

**ANALISIS KERUGIAN BANGUNAN TERHADAP BENCANA  
TSUNAMI DENGAN MENGGUNAKAN *PROBABILISTIC  
TSUNAMI HAZARD ASSESSMENT* (PTHA). STUDI KASUS  
PELABUHAN RATU, SUKABUMI BERDASARKAN  
SKENARIO PATAHAN SELAT SUNDA**

**TUGAS AKHIR**



**UNIVERSITAS  
BAKRIE**

**Disusun Oleh:**

Muhammad Alif Aufa P.A (1202004015)

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE**

**2024**

**ANALISIS KERUGIAN BANGUNAN TERHADAP BENCANA  
TSUNAMI DENGAN MENGGUNAKAN *PROBABILISTIC  
TSUNAMI HAZARD ASSESSMENT* (PTHA). STUDI KASUS  
PELABUHAN RATU, SUKABUMI BERDASARKAN  
SKENARIO PATAHAN SELAT SUNDA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperolehh gelar sarjana teknik**



**UNIVERSITAS  
BAKRIE**

**Disusun Oleh:**

Muhammad Alif Aufa P.A (1202004015)

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE**

**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 : Muhammad Alif Aufa P.A**

**NIM : 1202004015**

**TANDA TANGAN :**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ma' or similar, written over a light blue grid background.

**TANGGAL : 24 Agustus 2024**


## HALAMAN PENGESAHAN


Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Alif Aufa P.A  
NIM : 1202004015  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Judul Skripsi : ANALISIS KERUGIAN BANGUNAN TERHADAP  
BENCANA TSUNAMI DENGAN MENGGUNAKAN  
*PROBABILISTIC TSUNAMI HAZARD ASSESSMENT*  
(PTHA). STUDI KASUS PELABUHAN RATU,  
SUKABUMI BERDASARKAN SKENARIO PATAHAN  
SELAT SUNDA

Telah berhasil menyelesaikan dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik 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, ST., MT., M.Sc. (  )

Pembahas 2 : Susania Novita Putri, S.T, M.T. (  )

Ditetapkan di Jakarta

Tanggal, 24 Agustus 2024

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Muhammad Alif Aufa P.A  
NIM : 1202004015  
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 KERUGIAN BANGUNAN TERHADAP BENCANA TSUNAMI DENGAN MENGGUNAKAN *PROBABILISTIC TSUNAMI HAZARD ASSESSMENT* (PTHA). STUDI KASUS PELABUHAN RATU, SUKABUMI BERDASARKAN SKENARIO PATAHAN SELAT SUNDA**

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 : 24 Agustus 2024

Yang menyatakan



Muhammad Alif Aufa P.A

**ANALISIS KERUGIAN BANGUNAN TERHADAP BENCANA TSUNAMI DENGAN  
MENGUNAKAN *PROBABILISTIC TSUNAMI HAZARD ASSESSMENT* (PTHA).  
STUDI KASUS PELABUHAN RATU, SUKABUMI BERDASARKAN SKENARIO  
PATAHAN SELAT SUNDA**

