



**PENGEMBANGAN KONSEP *GREEN BUILDING* PADA BANGUNAN
STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) BERBASIS
BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment
Method*) DENGAN *nZEB* (*Nearly Zero Energy Building*) UNTUK
MENINGKATKAN *COST PERFORMANCE***

TESIS

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
OLEH
ABDUL CHARIS

55722120020

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2024**



**PENGEMBANGAN KONSEP *GREEN BUILDING* PADA BANGUNAN
STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) BERBASIS
BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment
Method*) DENGAN *nZEB* (*Nearly Zero Energy Building*) UNTUK
MENINGKATKAN *COST PERFORMANCE***

TESIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

OLEH

ABDUL CHARIS

55722120020

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2024**

ABSTRACT

In this case, the rapid development of gas station construction is a significant threat to life and global growth, with greenhouse gas (GHG) emissions functioning as one of the main catalysts. Indonesia is urged to immediately embrace green concepts in the progress of building construction efforts, including gas station buildings. This is the mission of the Sustainable Development Goals 2030, which states that by 2030, new building concepts will be 100%. Researchers conducted a study to answer questions about the problematic phenomenon, namely the BREEAM-based green concept with the nZEB method. With the nZEB method, the application of the green concept to gas station buildings is used for analysis using Structural Equation Modeling—Partial Least Square (SEM-PLS). Based on this research, the lowest green building will experience an increase in costs ranging from 4.66% to 22.56% compared to conventional designs. The results of this research revealed 10 factors that influence the cost performance of the BREEAM-based Green Building Gas Station Building project with nZEB, namely: reduction of energy use and carbon emissions, indoor air quality, waterproof performance, monitoring water use, heating for each comfort space, energy-efficient transport systems, transport assessment and travel planning, water leak detection, water-saving equipment, and sustainable transport measures. In this research, it was also found that the implementation of BREEAM using the nZEB method resulted in a PASS rating predicate getting cost efficiency, namely 10.74%, for a GOOD rating predicate 7.31%, for a VERY GOOD rating predicate 3.60%, for an EXCELLENT rating predicate 3.09%, and for the OUTSTANDING rating predicate 3.03% of the additional initial costs due to green building adjustments to the gas station building. In this research, it was also found that the implementation of BREEAM using the nZEB method resulted in a PASS rating predicate getting cost efficiency, namely 10.74%, for a GOOD rating predicate 7.31%, for a VERY GOOD rating predicate 3.60%, for an EXCELLENT rating predicate 3.09%, and for the OUTSTANDING rating predicate 3.03% of the additional initial costs due to green building adjustments to the gas station building.

Keyword: *Green Building, Gas Station, SEM-PLS, BREEAM, nZEB*

ABSTRAK

Melihat perkembangan pembangunan SPBU yang sangat pesat dalam hal ini adalah suatu ancaman signifikan bagi kehidupan dan pembangunan global, dengan emisi gas rumah kaca (GRK) berfungsi sebagai salah satu katalis utama. Indonesia didesak untuk segera merangkul konsep hijau dalam kemajuan upaya konstruksi bangunan, termasuk bangunan SPBU, hal ini sesuai misi dari *Sustainable Development Goals 2030*, bahwa pada tahun 2030 bangunan baru berkonsep sebesar 100%. Peneliti melakukan sebuah penelitian untuk menjawab pertanyaan atas fenomena-fenomena masalah diatas yaitu dengan konsep green berbasis *BREEAM* dengan metode *nZEB*. Dengan metode *nZEB* penerapan konsep green pada Bangunan SPBU digunakan analisis dengan menggunakan *Structural Equation Modelling – Part Least Square (SEM-PLS)*. Berdasarkan penelitian ini paling rendah bangunan green akan mengalami pertambahan biaya berkisar 4,66% sd 22,56% dari design konvensional. Hasil dari penelitian ini didapatkan 10 faktor-faktor yang berpengaruh kepada kinerja biaya pada proyek *Green Building* Bangunan SPBU berbasis *BREEAM* dengan *nZEB* yaitu : Pengurangan penggunaan energi dan emisi karbon, Kualitas udara dalam ruangan, Performa kedap suara, Pemantauan penggunaan air, Pemanas pada kenyamanan tiap ruangan, Sistem transportasi hemat energi, Penilaian transportasi dan rencana perjalanan, Deteksi kebocoran air, Peralatan hemat air dan Tindakan transportasi berkelanjutan. Dalam penelitian ini juga didapat bahwa implementasi *BREEAM* dengan metode *nZEB* dihasilkan untuk predikat rating PASS mendapatkan efisiensi biaya yaitu 10,74%, untuk predikat rating GOOD 7,31%, untuk predikat rating VERY GOOD 3,60% , untuk predikat rating EXCELLENT 3,09%, untuk predikat rating OUTSTANDING 3,03% dari penambahan biaya awal akibat penyesuaian *green building* pada Bangunan SPBU.

