar 4.6. R-Square	60
Gambar 4.7. F-Square.....	61
Gambar 4.8. Pengujian Hipotesis	62
Gambar 4.9. Pengaruh Langsung (Direct Effect) Signifikasi Dari P-Value	63
Gambar 4.10. Pengaruh Tidak Langsung (Indirect Effect) Signifikasi Dari P-Value.....	64
Gambar 4.11. Water Treatment Plant.....	67
Gambar 4.12. Pekerjaan Pemasangan Jaringan Pipa Distribusi Utama	67
Gambar 4.13. Diagram Pareto Pekerjaan Pemasangan Pipa JDU.....	70
Gambar 4.14. FAST Diagram Pekerjaan Pemasangan Pipa JDU	72
Gambar 4.15. Pemasangan Pipa Distribusi Utama.....	76
Gambar 4.16. Penambahan Pompa Alternatif Pada Ruang Pompa Eksisting.....	77
Gambar 4.17. Solar Cell Pada Ruang Distribusi WTP	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ringkasan Hasil Penelitian Terdahulu	19
Tabel 2.2. Matrix Research GAP	24
Tabel 2.3. Keterbaruan Penelitian	27
Tabel 3.1. Definisi Variabel Penelitian.....	38
Tabel 3.2. Variabel X Penelitian.....	38
Tabel 3.3. Variabel Z Penelitian	39
Tabel 3.4. Variabel Y Penelitian.....	40
Tabel 3.5. Kategori Respon Skala Likert	43
Tabel 3.6. Jadwal Penelitian.....	47
Tabel 4.1. Revisi Variabel Hasil Validasi Pakar	48
Tabel 4.2. Distribusi dan Penerimaan Kuesioner	51
Tabel 4.3. Tingkat Pendidikan Responden.....	51
Tabel 4.4. Jenis Pekerjaan Responden.....	51
Lanjutan Tabel 4.5. Jenis Pekerjaan Responden	52
Tabel 4.6. Pengalaman Pekerjaan Responden.....	52
Tabel 4.7. Kriteria Penilaian Model SEM-PLS.....	52
Lanjutan Tabel 4.8. Kriteria Penilaian Model SEM-PLS.....	53
Tabel 4.9. Tabulasi Data Hasil Kuesioner	55
Tabel 4.10. Nilai Indikator Berdasarkan Mean Ranking.....	65
Tabel 4.11. Rekapitulasi Uji SEM-PLS.....	65
Tabel 4.12. RAB Pekerjaan Pipa JDU SPAM.....	69
Tabel 4.13. Analisa Fungsi Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Pipa Serta Aksesoris Pipa DN300 mm	71
Tabel 4.14. Pekerjaan Mekanikal & Elektrikal Ruang Pompa Distribusi WTP	71
Tabel 4.15. Kondisi Awal dan Alternatif	73
Tabel 4.16. Kelebihan dan Kekurangan	74
Tabel 4.17. Multi Criteria Decision Analysis.....	75
Tabel 4.18. Spesifikasi PLTS Hybrid 6 KW Baterai.....	79
Tabel 4.19. Perhitungan Green Cost.....	79
Tabel 4.20. Net Cash Flow 5 Tahun.....	82
Tabel 4.21. Rata-Rata Suku Bunga Deposito Pertigabulan tahun 2025.....	83

Tabel 4.22. Nilai NPV dan IRR 20 Tahun	83
Tabel 4.24. Rekomendasi Perubahan Desain Pipa dan Pompa serta Pemasangan Instalasi Listrik	85
Tabel 4.25 Tabel Validasi Value Engineering Pakar Ahli	86
Tabel 4.26 Perbandingan Penelitian Sebelumnya	87



DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1. Rumus Slovin	37
Rumus 4.1. Perhitungan Investasi Awal.....	81
Rumus 4.2. Perhitungan MARR.....	83
Rumus 4.3. Perhitungan Payback Period (PP)	84



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner Penelitian	95
Lampiran 2. Tabulasi Kuesioner	109
Lampiran 3. Similarity Check	120
Lampiran 4. Artikel Publikasi	124