Muhammad Alif Aufa Putra Aditya<sup>1</sup>

---

**ABSTRAK**

Ancaman tsunami di daerah pesisir semakin meningkat, terutama di wilayah yang pernah mengalami bencana besar dan memiliki populasi yang terus bertambah. Peristiwa tsunami besar seperti yang terjadi di Aceh pada tahun 2004 telah menyebabkan kerugian ekonomi yang sangat besar, sehingga menekankan pentingnya penilaian risiko dan penerapan strategi mitigasi yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menilai potensi kerugian ekonomi akibat kerusakan bangunan yang disebabkan oleh tsunami di Pelabuhan Ratu, Jawa Barat, Indonesia. Metode perhitungan kerugian ekonomi (*Economic Losses*) diterapkan dengan menggunakan analisis *Probabilistic Tsunami Hazard Assessment* (PTHA) dan model simulasi *Cornell Multigrid Coupled Tsunami* (COMCOT) untuk menentukan skenario dampak tsunami berdasarkan *Megathrust West-Central Java*, yang dimana zona gempa tersebut cukup jauh dari lokasi tinjauan. Penelitian ini menghitung indeks probabilitas kerusakan bangunan dengan menggunakan *tsunami fragility curve*, yang mempertimbangkan jenis dan kondisi struktural bangunan untuk memperkirakan kerugian bangunan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada periode ulang tsunami 5.000 dan 10.000 tahun, estimasi kerugian bangunan mencapai Rp250.930.850.144,60 dan Rp709.895.921,609.30. Meskipun potensi bahaya tsunami di lokasi ditinjau relatif rendah karena jarak gempa dari zona selat sunda cukup jauh, beberapa bangunan di desa-desa tersebut tetap dapat terkena dampak tsunami. Temuan ini menyoroti perlunya untuk penilaian risiko yang lebih baik dan strategi mitigasi yang lebih efektif untuk mengurangi dampak ekonomi dari bencana tsunami.

**Kata Kunci:** *Economic Losses*, PTHA, COMCOT, *Damage Probability*

<sup>1</sup>Sarjana Teknik Sipil, Universitas Bakrie, Jakarta

---

*E-mail:* aaufa1212@gmail.com

**ANALISIS KERUGIAN BANGUNAN TERHADAP BENCANA TSUNAMI DENGAN  
MENGUNAKAN *PROBABILISTIC TSUNAMI HAZARD ASSESSMENT* (PTHA).  
STUDI KASUS PELABUHAN RATU, SUKABUMI BERDASARKAN SKENARIO  
PATAHAN SELAT SUNDA**

Muhammad Alif Afa Putra Aditya<sup>1</sup>

---

**ABSTRACT**

*Tsunami threats in coastal areas are increasing, especially in areas that have experienced major disasters and have growing populations. Major tsunami events such as the one that occurred in Aceh in 2004 have caused huge economic losses, emphasizing the importance of risk assessment and the implementation of effective mitigation strategies. This study aims to assess the potential economic losses due to tsunami-induced building damage in Pelabuhan Ratu, West Java, Indonesia. The Economic Losses calculation method was applied using Probabilistic Tsunami Hazard Assessment (PTHA) analysis and the Cornell Multigrid Coupled Tsunami (COMCOT) simulation model to determine tsunami impact scenarios based on the West-Central Java Megathrust, where the earthquake zone is quite far from the review site. This study calculates the building damage probability index using the tsunami fragility curve, which considers the type and structural condition of buildings to estimate building losses. The analysis results show that at tsunami return periods of 5,000 and 10,000 years, the estimated building losses reach Rp250,930,850,144.60 and Rp709,895,921,609.30, respectively. Although the potential tsunami hazard at the reviewed sites is relatively low due to the distance of the earthquake from the selat sunda zone, some buildings in these villages could still be affected by a tsunami. This finding highlights the need for an assessment of the tsunami hazard potential.*

**Kata Kunci:** *Economic Losses, PTHA, COMCOT, Damage Probability*

<sup>1</sup>Sarjana Teknik Sipil, Universitas Bakrie, Jakarta

---

*E-mail:* aaufa1212@gmail.com

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan tepat waktu tugas akhir dengan judul **“ANALISIS KERUGIAN BANGUNAN TERHADAP BENCANA TSUNAMI DENGAN MENGGUNAKAN *PROBABILISTIC TSUNAMI HAZARD ASSESSMENT* (PTHA). STUDI KASUS PELABUHAN RATU, SUKABUMI BERDASARKAN SKENARIO PATAHAN SELAT SUNDA *JAVA*“**.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer di Universitas Bakrie yang dapat terselesaikan dengan baik meskipun menghadapi berbagai kendala. Namun, semua kendala tersebut dapat teratasi dengan adanya bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan selama Tugas Akhir sampai dengan tersusunnya laporan ini. Dengan penuh hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Bakrie.
2. Ibu Fatin Adriati, S.T.,M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil.
3. Bapak Teuku Muhammad Rasyif, Ph.D., yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan yang tiada henti selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Kebaikan hati dan kesabaran beliau dalam membimbing dan menyemangati penulis sangatlah berarti.
4. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik penulis yang telah memberi arahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Mohammad Ihsan, ST., MT., M.Sc. dan Ibu Susania Novita Putri, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan saran sehingga penulis dapat memperbaiki Tugas Akhir menjadi lebih baik.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan ilmu dalam bidang Teknik sipil, sehingga penulis dapat menerapkan dan menyusun Tugas Akhir.