Kata Kunci : *Green Building*, Bangunan SPBU, SEM-PLS, *BREEAM*, *nZEB*

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Abdul Charis

NIM : 55722120020

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Judul Skripsi / Tesis : Pengembangan Konsep *Green Building* Pada Bangunan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Berbasis *BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)* dengan *nZEB (Nearly Zero Energy-Building)* Untuk Meningkatkan *Cost Performance*

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

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Dr. Ir. Mawardi Amin, MT

NIDN : 0024096701/192670076

Ketua Penguji : Dr. Acep Hidayat, ST, MT

NIDN : 0325067505/112750356

Anggota Penguji : Dr. Ir. Agus Suroso, MT

NIDN : 0330046602/191660037

Jakarta, 12 Maret 2025

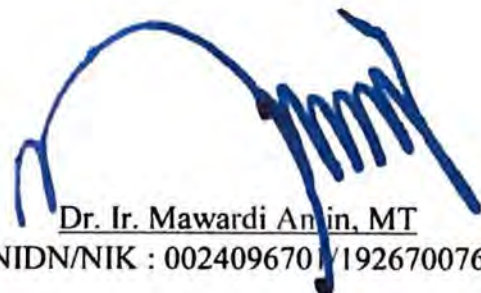
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT
NIDN/NIK : 0307037202/113720381



Dr. Ir. Mawardi Amin, MT
NIDN/NIK : 0024096701/192670076

LEMBAR PERNYATAAN

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

Judul : Pengembangan Konsep *Green Building* Pada Bangunan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Berbasis *BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)* dengan *nZEB (Nearly Zero Energy-Building)* Untuk Meningkatkan *Cost Performance*

Nama : Abdul Charis

NIM : 55722120020

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 12 Maret 2025

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang di tetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magistr Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program studi sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informas, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat di periksa kebenarannya.

Jakarta, 12 Maret 2025



Abdul Charis

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah atas nama:

Nama : ABDUL CHARIS
NIM : 55722120020
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir / Tesis : PENGEMBANGAN KONSEP GREEN BUILDING PADA BANGUNAN STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) BERBASIS BREEAM (BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD) DENGAN NZEB (NEARLY ZERO ENERGY BUILDING) UNTUK MENINGKATKAN COST PERFORMANCE

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 04 Maret 2025** dengan hasil presentase sebesar **18%** 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, 04 Maret 2025
Administrator Turnitin,



Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

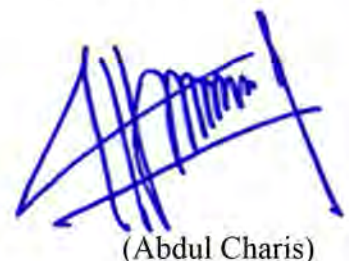
KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb. Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas rahmadnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul ” Pengembangan Konsep *Green Building* Pada Bangunan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Berbasis *BREEAM* (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) dengan *nZEB* (*Nearly Zero Energy-Building*) Untuk Meningkatkan *Cost Performance*”. Tesis ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT, selaku Dosen Pembimbing dan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil.
2. Dr. Ir. Agus Suroso, MT, selaku Dosen Penelaah.
3. Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Segenap Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana atas ilmu pengetahuan dan suri tauladan yang sudah diberikan.
5. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta, khususnya Angkatan XV atas kebersamaan dan dukungannya.
6. Kedua Orang Tua, istri dan anak tercinta serta segenap keluarga yang sudah tulus mendoakan dan memberi semangat.

Penelitian yang penulis lakukan tentu masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap penelitian selanjutnya dapat menggali lebih dalam tentang optimasi biaya dalam penerapan infrastruktur hijau pada instalasi pengolahan air. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi pembaca dan masyarakat Indonesia khususnya.

