

**KAJIAN KARAKTERISTIK DAN *RUN-UP* GELOMBANG
TSUNAMI BERDASARKAN PEMODELAN
HIDRODINAMIKA 2D DI PERAIRAN SELATAN BALI**

SKRIPSI

RAFA FAHREZI TAGORE

26050120130117



**PROGRAM STUDI OSEANOGRAFI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

**KAJIAN KARAKTERISTIK DAN *RUN-UP* GELOMBANG
TSUNAMI BERDASARKAN PEMODELAN
HIDRODINAMIKA 2D DI PERAIRAN SELATAN BALI**

**RAFA FAHREZI TAGORE
26050120130117**

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Derajat Sarjana S1 pada Departemen Oseanografi
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI OSEANOGRAFI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Kajian Karakteristik dan *Run-Up* Gelombang
Tsunami Berdasarkan Pemodelan
Hidrodinamika 2D di Perairan Selatan Bali

Nama Mahasiswa : Rafa Fahrezi Tagore

Nomor Induk Mahasiswa : 26050120130117

Departemen/Program Studi : Oseanografi

Mengesahkan:

Pembimbing Utama



Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si.

NIP. 196911202006041001

Pembimbing Anggota



Ir. Alfi Satriadi M.Si.

NIP. 196509271992121001

Dekan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Diponegoro



Prof. Dr. T. W. Marni Agustini, M. Sc., Ph. D.

NIP. 196508211990012001

Ketua

Departemen Oseanografi



Dr. Kunarso, S. T., M. Si.

NIP. 196905251996031002

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Kajian Karakteristik dan *Run-Up* Gelombang
Tsunami Berdasarkan Pemodelan
Hidrodinamika 2D di Perairan Selatan Bali

Nama Mahasiswa : Rafa Fahrezi Tagore

Nomor Induk Mahasiswa : 26050120130117

Departemen/Program Studi : Oseanografi

Skripsi ini telah disidangkan di hadapan tim penguji pada:

Hari/Tanggal : Kamis, 7 Maret 2024

Tempat : Ruang G101 Fakultas Perikanan dan Ilmu
Kelautan, Universitas Diponegoro

Mengesahkan:

Penguji Utama



Dr. Ir. Sugeng Widada, M.Si.
NIP. 19630116 199103 1 001

Penguji Anggota



Dr. Aris Ismanto, S.Si., M.Si.
NIP. 19820418 200801 1 010

Pembimbing Utama



Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si.
NIP. 19691120 200604 1 001

Pembimbing Anggota



Ir. Alfi Satriadi M.Si.
NIP. 19650927 199212 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya, Rafa Fahrezi Tagore, menyatakan bahwa karya ilmiah/skripsi yang berjudul **Kajian Karakteristik dan Run-Up Gelombang Tsunami Berdasarkan Pemodelan Hidrodinamika 2D di Perairan Selatan Bali** adalah asli karya saya sendiri dan belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) dari Universitas Diponegoro maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam karya ilmiah/skripsi ini yang berasal dari karya orang lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan berupa kutipan nama sumber penulis secara benar dan semua isi karya ilmiah/skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Semarang, 27 Februari 2024

Penulis,



Rafa Fahrezi Tagore

NIM. 26050120130117

ABSTRAK

(Rafa Fahrezi Tagore. 26050120130117. Kajian Karakteristik dan *Run-Up* Gelombang Tsunami Berdasarkan Pemodelan Hidrodinamika 2D di Perairan Selatan Bali. **Muhammad Helmi, Alfi Satriadi).**

Pulau Bali merupakan wilayah yang memiliki potensi bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami karena terletak di zona subduksi pertemuan lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia dan zona sesar belakang Flores. Kejadian tsunami telah terjadi di wilayah selatan Bali akibat dari bencana gempa Sumbawa (1977) dan gempa Banyuwangi (1994). Kajian terkait karakteristik dan *run-up* gelombang tsunami masih jarang dilakukan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik dan *run-up* gelombang tsunami menggunakan pemodelan hidrodinamika 2D. Simulasi dilakukan menggunakan skenario gempa terburuk dengan kekuatan magnitudo 9,0 melalui model TUNAMI F1 dan TUNAMI N3. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa gelombang tsunami yang menjalar dari episenter menuju pesisir selatan Bali memiliki karakteristik waktu tempuh berkisar antara 16 menit 5 detik hingga 30 menit 35 detik dengan tinggi gelombang maksimum berkisar antara 11,113 – 34,446 m. Waktu tempuh penjarangan tercepat dengan tinggi gelombang tertinggi terdapat pada titik observasi Uluwatu dan Pandawa karena jarak yang dekat dengan episenter. Limpasan gelombang yang masuk ke daratan pesisir selatan Pulau Bali mampu menjangkau daratan hingga kisaran 257 – 3140 m dengan limpasan terjauh pada titik observasi Kuta karena morfologi pantai berpasir yang landai, sedangkan Uluwatu dan Pandawa menerima limpasan yang paling sedikit karena morfologi pantai yang berbatu dan tebing curam.

