

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG
TERHADAP BEBAN HIDRODINAMIK AKIBAT
TSUNAMI DENGAN BERBAGAI VARIASI
KETINGGIAN
(STUDI KASUS: GEDUNG KEMENTERIAN ESDM PROVINSI SUMATERA
BARAT)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta

Oleh :

NAMA : AQILAH SALSABILLA PUTRI

NPM : 2110015211074



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG TERHADAP BEBAN
HIDRODINAMIK AKIBAT TSUNAMI DENGAN BERBAGAI
VARIASI KETINGGIAN**

(Studi Kasus: Gedung Kementrian ESDM Provinsi Sumatera Barat)

Oleh:

Nama : Aqilah Salsabilla Putri

NPM : 2110015211074

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 09 Maret 2026

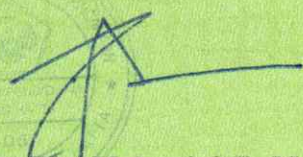
Menyetujui:

Pembimbing



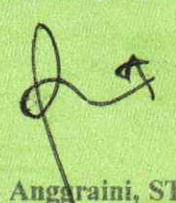
(Dr. Rini Mulyani, S.T, M.Sc (Eng.))

Dekan FTSP



(Dr. Rini Mulyani, S.T., M. Sc (Eng.))

Ketua Prodi Teknik Sipil



(Rita Angaraini, ST., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG TERHADAP BEBAN
HIDRODINAMIK AKIBAT TSUNAMI DENGAN BERBAGAI
VARIASI KETINGGIAN**

(Studi Kasus: Gedung Kementerian ESDM Provinsi Sumatera Barat)

Oleh:

Nama : Aqilah Salsabilla Putri

NPM : 2110015211074

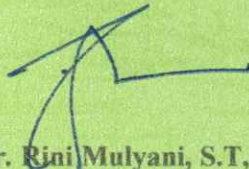
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 09 Maret 2026

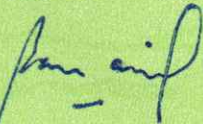
Menyetujui:

Pembimbing/Penguji



(Dr. Rini Mulyani, S.T, M.Sc (Eng.))

Penguji I



(Dr. Ir. Bahrul Anif, M.T.)

Penguji II



(Ir. Taufik, M.T.)

EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG TERHADAP BEBAN HIDRODINAMIK AKIBAT TSUNAMI DENGAN BEBERAPA VARIASI KETINGGIAN

(Studi Kasus: Gedung Kementerian ESDM Provinsi Sumatera Barat)

Aqilah Salsabilla Putri¹
Universitas Bung Hatta
aqilahyuan30@gmail.com

Rini Mulyani²
Universitas Bung Hatta
rini-mulyani@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Wilayah pesisir yang berada pada zona rawan gempa memiliki tingkat risiko tinggi terhadap tsunami yang dapat menimbulkan beban lateral signifikan pada struktur bangunan, khususnya beban hidrodinamik yang merupakan komponen beban dominan yang bekerja akibat interaksi massa air yang bergerak dengan elemen struktur. Beban ini berpotensi meningkatkan gaya dalam, perpindahan lateral, dan simpangan antar lantai sehingga memengaruhi tingkat kinerja struktur, terutama pada variasi ketinggian genangan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur gedung terhadap beban hidrodinamik tsunami dengan beberapa variasi ketinggian gelombang berdasarkan parameter perpindahan dan simpangan sebagai indikator penilaian kinerja. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan numerik berbasis pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan perangkat lunak *seismostruct* dengan metode *tsunami nonlinear analysis* berdasarkan FEMA-P646 dan SNI 1727-2020 untuk memperoleh respon global berupa perpindahan lateral dan simpangan antar lantai. Variasi ketinggian tsunami diterapkan secara bertahap guna mengidentifikasi perubahan karakteristik respon struktur terhadap peningkatan intensitas pembebanan. Beban hidrodinamik dihitung berdasarkan parameter kecepatan aliran dan tinggi genangan yang mengacu pada ketentuan standar yang berlaku, kemudian diaplikasikan sebagai beban lateral pada elemen struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan ketinggian tsunami berbanding lurus dengan kenaikan nilai perpindahan dan simpangan maksimum struktur. Pada ketinggian tsunami 1,2 m gaya hidrodinamik yang bekerja adalah 103,3 kN dan pada ketinggian 14,2 m adalah 9202,1 kN, dimana menunjukkan pola peningkatan gaya nonlinear yang semakin besar pada elevasi tsunami yang lebih tinggi. Secara umum, struktur masih memenuhi kriteria kinerja pada variasi ketinggian 1,2 m hingga 11,6 m dengan nilai *drift ratio* berkisar antara 0-0,57%, namun menunjukkan kecenderungan kritis pada variasi ketinggian 14,2 m dengan nilai *drift ratio* 3,31%. Temuan ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai sensitivitas respon struktur terhadap beban hidrodinamik tsunami serta dapat menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan dan evaluasi ketahanan bangunan di wilayah rawan tsunami.