7. Kedua orang tua dan saudara penulis yang telah senantiasa memberikan doa dan dukungan untuk kelancaran kegiatan kuliah dan Tugas Akhir.
8. Andini, Kenneth, Lukman, Verrel yang setia menemani dan menjadi salah satu sumber kekuatan di setiap langkah perjalanan selama masa perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini.
9. Caca, Reynaldi, Lukman, Kenneth, Fadly, Jeli dan Fauzan yang teman-teman satu bimbingan penulis yang telah membantu dan mendukung banyak, telah menjadi pilar penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Rekan-rekan angkatan 20 yang telah menjadi bagian penting dari perjalanan masa perkuliahan penulis.
11. Nabila Salma Widanti yang telah memberi kehadiran dan dukungan penuh kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang terlibat dalam laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan dan belum mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis dengan hati terbuka mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca, demi kemajuan dan perbaikan dalam penyusunan Tugas Akhir di masa mendatang. Penulis berharap dengan tulus agar Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik sipil di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie. Semoga karya ini, meskipun sederhana, dapat memberikan dampak positif dan menjadi bagian dari langkah kecil menuju kemajuan bersama.

Jakarta, 24 Agustus 2024

Penulis



Muhammad Alif Aufa P.A

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu .....	8
2.2 <i>Geographic Information System (GIS)</i> .....	10
2.3 Tsunami .....	10
2.3.1 Penyebab Tsunami .....	11
2.3.2 Parameter Tsunami.....	14
2.4 Gempa Bumi.....	16
2.4.1 Parameter Gempa Bumi.....	17
2.4.2 Mekanisme Gempa Bumi .....	19
2.4.3 Scaling Laws Gempa dan Dimensi Patahan .....	22
2.5 Klasifikasi Bangunan .....	23
2.6 Damage Probability.....	24
2.7 Permodelan Tsunami .....	27
2.8 Permodelan Stokastik Slip.....	31
2.9 <i>Probabilistic Tsunami Hazard Assessment (PTHA)</i> .....	32
2.10 <i>Economic Losses</i> .....	33

BAB III .....	35
3.1 Metode Penelitian.....	35
3.2 Bentuk Penelitian .....	36
3.3 Lokasi Penelitian .....	36
3.4 Metode Pengumpulan Data .....	38
3.4.1 Data Klasifikasi Bangunan .....	39
3.4.2 Data Spasial .....	40
3.4.3 Data Mekanisme Gempa ( <i>Slip Stokastik</i> ).....	41
3.4.4 Data Parameter Tsunami .....	45
3.4.5 Data Harga Bangunan .....	47
3.5 Metode Analisis Data .....	51
BAB IV.....	52
4.1 Klasifikasi Bangunan di Pelabuhan Ratu .....	52
4.2 Slipreal.....	54
4.3 Kondisi Awal ( <i>Initial Condition</i> ).....	57
4.4 Proses Penjalaran Gelombang Tsunami.....	60
4.5 Ketinggian Maksimum Tsunami .....	63
4.6 <i>Probabilistic Tsunami Hazard Assessment</i> (PTHA).....	65
4.7 <i>Damage Probability</i> .....	68
4.8 Economic Losses .....	72
BAB V .....	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran .....	80
Daftar Pustaka .....	82
LAMPIRAN.....	87
Lampiran 1. <i>Initial Condition</i> .....	87
Lampiran 2. <i>Z max</i> .....	88

