



**ANALISIS FAKTOR EFESIENSI DAN KONSERVASI ENERGI
TERHADAP PENERAPAN *NEAR ZERO ENERGY* DENGAN KONSEP
GREEN BUILDING SERTA *VALUE ENGINEERING* PADA
GEDUNG PERKANTORAN**

TESIS

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
ADINDA FAJARIKA AKHIR

NIM 55722010003

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

2024

ABSTRAK

Penyebab utama produksi gas rumah kaca adalah sektor energi sebesar 76%, sedangkan penerapan green building juga dapat dikolaborasikan dengan penerapan *near zero energy*, agar penanganan secara kolaboratif dapat berjalan dengan baik maka perlu dilakukan klasifikasi faktor berpengaruh serta pengujian hubungan antar variabel model, sehingga hubungan kausalitas antar faktor yang mempengaruhinya secara langsung.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor efisiensi dan konservasi energi serta hubungan beberapa faktor yang mempengaruhi untuk ditindaklanjuti melalui langkah-langkah dari *value engineering* terhadap efisiensi dan konservasi energi untuk mewujudkan bangunan dengan kualitas tinggi *near zero energy* melalui pendekatan berupa analisis focus group discussion dan analisis biaya green building tetap dapat menguntungkan secara finansial dengan metode *value engineering* untuk mencapai tingkat biaya yang optimal.

Dari analisis didapatkan 7 faktor yang dianggap paling penting serta berkinerja tinggi yaitu Sistem kelistrikan (X1.5), Kelestarian lingkungan hidup (X2.1), Waktu penggunaan kelistrikan (X2.3), Penempatan peralatan listrik (Y1.3), Penggunaan energi alternatif (Y1.5), Biaya lingkungan (Y2.2) dan Biaya kelistrikan (Y2.3)]. Sehingga berdampak menambahnya prolehan nilai *green building* gedung sebesar 3.74% dari semula 38,46% menjadi 42.20%. Sistem kelistrikan suatu gedung merupakan porsi yang cukup besar sekitar 20% dari biaya operasional/bulan. Selain itu untuk mengoptimalkan biaya pada sistem kelistrikan maka direkomendasikan bahwa meningkatkan sistem kelistrikan IoT (kelistrikan pintar) dapat menghemat biaya sebesar Rp. 2.542.152.002 (10,43 %) dan memperbaiki sistem tata udara yang dapat menghemat biaya sebesar Rp. 4.821.099.694 (16,12%). Dari pengoptimalan ini waktu *payback period* diperoleh selama 8 tahun dengan total penghematan biaya bangunan yang telah menerapkan *near zero energy* yaitu sebesar Rp. 7.363.251.696 (7,33%), ini dikategorikan pengembalian nilai investasi yang cepat. Hal ini menjadi saran yang tepat untuk menjadikan gedung perkantoran yang sudah berkonsep *green building* akan lebih baik lagi jika mampu menerapkan konsep *near zero energy*.

Kata Kunci: *near zero energy*, efisiensi energi, konservasi energi, sistem kelistrikan IoT, penghematan biaya

ABSTRACT

The main cause of greenhouse gas production is the energy sector by 76%, while the application of green buildings can also be collaborated with the application of near zero energy, so that collaborative handling can run well, it is necessary to classify influential factors and test the relationship between model variables, so that the causal relationship between factors that influence it directly.

The purpose of this study is to determine the factors of efficiency and energy conservation and the relationship of several influencing factors to be followed up through steps from value engineering to energy efficiency and conservation to realize high-quality buildings near zero energy through an approach in the form of focus group discussion analysis and cost analysis of green buildings that can still be financially profitable with the value engineering method to achieve optimal cost levels.