Kata kunci: Beban tsunami, beban hidrodinamik, kinerja struktur, perpindahan lateral, simpangan antar lantai, variasi ketinggian tsunami

ABSTRACT

Coastal areas located in earthquake-prone zones are at high risk of tsunamis, which can cause significant lateral loads on building structures, particularly hydrodynamic loads, which are the dominant load component acting due to the interaction of moving water masses with structural elements. These loads have the potential to increase internal forces, lateral displacements, and interstory forces, thus affecting the structure's performance, particularly at varying inundation heights. This study aims to evaluate the performance of building structures due to the influence of tsunami loads represented by hydrodynamic load components with several variations in wave height. The analysis was carried out using a numerical approach based on three dimensional structural modeling using Seismotrust software with the tsunami nonlinear analysis method based on FEMA P-646 and SNI 1727-2020 to obtain global responses on the form of lateral displacements and inter-story drifts. Variations in tsunami height were applied gradually to identify changes in the characteristics of the structure's response to increasing loading intensity. Hydrodynamic loads were calculated based on flow velocity and inundation height parameters referring to applicable standard provisions, then applied as lateral loads to structural elements. The analysis result show that an increase in tsunami height is directly proportional to increase in the maximum displacement and drift values of the structure. At a tsunami height of 1,2 m, the hydrodynamic force acting is 103,3 kN and at a height of 14,2 m it is 9202,1 kN, which shows a pattern of increasing nonlinear forces that are increasingly greater at higher tsunami elevations. In general, the structure still meets the performance criteria at height variations of 1,2 m to 11,6 m with drift ratio values ranging from 0-0,57%, but shows a critical tendency at height variations of 14,2 m with a drift ratio value of 3,31%. These findings provide a quantitative overview of the sensitivity of the structure's response to tsunami hydrodynamic loads and can be used as a basis for consideration in planning and evaluating building resilience in tsunami prone areas.

Keywords: *Tsunami load, hydrodynamic load, structural performance, lateral displacement, inter-story drift, tsunami height variation.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan masalah	2
1.5 Manfaat penelitian.....	3
1.6 Sistematika penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gempa bumi	5
2.2 Tsunami.....	5
2.2.1 Teori dasar Tsunami.....	5
2.2.2 Potensi Tsunami di Kota Padang	6
2.3 Pembebanan Struktur	8
2.3.1 Beban tsunami.....	8
2.3.2 Beban Gempa	19
2.3.3 Beban Mati	19
2.3.4 Beban Hidup	19
2.3.5 Kombinasi Pembebanan.....	23
2.4 Struktur Beton Bertulang	25
2.5 Analisis Kinerja Struktur terhadap beban tsunami.....	26

2.5.1 Tingkat kinerja Struktur (<i>Level Performance</i>).....	27
2.6 Bangunan Evakuasi Vertikal.....	29
2.7 Perilaku Struktur dengan Konfigurasi Dinding Terbuka terhadap Beban Tsunami.....	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Lokasi Penelitian.....	34
3.1.1 Peta Situasi Gedung	35
3.2 Pemodelan struktur dengan <i>software seismostruct</i>	35
3.3 Tahapan Penelitian	36
3.4 Target Kinerja Struktur	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Kondisi Eksisting Gedung Kementrian ESDM Provinsi Sumatera Barat ..	45
4.2 Informasi struktur gedung.....	45
4.2.1 Detail Struktur Bangunan.....	46
4.2.2 Data Teknis Elemen Struktur	49
4.3 Pemodelan Struktur Bangunan.....	46
4.3.1 Hasil <i>Running Seismostruct</i>	46
4.3.2 Grafik Parameter Tsunami	50
4.4 Analisis Pembebanan	56
4.4.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>).....	56
4.4.2 Beban Mati Tambahan	57
4.4.3 Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	59
4.4.4 Beban Tsunami (<i>Tsunami Load</i>).....	60
4.5 Analisa Perilaku Struktur	70
4.6 Elemen Struktur Kolom	84
BAB V PENUTUP	89

5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tsunami merupakan salah satu fenomena geologis yang sangat berbahaya sekaligus merusak yang mengancam wilayah pesisir diberbagai belahan dunia. Bencana ini terjadi ketika terjadi perpindahan massa air laut yang sangat besar akibat aktivitas bawah laut seperti gempa seismik, longsor tanah, maupun letusan gunung berapi.

Sebagai Negara kepulauan yang terletak di jalur Cincin Api Pasifik dan jalur Alpide, Indonesia memiliki risiko tinggi terhadap tsunami karena tingginya aktivitas seismik di zona subduksi. Di Sumatera Barat, khususnya sepanjang pesisir barat, ancaman tsunami sangat terasa karena letaknya yang dekat dengan zona subduksi di Palung Sunda yang berpotensi menimbulkan gempa bumi besar (Natawidjaja et al., 2006).