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 2.2 Tipe Model Klasifikasi Kondisi Bangunan .....	24
Tabel 2. 3 Klasifikasi Kategori Damage States.....	27
Tabel 2. 4 Klasifikasi Kategori Damage States.....	27
Tabel 3. 1 Building Classification.....	39
Tabel 3.2 Total Bangunan <i>Building Class</i> (Fc,b) di Desa Citepus, Jayanti dan Palabuhan Ratu.....	40
Tabel 3. 3 Data Gempa Pangandaran .....	43
Tabel 3. 4 Data <i>Input</i> Slipreal .....	43
Tabel 3. 5 Informasi Parameter Simulasi untuk Program COMCOT .....	47
Tabel 3.6 Data Harga Bangunan Pelabuhan Ratu .....	48
Tabel 4. 1 Jumlah Total <i>Building Class</i> .....	53
Tabel 4.2 Hasil Damage Probability return period 5000 dan 10000 tahun.....	70
Tabel 4. 3 Total Kerugian tiap tipe bangunan pada return period 5000 tahun	73
Tabel 4. 4 Total Kerugian tiap tipe bangunan pada return period 10000 tahun	73
Tabel 4. 5 Total Economic Losess pada Bangunan .....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tsunami yang pernah terjadi di Indonesia.....	2
Gambar 2.1 Gempa bumi bawah laut .....	12
Gambar 2.2 Longsor bawah laut .....	12
Gambar 2.3 Aktivitas Vulkanik.....	13
Gambar 2.4 Tumbukan Asteroid .....	14
Gambar 2.5 Parameter Tsunami .....	14
Gambar 2. 6 Parameter <i>Fault</i> .....	17
Gambar 2.7 <i>Earthquake Focal Mechanism</i> .....	20
Gambar 2.8 Patahan Normal .....	20
Gambar 2. 9 Patahan Naik .....	21
Gambar 2. 10 Patahan Mendatar .....	22
Gambar 2.11 Kurva Hubungan <i>Inundation Depth</i> dan <i>Damage Probability</i> .	25
Gambar 2.12 Pemodelan <i>Leap-Frog Finite Difference</i> .....	29
Gambar 2.13 Contoh Distribusi Slip Kekuatan Gempa.....	31
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	35
Gambar 3.2 (a) Studi Area (b) Analisis Pada Lokasi Tinjauan .....	38
Gambar 3. 3 Data Gambar Klasifikasi Bangunan.....	39
Gambar 3. 4 Patahan Selat Sunda, <i>West-Central Java</i> dan Garis Subduksi ....	43
Gambar 3. 5 (a) Luasa <i>Fault</i> (b) Jarak Titik Gempa.....	44
Gambar 3. 6 Bentuk Multilayer Area Simulasi untuk Program COMCOT.....	45
Gambar 4. 3 Distribusi <i>Slip</i> dengan Kekuatan Gempa 8.9 dan 9.0.....	56
Gambar 4.4 Kondisi Awal Mw 8.5: (a) skenario 11 dan (b) skenario 15.....	58
Gambar 4. 5 Kondisi Awal Mw 8.7: (a) skenario 6 dan (b) skenario 7.....	59
Gambar 4. 6 Kondisi Awal Mw 9.0: (a) skenario 3 dan (b) skenario 4.....	60
Gambar 4. 7 Proses penjalaran tsunami di layer 1 .....	62
Gambar 4. 8 Proses penjalaran tsunami di layer 5 .....	63
Gambar 4. 9 Ketinggian maksimum gempa 9.0 Mw skenario 3.....	64
Gambar 4. 10 Peta Segmentasi dan Subduksi Indonesia .....	65
Gambar 4. 11 <i>Hazard Curve</i> berdasarkan perbedaan nilai a dan b.....	68
Gambar 4.12 Pesebaran <i>Classification Damage States</i> .....	71

Gambar 4. 13 Chart Economic Losses ..... 74