

**ANALISIS EFEKTIVITAS DAN JEJAK KARBON
ELEVATED ROAD DALAM MITIGASI TSUNAMI
(STUDI KASUS: KECAMATAN LABUAN,
KABUPATEN PANDEGLANG,
BANTEN)**

TUGAS AKHIR



**Disusun oleh:
Dea Devina Putri
1212004011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2024**

**ANALISIS EFEKTIVITAS DAN JEJAK KARBON
ELEVATED ROAD DALAM MITIGASI TSUNAMI
(STUDI KASUS: KECAMATAN LABUAN,
KABUPATEN PANDEGLANG,
BANTEN)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun oleh:

Dea Devina Putri

1212004011

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2024**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

NAMA : Dea Devina Putri

NIM : 1212004011

TANDA TANGAN :

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and a horizontal line at the bottom.

TANGGAL : 27 Mei 2025

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dea Devina Putri
NIM : 1212004011
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Analisis Efektivitas dan Jejak Karbon *Elevated Road*
Dalam Mitigas Tsunami (Studi Kasus: Kecamatan
Labuan, Kabupaten Pandeglang, Banten)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam mengikuti sidang tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Teuku Muhammad Rasyif, S.T., M.T., Ph.D.

()

Pembahas 1 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc.

()

Pembahas 2 : Safrilah, ST., M.Sc.

()

Ditetapkan di Jakarta

Tanggal 26 Mei 2025

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai Civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dea Devina Putri
NIM : 1212004011
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti NonEksklusif** (*Non-exclusive RoyaltyFree Right*) atas karya ilmiah yang berjudul :

**ANALISIS EFEKTIVITAS DAN JEJAK KARBON ELEVATED ROAD
DALAM MITIGASI TSUNAMI (STUDI KASUS: KECAMATAN LABUAN,
KABUPATEN PANDEGLANG, BANTEN)**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksekutif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 27 Mei 2025

Yang menyatakan



Dea Devina Putri

ANALISIS EFEKTIVITAS DAN JEJAK KARBON *ELEVATED ROAD* DALAM MITIGASI TSUNAMI (STUDI KASUS: KECAMATAN LABUAN, KABUPATEN PANDEGLANG, BANTEN)

Dea Devina Putri¹

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara dengan risiko tinggi terhadap bencana tsunami, khususnya di wilayah pesisir seperti Kecamatan Labuan, Kabupaten Pandeglang. Salah satu contoh tsunami besar adalah tsunami Selat Sunda pada tahun 2018 yang menyebabkan 431 korban jiwa serta kerusakan infrastruktur. Di sisi lain, pembangunan infrastruktur sebagai bentuk mitigasi juga perlu mempertimbangkan dampak lingkungan jangka panjang, khususnya emisi karbon yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas *elevated road* setinggi 6 meter dan sepanjang 6 km sebagai bentuk mitigasi struktural terhadap gelombang tsunami, serta menghitung jejak karbon yang dihasilkan dari kebutuhan dan transportasi material konstruksi tersebut. Simulasi penjalaran tsunami dilakukan menggunakan perangkat lunak COMCOT berdasarkan dua skenario: tanpa *elevated road* (skenario 1) dan dengan *elevated road* (skenario 2). Hasil simulasi menunjukkan bahwa *elevated road* mampu mereduksi gelombang tsunami dan mengurangi luasan genangan hingga 30,62%. Sementara itu, perhitungan emisi karbon menunjukkan total emisi sebesar 30.914,38 ton CO₂e, dengan kontribusi terbesar berasal dari kebutuhan material (85%) dan sisanya dari transportasi material (15%). Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun efektif mereduksi risiko tsunami, pembangunan *elevated road* juga menghasilkan emisi karbon yang signifikan, sehingga diperlukan pemilihan jenis material yang ramah lingkungan untuk mengurangi jejak karbon.