From the analysis, 7 factors were obtained that were considered the most important and high-performing, namely the electrical system (X1.5), Environmental sustainability (X2.1), Time of use of electricity (X2.3), Placement of electrical equipment (Y1.3), Use of alternative energy (Y1.5), Environmental costs (Y2.2) and Electricity costs (Y2.3)]. So that it has an impact on increasing the green building value of the building by 3.74% from the original 38.46% to 42.20%. The electrical system of a building is a fairly large portion of around 20% of the operational costs/month. In addition, to optimize costs in the electrical system, it is recommended that improving the IoT electrical system (smart electricity) can save costs of Rp. 2,542,152,002 (10.43%) and improving the air conditioning system which can save costs of Rp. 4,821,099,694 (16.12%). From this optimization, the payback period is obtained for 8 years with a total cost savings of buildings that have implemented near zero energy of Rp. 7,363,251,696 (7.33%), this is categorized as a fast return on investment. This is the right suggestion to make office buildings that already have a green building concept even better if they are able to implement the near zero energy concept.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Keywords: *near zero energy, energy efficiency, energy conservation, IoT electrical system, cost savings*

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisis Faktor Efisiensi Konservasi Energi terhadap Penerapan *Near Zero Energy* Dengan Konsep *Green Building* serta *Value Engineering* pada Gedung Perkantoran

Bentuk Tesis : Penelitian

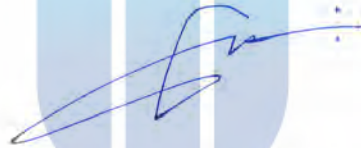
Nama : Adinda Fajarika Akhir

NIM : 55722010003

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 27 Agustus 2024

Mengesahkan,
Pembimbing



Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T.

UNIVERSITAS

MERCU BUANA


Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi

Magister Teknik Sipil



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.



Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

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

Judul : Analisis Faktor Efisiensi Konservasi Energi terhadap Penerapan *Near Zero Energy* Dengan Konsep *Green Building* serta *Value Engineering* pada Gedung Perkantoran
Nama : Adinda Fajarika Akhir
NIM : 55722010003
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 26 Agustus 2024

Merupakan hasil penelitian dan merupakan 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 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, 26 Agustus 2024



Adinda Fajarika Akhir

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa penelitian tesis yang ditulis oleh:

Nama : Adinda Fajarika Akhir
NIM : 55722010003
Program Studi : Magister Teknik Sipil

Dengan judul “Analisis Faktor Efisiensi Konservasi Energi terhadap Penerapan *Near Zero Energy* Dengan Konsep *Green Building* serta *Value Engineering* pada Gedung Perkantoran” telah dilakukan pengecekan *Similarity Test* dengan sistem Turnitin pada tanggal 19 Agustus 2024, didapat persentase sebesar 21%.



Jakarta, 26 Agustus 2024
Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Saras', is placed over the right side of the university logo.

Saras Nur Praticha, S.Psi., M.M.

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 tesis yang berjudul **“Analisis Faktor Efisiensi Konservasi Energi terhadap Penerapan *Near Zero Energy* Dengan Konsep *Green Building* serta *Value Engineering* pada Gedung Perkantoran”**.

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 terimakasih kepada:

1. Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan ini;
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan motivasi, dukungan moral, serta doa terbaiknya kepada penulis;
3. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan Tesis ini dapat diselesaikan.
4. 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
5. Bapak Dr. Ir. Agus Suroso, M.T., selaku dosen penguji sidang tesis dan dosen tesis *on class* yang memberikan berbagai masukan dan pengarahan agar penulis dapat menyelesaikan penelitian ini tepat waktu
6. Ibu Reni Karno Kinasih, S.T., M.T, selaku Sekertaris Program Stidi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah memberikan masukan dan pengarahan agar penulis dapat menyelesaikan penelitian ini tepat waktu
7. Bapak Henky Wijaya M.T, selaku *Project Manager* PT. Sinergi Investasi Properti yang telah memberikan wawasan serta masukan kepada penulis terkait *green building*
8. Bapak Sugiharto Chandra, selaku *Businnes Manager* PT. Prasetia Dwidharma yang telah memberikan wawasan terkait *near zero energy*
9. Seluruh dosen Program Studi Magister Teknik Sipil yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan kepada penulis selama proses perkuliahan
10. Seluruh pakar ahli dan responden penelitian yang telah memberikan kesempatan dan waktu luangnya untuk memberikan informasi serta data penunjang penelitian ini