Kata kunci: pemodelan, tsunami, TUNAMI, perairan selatan Bali

ABSTRACT

(Rafa Fahrezi Tagore. 26050120130117. Study of Characteristics and Tsunami Waves Run-Up Based on 2D Hydrodynamic Modeling in the Southern Waters of Bali. Muhammad Helmi, Alfi Satriadi).

Bali Island is an area that has the potential for natural disasters such as earthquakes and tsunamis because it is located in the subduction zone of the Indo-Australian plate meeting with the Eurasian plate and the Flores back fault zone. Tsunami events have occurred in the southern region of Bali as a result of the Sumbawa earthquake (1977) and the Banyuwangi earthquake (1994). Studies related to the characteristics and run-up of tsunami waves are still rarely carried out. This study was conducted with the aim of determining the characteristics and run-up of tsunami waves using 2D hydrodynamic modeling. The simulation was carried out using a worst-case earthquake scenario with a magnitude of 9.0 through the TUNAMI F1 and TUNAMI N3 models. The results of this study show that tsunami waves that spread from the epicenter to the south coast of Bali have travel time characteristics ranging from 16 minutes 5 seconds to 30 minutes 35 seconds with maximum wave heights ranging from 11,113 – 34,446 m. The fastest propagation travel time with the highest wave height is found at the Uluwatu and Pandawa observation points because of the close distance to the epicenter. Wave runoff that enters the southern coastal land of Bali Island is able to reach land up to a range of 257 – 3140 m with the farthest runoff at the Kuta observation point due to the morphology of gently sloping sandy beaches, while Uluwatu and Pandawa receive the least runoff due to the morphology of rocky beaches and steep cliffs.

Keywords: modelling, tsunami, TUNAMI, south Bali waters

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Kajian Karakteristik dan *Run-Up* Gelombang Tsunami Berdasarkan Pemodelan Hidrodinamika 2D di Perairan Selatan Bali”** sebagai syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar sarjana dalam Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini, diantaranya:

1. Prof. Ir. Tri Winarni Agustini, M. Sc., Ph. D. selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro;
2. Dr. Kunarso, S. T., M. Si. selaku Ketua Program Studi Oseanografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro;
3. Ir. Sugeng Widada, M. Si. selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan dan pembimbingan di waktu masa studi mahasiswa;
4. Dr. Muhammad Helmi, S. Si., M. Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Ir. Alfi Satriadi, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
6. Dr.Ing. Ir. Widjo Kongko M.Eng. selaku Kepala Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika (PRTH) yang telah memberikan kesempatan dalam mengikuti program MBKM ini bersama dengan BRIN PRTH dan mengizinkan penulis dalam menggunakan modifikasi terbaru model TUNAMI F1 dan N3 sebagai metode dalam tugas akhir ini;
7. Hanah Khoirunnisa, S.Si., M.Si selaku pembimbing program MBKM BRIN Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
8. Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) KKB Mlati yang telah memberikan kesempatan dalam melaksanakan seluruh kegiatan pengambilan dan pengolahan data tugas akhir ini;

9. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, bantuan, saran, dan semangat selama menjalankan rangkaian kegiatan perkuliahan;
10. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Penulis juga berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat dan meningkatkan wawasan baru bagi seluruh pembaca.

Semarang, 27 Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Waktu dan Tempat.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kondisi Lempeng Tektonik di Pulau Bali	6
2.2 Karakteristik Pesisir Selatan Bali	8
2.3 Tsunami	9
2.3.1 Pengertian Tsunami.....	9
2.3.2 Penyebab Terjadinya Tsunami	9
2.3.3 Mekanisme Terjadinya Tsunami.....	10
2.4 <i>Run-Up</i> Gelombang Tsunami	12
2.5 Teori Gelombang Perairan Dangkal	12