Jakarta, 12 Maret 2024



(Abdul Charis)

DAFTAR ISI

<i>ABSTRACT</i>	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR <i>SIMILARITY CHECK</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	10
1.3. Rumusan Masalah.....	11
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian	12
1.5. Manfaat dan Kegunaan Penelitian	12
1.6. Batasan Penelitian.....	13
1.7. Sistematika Penulisan	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1. Bangunan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)	15
2.2. <i>Green Concept</i> (Konsep Hijau)	16
2.3. Penilaian <i>Green Building</i> Dengan <i>BREEAM</i> (<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>)	22
2.4. <i>nZEB</i> (<i>Nearly Zero Energy-Building</i>)	31
2.5. <i>Structural Equation Model</i> (<i>SEM</i>)	37
2.6. Tinjauan Atas Penelitian Terdahulu	40

2.7.	Keaslian Penelitian	49
2.8.	Kerangka Berfikir	55
2.9.	Hipotesis	55
BAB III METODE PENELITIAN		53
3.1.	Pertanyaan Penelitian (Research Question).....	53
3.2.	Desain Penelitian	53
3.3.	Objek Penelitian.....	55
3.4.	Data Penelitian.....	55
3.5.	Jenis dan Sumber Data.....	56
3.6.	Teknik Pengumpulan Data	57
3.7.	Tahapan Penelitian.....	58
3.8.	Penjelasan Penelitian	60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		72
4.1.	Pendahuluan.....	72
4.2.	Pengolahan Data Penelitian	72
4.3.	Analisis Data Penelitian.....	83
4.3.1.	Analisa Data SEM-PLS	83
4.3.2.	Analisis <i>Outer SEM</i>	86
4.3.3.	Analisis Unidimensionalitas Model.....	91
4.3.4.	Validitas Konvergen	92
4.3.5.	Analisis <i>Inner Loading</i>	94
4.3.6.	Analisis <i>SEM-PLS Path Coefficients-T Statistic</i>	94
4.3.7.	Analisis <i>SEM-PLS Path Coefficients-P Value</i>	96
4.3.8.	<i>Hasil Nilai R-Square</i>	98
4.3.9.	<i>Hasil Nilai f-square</i>	99
4.3.10.	Analisis Faktor.....	101
4.4.	Analisis Studi Kasus	103

4.5.	Pembahasan	110
4.5.1.	Faktor-Faktor Berpengaruh	110
4.5.2.	Pemodelan Dengan <i>CraveZERO - Cost Reduction and Market Acceleration for Viable Nearly Zero Energy Building (nZEB)</i>	111
BAB V KESIMPULAN		121
5.1	Kesimpulan	121
5.2	Saran	122
DAFTAR PUSTAKA.....		123
LAMPIRAN-LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Environmental sections and assessment issues in BREEAM UK New Construction Version 6.1</i>	25
Tabel 2. 2 <i>BREEAM Rating Benchmarks</i>	27
Tabel 2. 3 <i>BREEAM Environmental Section Weightings</i>	29
Tabel 2. 4 <i>BREEAM In-Use International Kategori Lingkungan</i>	29
Tabel 2. 5 Studi Literatur (1/8)	41
Tabel 2. 6 Studi Literatur (2/8)	42
Tabel 2. 7 Studi Literatur (3/8)	43
Tabel 2. 8 Studi Literatur (4/8)	44
Tabel 2. 9 Studi Literatur (5/8)	45
Tabel 2. 10 Studi Literatur (6/8)	46
Tabel 2. 11 Studi Literatur (7/8)	47
Tabel 2. 12 Studi Literatur (8/8)	48
Tabel 2. 13 <i>Research GAP</i> (1/3).....	50
Tabel 2. 14 <i>Research GAP</i> (2/3).....	51
Tabel 2. 15 <i>Research GAP</i> (3/3).....	52
Tabel 2. 16 Variabel Penelitian X1	61
Tabel 2. 17 Variabel Penelitian X2.....	63
Tabel 2. 18 Variabel Penelitian X3.....	65
Tabel 2. 19 Variabel Penelitian Y.....	68
Tabel 4. 1 Populasi Responden.....	74
Tabel 4. 2 Distribusi Z	77
Tabel 4. 3 Distribusi Angket Kuisioner	78
Tabel 4. 4 Tingkat Pendidikan Responden	79
Tabel 4. 5 Tabel Kedudukan Responden	80
Tabel 4. 6 Pengalaman Kerja Responden	81
Tabel 4. 7 Penilaian SEM-PLS	82
Tabel 4. 8 Jalur Hubungan Pemodelan Utama SEM-PLS 1/2	84
Tabel 4. 9 Jalur Hubungan Pemodelan Utama SEM-PLS 2/2	85
Tabel 4. 10 Analisa Jalur Utama Pemodelan	86
Tabel 4. 11 Hasil Pemeriksaan Reliabilitas Konstruk berdasarkan <i>Convergent Validity</i> ..	88