Kata Kunci: Tsunami, *Elevated road*, Mitigasi Bencana, COMCOT, *Carbon Footprint*

¹Sarjana Teknik Sipil, Universitas Bakrie, Jakarta

E-mail: deadevinap12@gmail.com

ANALISIS EFEKTIVITAS DAN JEJAK KARBON *ELEVATED ROAD* DALAM MITIGASI TSUNAMI (STUDI KASUS: KECAMATAN LABUAN, KABUPATEN PANDEGLANG, BANTEN)

Dea Devina Putri¹

ABSTRAK

Indonesia is one of the countries at high risk of tsunami disasters, particularly in coastal areas such as Labuan Subdistrict, Pandeglang Regency. One notable example is the 2018 Sunda Strait Tsunami, which resulted in 431 fatalities and significant infrastructure damage. On the other hand, infrastructure development as a form of mitigation must also consider long-term environmental impacts, particularly carbon emissions that contribute to climate change. This study aims to analyze the effectiveness of a 6-meter-high and 6-kilometer-long elevated road as a structural mitigation measure against tsunami waves, as well as to calculate the carbon footprint generated from construction material needs and transportation. Tsunami propagation simulations were carried out using the COMCOT software based on two scenarios: without an elevated road (Scenario 1) and with an elevated road (Scenario 2). The simulation results show that the elevated road can reduce tsunami wave energy and decrease the inundation area by up to 30,62%. Meanwhile, the carbon emission calculations show a total emission of 30.914,38 tons of CO₂e, with the largest contribution from construction material demand (85%) and the rest from material transportation (15%). These findings indicate that while the elevated road is effective in reducing tsunami risk, its construction also results in significant carbon emissions, highlighting the need for the use of environmentally friendly materials to reduce the carbon footprint.

Kata Kunci: *Tsunami, Elevated road, Mitigasi Bencana, COMCOT, Carbon Footprint*

¹Sarjana Teknik Sipil, Universitas Bakrie, Jakarta

E-mail: deadevinap12@gmail.com

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS EFEKTIVITAS DAN JEJAK KARBON ELEVATED ROAD DALAM MITIGASI TSUNAMI (STUDI KASUS: KECAMATAN LABUAN, KABUPATEN PANDEGLANG, BANTEN)** tepat pada waktunya.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer di Universitas Bakrie yang dapat terselesaikan dengan baik meskipun menghadapi beberapa kendala dalam proses penyusunannya. Namun, berkat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, semua kendala tersebut dapat teratasi. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini. Dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M. Sc. Ph. D. selaku Rektor Universitas Bakrie, sekaligus Dosen Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan ilmu-ilmu berharga dalam bidang teknik sipil.
2. Ibu Fatin Adriati S. T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Teuku Muhammad Rasyif, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir ini yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, masukan, dan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Mohammad Ihsan, ST., MT., M. Sc. Ph.D dan Ibu Safrilah, S.T., M.Sc., IPP. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan saran sehingga penulis dapat memperbaiki Tugas Akhir menjadi lebih baik.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah membekali penulis ilmu dalam bidang teknik sipil, sehingga penulis dapat menerapkan dan menyusun Tugas Akhir dengan baik.
6. Bapak, Mamah, Adik, dan Keluarga Besar yang senantiasa memberikan dukungan dan doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

7. Levina Amaria Adra Sandia, Syafa Ifna Shalia, Aziz Wahyu, Siraj Bachmid, Salsabila Zahira Fayzariefta, dan Kenneth Vinchent Cong selaku teman-teman satu bimbingan yang telah membantu, mendukung, serta memberikan semangat kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, sekaligus menjadi rekan berbagi ilmu dan pengalaman yang berharga.
8. Viyana Putri Mahfuzza, Eunike Yunita Budiheri, Nabila Salma Widanti, serta teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Sipil angkatan 2021 yang selalu saling mendukung dan memotivasi satu sama lain selama masa perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah disebutkan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini dengan baik. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap segala saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Jakarta, 27 April 2025

Penulis

Dea Devina Putri

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Tsunami	10
2.2.1 Penyebab Terjadinya Tsunami	11
2.2.2 Parameter Tsunami	13
2.3 Gempa Bumi.....	15
2.3.1 Parameter Gempa Bumi.....	15
2.3.2 <i>Scalling Laws</i> Gempa dan Dimensi Patahan	18
2.4 Mitigasi Bencana.....	19
2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)	20
2.6 Pemodelan Numerik.....	22
2.7 <i>Elevated Road</i>	27
2.8 Climate Change (Perubahan Iklim).....	28
2.8.1 Carbon Footprint	29
BAB 3 METODE PENELITIAN	32
3.1 Metode Penelitian	32
3.2 Bentuk Penelitian	33
3.3 Lokasi Penelitian.....	33
3.4 Metode Pengumpulan Data	34
3.5 Metode Analisis Data	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	44