Kota Padang yang merupakan Ibu Kota Provinsi Sumatera Barat menghadapi tantangan spesifik dalam mitigasi bencana tsunami akibat kondisi geografis dan demografinya. Dengan populasi lebih dari satu juta jiwa dan kepadatan bangunan yang tinggi di pesisir, kota ini sangat rentan terhadap tsunami yang dipicu oleh gempa di Mentawai yang diketahui memiliki segmen *unruptured* atau belum pernah mengalami gempa dalam waktu lama (Muhari et al, 2011).

Gedung Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Provinsi Sumatera Barat merupakan bangunan gedung yang berada pada zona merah, yang menunjukkan adanya risiko signifikan terhadap dampak tsunami. Selain berada pada zona merah, gedung ESDM merupakan bangunan bertingkat lima lantai, sehingga dengan ketinggian tersebut gedung ESDM dapat menjadi alternatif sebagai *shelter* tsunami. Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan evaluasi terhadap gedung untuk melihat perilaku struktur akibat pembebanan tsunami yaitu beban hidrodinamik dengan berbagai variasi ketinggian dengan menggunakan FEMA P646 tahun 2019 dan SNI 1727 tahun 2020. Sehingga judul dari tugas akhir ini adalah “ Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Terhadap Beban Hidrodinamik Akibat Tsunami dengan Berbagai Variasi

Ketinggian (Studi Kasus: Gedung Kementrian ESDM Provinsi Sumatera Barat)” yang berlokasi di Kota Padang.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana perilaku struktur Gedung Kementrian ESDM Provinsi Sumatera Barat dalam menghadapi beban hidrodinamik tsunami berdasarkan FEMA P646-2019 dengan berbagai variasi ketinggian ?
- b. Bagaimana menganalisis dan mengevaluasi kinerja struktur Gedung Kementrian ESDM dalam menahan beban hidrodinamik tsunami dengan berbagai variasi ketinggian?
- c. Bagaimana hubungan variasi ketinggian tsunami pada struktur dengan beban hidrodinamik dan simpangan?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Menganalisis perilaku struktur Gedung Kementrian ESDM Provinsi Sumatera Barat akibat beban hidrodinamik tsunami dengan menggunakan FEMA P646-2019 pada berbagai variasi ketinggian.
- b. Menganalisis dan mengevaluasi kinerja struktur Gedung Kementrian ESDM terhadap beban hidrodinamik dengan berbagai variasi ketinggian,
- c. Membuat kurva hubungan antara ketinggian tsunami dan gaya hidrodinamik, ketinggian tsunami terhadap simpangan, gaya hidrodinamik terhadap simpangan dengan berbagai variasi ketinggian tsunami.

1.4 Batasan masalah

- a. Bangunan yang diteliti adalah gedung Kementrian ESDM Provinsi Sumatera Barat
- b. Data mengenai bangunan yang ada akan dibatasi pada informasi yang tersedia dari instansi terkait.
- c. Parameter tanah akan menggunakan data sekunder dari instansi terkait.
- d. Beban tsunami yang dihitung hanya beban hidrodinamik pada bidang struktur yang terdampak aliran tsunami.

- e. Struktur diasumsikan sebagai dinding terbuka dengan hanya fokus pada elemen rangka utama, sehingga aliran tsunami dapat melewati bukaan struktur.
- f. Mengabaikan pengaruh berupa halangan bangunan dan benda hanyut.
- g. Struktur diasumsikan masih berperilaku statis saat gempa.
- h. Penyusunan tugas akhir ini berpedoman pada peraturan-peraturan sebagai berikut:
 - 1) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non-Gedung (SNI 1726-2019)
 - 2) *Federal Emergency Management Agency* (FEMA P646-2019)
 - 3) Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2020)
 - 4) Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847-2019)

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan kontribusi terhadap pemahaman tentang perilaku struktur bangunan dalam menghadapi bencana tsunami.
- b. Meningkatkan kesadaran akan risiko tsunami di wilayah pesisir Kota Padang.
- c. Sebagai pertimbangan untuk bangunan yang berada pada zona rawan bencana yang akan dibangun untuk memperhitungkan beban tsunami pada perhitungan struktur bangunannya.

1.6 Sistematika penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis dalam lima bab yang saling berkaitan dan mendukung pencapaian tujuan penelitian. Sistematika penulisan dirancang untuk memberikan alur logis mulai dari pengenalan permasalahan landasan teoritis, metodologi penelitian, analisis dan pembahasan hingga kesimpulan dan saran. Untuk menghasilkan penulisan yang baik dan terarah maka alur penulisan tugas akhir ini mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I**Pendahuluan**

Berisikan tentang latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II**Tinjauan Pustaka**

Berisikan tentang dasar teori dan peraturan yang mendukung dalam perencanaan struktur.

BAB III**Metodologi Penelitian**

Berisikan tentang detail pendekatan dan metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV**Analisis dan Pembahasan**

Berisikan tentang data yang dibutuhkan dalam mengevaluasi struktur gedung dan langkah-langkah yang ditempuh dalam pembuatan tugas akhir agar tersusun lebih sistematis.

BAB V**Penutup**

Berisikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran akademis untuk penelitian lanjutan yang dapat mengembangkan aspek-aspek yang belum tercakup dalam penelitian ini.