11. Seluruh rekan - rekan Magister Teknik Sipil yang mensupport & memberikan semangat sehingga penulis bisa menyelesaikan tesis ini dengan maksimal.
12. Seluruh rekan-rekan PT. Prasetia Dwidharma yang mensupport & memberikan semangat 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.

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi

BAB I

PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Batasan Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Keterbatasan Penelitian	5

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. <i>Green Building</i>	6
2.2. Efisiensi dan Konservasi Energi.....	7
2.3. <i>Near Zero Energi</i>	9
2.4. <i>Value Engineering</i>	12
2.5. <i>Importance Performance Analysis (IPA)</i>	15
2.5. <i>Structural Equation Modelling-Partial Least Squares (SEM-PLS)</i>	16
2.6. Penelitian Terdahulu.....	18
2.7. <i>Research GAP</i>	23
2.8. Keterbaruan Penelitian (Novelty).....	25
2.9. Kerangka Pemikiran	26
2.9. Hipotesis Penelitian.....	26

BAB III

METODELOGI PENELITIAN	27
3.1. Design Penelitian.....	27
3.2. Metode Penelitian.....	28
3.2.1. <i>Survey</i> atau Kuisisioner	28
3.2.2. Variable Penelitian.....	29
3.2.3. <i>Focus Group Discussion (FGD)</i>	33

3.2.4. Studi <i>Value Engineering</i>	33
3.3. Metode Analisa.....	34
BAB IV	
PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	36
4.1. Tahap Proses Pengumpulan Data	36
4.2. Tahap Proses Penelitian.....	37
4.2.1. Input Data.....	37
4.2.2. Populasi Data	38
4.2.3. Kriteria Penilaian dalam SEM-PLS	41
4.2.4. Analisis Data Pembahasan dengan SEM-PLS	42
4.2.5. Kriteria dan Tolak Ukur Penilaian Efficiency dan Konservasi Energi	45
4.3. Research Question 1	45
4.3.1. Evaluasi Model Pengukuran (<i>Outer Model</i>)	50
4.3.2. Uji <i>Discriminant Validity</i>	52
4.3.3. Uji Kolinearitas Model	53
4.3.4. Uji Reabilitas	53
4.3.5. Pengujian <i>R-Square</i>	53
4.3.6. Pengujian <i>F-Square</i>	54
4.3.7. Uji Hipotesis	55
4.4. <i>Research Question 2 dan Research Question 3</i>	59
4.4.1. Tahap Informasi	59
4.4.2. Tahap Fungsi.....	61
4.4.3. Tahap Kreatif	63
4.4.4. Tahap Evaluasi.....	66
4.4.5. Tahap Pengembangan	67
4.4.6. Tahap Rekomendasi.....	71
4.5. Tahap Validasi data	72
BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	757