4.1 <i>Initial Condition</i> (Kondisi Awal)	44
4.2 Penjalaran Gelombang Tsunami	45
4.2.1 Skenario 1 (Tanpa <i>Elevated Road</i>).....	45
4.2.2 Skenario 2 (Dengan <i>Elevated Road</i>)	47
4.3 Ketinggian Tsunami	49
4.4 <i>Inundation Distance</i> (Jarak Inundasi)	50
4.5 Jejak Karbon <i>Elevated Road</i>	55
4.5.1 Produksi Material	55
4.5.2 Transportasi Material.....	60
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 3.1 Data Parameter Sumber Patahan.....	38
Tabel 3.2 Parameter Simulasi Tsunami untuk Program COMCOT.....	39
Tabel 3.3 Berat Jenis dan Emisi Karbon Tiap Jenis Material	41
Tabel 3.4 Faktor Emisi Bahan Bakar Minyak.....	42
Tabel 4.1 Nilai Ketinggian Tsunami.....	50
Tabel 4.2 Emisi Karbon Struktur Perkerasan Lentur	57
Tabel 4.3 Emisi Karbon Embankment pada Elevated Road.....	59
Tabel 4.4 Emisi Karbon dari Transportasi Material	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengaruh Kedalaman, Kecepatan, dan Panjang Gelombang Tsunami	10
Gambar 2.2 Sesar Turun	12
Gambar 2.3 Sesar Naik	12
Gambar 2.4 Parameter Tsunami	14
Gambar 2.5 Arah Bidang Patahan	17
Gambar 2.6 Contoh Sosialisasi Kesiapsiagaan Bencana Tsunami.....	20
Gambar 2.7 Pembangunan Seawall.....	20
Gambar 2.8 Komponen Sistem Informasi Geografis	22
Gambar 2.9 Grid Staggered dan Metode Leapfrog	25
Gambar 2.10 Elevated Road di Kota Sendai Timur	28
Gambar 2.11 Distribusi Emisi GRK per Kategori pada Tahun 2019	30
Gambar 2.12 Diagram Alir dari Life Cycle Impact Assessment	31
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian	34
Gambar 3.3 Peta Dekat Lokasi Penelitian	34
Gambar 3.4 Peta Topografi dan Batimetri	35
Gambar 3.5 Peta Lokasi Rencana Elevated Road.....	36
Gambar 3.6 Desain Potongan Melintang Elevated Road	37
Gambar 3.7 Pemodelan Tsunami Segmen Megathrust 1 dan 2	38
Gambar 3.8 Visualisasi Multilayer untuk Simulasi COMCOT	40
Gambar 4.1 Initial Condition Tsunami Pada Megathrust 1 dan 2.....	45
Gambar 4.2 Simulasi Penjalaran Gelombang Tsunami Skenario 1 di Kecamatan Labuan (Layer 1 dan 5). Setiap gambar mewakili penjalaran gelombang tsunami dari menit awal hingga 117 menit setelah pembangkitan.	46
Gambar 4.3 Simulasi Penjalaran Gelombang Tsunami Skenario 2 di Kecamatan Labuan (Layer 5), dimana a) menit ke-60; b) menit ke-69; c) menit ke-99 menit; d) menit ke-117 menit.....	48

Gambar 4.4 Ketinggian Maksimum Tsunami di Kecamatan Labuan, dimana: a) Skenario 1 (Tanpa Elevated Road) dan b) Skenario 2 (Dengan Elevated Road).....	50
Gambar 4.5 Jarak Inundasi Skenario 1 (Tanpa Elevated Road)	51
Gambar 4.6 Jarak Inundasi Skenario 2 (Dengan Elevated Road).....	51
Gambar 4.7 Selisih Jarak Inundasi Kedua Skenario	52
Gambar 4.8 Zona Genangan Di Belakang Elevated Road	53
Gambar 4.9 Zona Efektivitas Perlindungan Tsunami.....	54
Gambar 4.10 Potongan Melintang A–A’, dimana: a) Skenario 1 dan b) Skenario 2.....	54
Gambar 4.11 Diagram Skema Struktur Perkerasan Aspal	56
Gambar 4.12 Emisi CO ₂ e Kebutuhan Material.....	59
Gambar 4.13 Jarak Sumber Material ke Lokasi Konstruksi, dimana: a) Material Semen; b) Material Aspal; dan c) Material Agregat	61
Gambar 4.14 Emisi CO ₂ e Transportasi Material	62
Gambar 4.15 Total Emisi Karbon Yang Dihasilkan	63