Tabel 4. 12 <i>Analysis SEM-PLS Path Coefficients-T Statistic</i>	94
Tabel 4. 13 <i>Analysis SEM-PLS Path Coefficients-P Value</i>	96
Tabel 4. 14 Hasil Nilai <i>R Square</i>	98
Tabel 4. 15 Hasil Nilai <i>f square</i>	100
Tabel 4. 16 Hasil Analisis <i>Outer Loading T Statistic</i>	101
Tabel 4. 17 Tolok Ukur Peringkat BREEAM.....	105
Tabel 4. 18 <i>Standard Scoring and Rating BREEAM Assessed Buildings</i>	105
Tabel 4. 19 Contoh skor BREEAM dan Perhitungan Peringkat.....	107
Tabel 4. 20 <i>Assessment Target Achievement Green Building</i> dengan BREEAM	108
Tabel 4. 21 Pemenuhan Persyaratan Bangunan Untuk Menuju <i>Green Building</i>	109
Tabel 4. 22 Kebutuhan Biaya <i>Green Building</i>	110
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Implementasi nZEB	120



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Cadangan Minyak Dunia	1
Gambar 1. 2 <i>Scoring</i> Indonesia berdasarkan EPI 2024	3
Gambar 1. 3 <i>Rating</i> Indonesia berdasarkan EPI 2024	4
Gambar 1. 4 <i>Report Overview</i> Indonesia dari EPI, 2024.....	5
Gambar 1. 5 <i>World Emissions Clock (WEC) Global</i>	6
Gambar 1. 6 <i>World Emissions Clock (WEC)</i> Indonesia.....	6
Gambar 1. 7 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan	9
Gambar 2. 1 <i>Icons Representing the Four BREEAM UK New Construction Assessment</i> . 23	
Gambar 2. 2 <i>BREEAM Standard Ratings</i>	24
Gambar 2. 3 Pilar Utama BREEAM.....	26
Gambar 2. 4 Pendekatan <i>nZEB (Nearly Zero Energy-Building)</i>	31
Gambar 2. 5 Proses CRAVEzero dan koneksinya ke pinboard CRAVEzero	32
Gambar 2. 6 Langkah-langkah Untuk Mencapai Standar nZEB	33
Gambar 2. 7 Langkah-langkah Proses Untuk Mencapai Standar nZEB.....	34
Gambar 2. 8 Pengaruh pemangku kepentingan dalam fase <i>nZEB life cycle</i>	35
Gambar 2. 9 Klasifikasi Manfaat Tambahan Dalam nZEB	36
Gambar 2. 10 <i>State Of The Art</i>	54
Gambar 2. 11 <i>Research Novelty</i>	55
Gambar 2. 12 Kerangka Berfikir	55
Gambar 2. 13 Diagram Pengolahan Data Dengan SEM.....	70
Gambar 3. 1 Gambar Sampel Objek Penelitian	55
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian	59
Gambar 3. 3 Rencana Diagram Alur Implementasi.....	59
Gambar 4. 1 Populasi Responden	74
Gambar 4. 2 Distribusi Angket Kuisioner.....	79
Gambar 4. 3 Tingkat Pendidikan Responden.....	80
Gambar 4. 4 Kedudukan Respondent	80
Gambar 4. 5 Diagram Pemodelan Utama SEM-PLS.....	84
Gambar 4. 6 Hasil Diagram <i>SEM T-Value dan Part Coefisient</i>	87
Gambar 4. 7 Diagram Nilai <i>Cronbach's alpha</i>	90
Gambar 4. 8 Diagram Nilai <i>rho_A</i>	90

Gambar 4. 9 Diagram Nilai <i>Composite Reliability</i>	92
Gambar 4. 10 Diagram Nilai <i>Average Variance Extracted (AVE)</i>	93
Gambar 4. 11 Diagram Nilai <i>R Square</i>	99
Gambar 4. 12 Pendekatan <i>CRAVEzero dalam life cycle nZEB</i>	112
Gambar 4. 13 <i>CRAVEzero Web Tools</i>	113
Gambar 4. 14 <i>CRAVEzero Revenue</i>	114
Gambar 4. 15 Implementasi nZEB Predikat <i>Rating PASS</i>	115
Gambar 4. 16 Implementasi nZEB Predikat <i>Rating GOOD</i>	116
Gambar 4. 17 Implementasi nZEB Predikat <i>Rating VERY GOOD</i>	117
Gambar 4. 18 Implementasi nZEB Predikat <i>Rating EXCELLENT</i>	118
Gambar 4. 19 Implementasi nZEB Predikat <i>Rating OUTSTANDING</i>	119