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Presentase penyumbang Gas Rumah Kaca	1
Gambar 2. 1 Aspek kriteria penilaian green building	7
Gambar 2. 2 Ilustrasi keterkaitan Konservasi dan Efisiensi Energi	8
Gambar 2. 3 Aspek-aspek dalam Proses Desain	10
Gambar 2. 4 Bagan Prinsip Perancangan Near Zero Energy	11
Gambar 2. 5 Diagram Kartesius Importance-Performance Analysis (IPA Matriks)	15
Gambar 2. 6 Kerangka Berfikir	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian (flowchart).....	27
Gambar 3. 2 Model Analisis Penelitian Variabel.....	30
Gambar 4. 1 Dokumentasi penyebaran kuisioner dan melakukan FGD	37
Gambar 4. 2 Presentase Distribusi Pengembalian.....	38
Gambar 4. 3 Presentase Tipe Perusahaan.....	39
Gambar 4. 4 Presentase Tingkat Pendidikan.....	39
Gambar 4. 5 Presentase Tingkat Jabatan Responden	40
Gambar 4. 6 Presentase Pengalaman Kerja.....	41
Gambar 4. 7 Model Penelitian dengan Smart PLS.....	44
Gambar 4. 8 Diagram Kartesius (IPA Matrix) Efisiensi Energi	46
Gambar 4. 9 Diagram Kartesius (IPA Matrix) Konservasi Energi	47
Gambar 4. 10 Diagram Kartesius (IPA Matrix) Near Zero Energy	48
Gambar 4. 11 Diagram Kartesius (IPA Matrix) Tingkat Biaya	49
Gambar 4. 12 Outer Loading (loading factor).....	51
Gambar 4. 13 Nilai Average Variable Extracted (AVE) >0.5	52
Gambar 4. 14 Nilai akar Average Variable Extracted (AVE).....	52
Gambar 4. 15 Nilai Variance Inflation Factor (VIF) <5.00	53
Gambar 4. 16 Nilai Reabilitas >0.7.....	53
Gambar 4. 17 Hasil Nilai R-square (R ²).....	54
Gambar 4. 18 Hasil Nilai F- Square (F ²)	55
Gambar 4. 19 Pengujian Hipotesis	55
Gambar 4. 20 Pengaruh langsung (direct effect) signifikasi dari P-Value.....	56
Gambar 4. 21 Pengaruh tidak langsung (indirect effect) signifikasi dari P-Value	57
Gambar 4. 22 Diagram Pareto	60
Gambar 4. 23 Diagram FAST sebelum penambahan fungsi.....	61
Gambar 4. 24 Diagram FAST setelah penambahan fungsi.....	62
Gambar 4. 25 Data Selubungan Bangunan	64
Gambar 4. 26 Clivet Magnetic Centrifugal Chiller.....	65

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Ringkasan Hasil Penelitian Terdahulu	18
Table 2. 2 Tabel Matrix Research GAP	23
Table 3. 1 Tujuan Pertanyaan Kuisisioner	28
Table 3. 2 Identifikasi Variable Penelitian	29
Tabel 4. 1 Distribusi Pengembalian Kuisisioner.....	38
Tabel 4. 2 Tipe Perusahaan Responden	38
Tabel 4. 3 Tingkat Pendidikan Responden.....	39
Tabel 4. 4 Tingkat Jabatan Responden.....	40
Tabel 4. 5 Pengalaman Kerja Responden.....	40
Tabel 4. 6 Kriteria Penilaian Model SEM-PLS.....	42
Tabel 4. 7 Tingkat kinerja dan kepentingan Efisiensi Energi	46
Tabel 4. 8 Tingkat kinerja dan kepentingan Konservasi Energi	47
Tabel 4. 9 Tingkat kinerja dan kepentingan Near Zero Energy	48
Tabel 4. 10 Tingkat kinerja dan kepentingan Tingkat Biaya	49
Tabel 4. 11 RAB green building pada Gedung A	59
Tabel 4. 12 Analisis Fungsi Pekerjaan ME	61
Tabel 4. 13 Identifikasi tambahan fungsi ramah lingkungan	62
Tabel 4. 14 Hasil FGD tahap kreatif	63
Tabel 4. 15 RAB pekerjaan ME setelah dilakukan proses <i>value engineering</i>	66
Tabel 4. 16 Biaya Maintenance tahun 2024	68
Tabel 4. 17 Rata-rata Suku Bunga Deposito Pertigabulan tahun 2024.....	70
Tabel 4. 18 Perhitungan NPV dan IRR menggunakan excel	70
Tabel 4. 19 Tabel validasi value engineering pakar ahli.....	72