2.6	Model TUNAMI (<i>Tohoku University's Numerical Analysis Model for Investigation of Near-field tsunamis</i>)	14
3.	MATERI DAN METODE	16
3.1	Materi Penelitian	16
3.1.1	Data	16
3.1.2	Alat	17
3.2	Metode Penelitian	17
3.3	Metode Pengumpulan Data	18
3.3.1	Data Batimetri Perairan Selatan Bali	18
3.3.2	Data Kekasaran di Wilayah Selatan Bali	18
3.3.3	Data Parameter Gempa <i>Megathrust</i> Selatan Bali	18
3.3.4	<i>Scalling Law</i>	19
3.3.5	Peta Rupa Bumi Indonesia	19
3.4	Metode Pengolahan Data	20
3.4.1	Skenario Gempa Bumi	20
3.4.2	Simulasi Kondisi Awal Gempa (<i>Initial Condition</i>)	21
3.4.3	<i>Pre-Processing Data Run-Up</i> Gelombang Tsunami	22
3.4.4	Simulasi Karakteristik Penjalaran Gelombang Tsunami	24
3.4.5	Simulasi <i>Run-Up</i> Gelombang Tsunami	24
3.5	Diagram Alir Penelitian	25
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1	Hasil	26
4.1.1	Kondisi Awal Gempa Bumi (<i>Initial Condition</i>)	26
4.1.2	Waktu Tempuh dan Tinggi Gelombang Maksimum	26
4.1.3	Limpasan Gelombang Tsunami (<i>Run-Up</i> Tsunami)	30
4.2	Pembahasan	32

4.2.1 Kondisi Awal Gempa Bumi (<i>Initial Condition</i>)	32
4.2.2 Waktu Tempuh dan Tinggi Gelombang Maksimum	33
4.2.3 Limpasan Gelombang Tsunami (<i>Run-Up</i> Tsunami).....	35
5. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	44
RIWAYAT HIDUP	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Koordinat Titik Observasi	5
Tabel 3.1. Data Penelitian.....	16
Tabel 3.2. Alat Pengolahan dan Analisis Data Penelitian	17
Tabel 3.3. Skenario Gempa M 9,0 (Wells dan Coppersmith, 1994)	20
Tabel 3.4. Batasan Wilayah Pemodelan	21
Tabel 3.5. Spesifikasi Dimensi Grid pada Setiap Domain	22
Tabel 3.6. Pengaturan Simulasi Model TUNAMI F1	24
Tabel 4.1. Karakter Penjalaran Tsunami di Sekitar Objek Vital Nasional.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Penelitian	5
Gambar 2.1. Kondisi Seismotektonik Indonesia Timur	7
Gambar 2.2. Sebaran Rekaman Kegempaan Pulau Bali Tahun 1963-2020.....	7
Gambar 2.3. Skema Mekanisme Terjadinya Tsunami	11
Gambar 2.4. Skema <i>Run-Up</i> Gelombang.....	12
Gambar 3.1. Segmentasi <i>Megathrust</i> di Indonesia.....	19
Gambar 3.2. Batas Wilayah Pemodelan dan Episenter Gempa	21
Gambar 3.3. <i>Nested Grid</i> untuk Domain Pemodelan TUNAMI N3	22
Gambar 3.4. Visualisasi Data Penggunaan Lahan yang telah diberikan Nilai <i>Manning Number</i> menjadi Data Kekasaran (<i>Roughness</i>)	23
Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 4.1. Kondisi Awal Gempa Berdasarkan Skenario M 9,0.....	26
Gambar 4.2. Waktu Tempuh dan Ketinggian Maksimum Gelombang Tsunami dari Titik Sumber Gempa	27
Gambar 4.3. Waktu Tempuh dan Ketinggian Maksimum Gelombang Tsunami pada Wilayah Titik Observasi	27
Gambar 4.4. 42 Titik Observasi Gelombang di Wilayah Selatan Bali.....	28
Gambar 4.5. Korelasi antara Tinggi Gelombang Maksimum dengan Waktu Tempuh Penjalaran Gelombang Tsunami dengan Magnitudo Gempa M 9,0.....	28
Gambar 4.6. Grafik Tinggi Gelombang dan Waktu Tempuh Gelombang Tsunami pada Skenario Gempa M 9,0 di Titik Observasi (a) Kuta; (b) Uluwatu; (c) Pandawa; (d) Pesanggaran; dan (e) Sanur.....	29
Gambar 4.7. <i>Run-Up</i> Gelombang Tsunami.....	30
Gambar 4.8. Grafik Jarak Limpasan (<i>Run-Up</i>) Gelombang Tsunami di Titik Observasi (a) Kuta, (b) Uluwatu, (c) Pandawa, (d) Pesanggaran, dan (e) Sanur	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Simulasi <i>Initial Condition</i> dan Model TUNAMI F1	44
Lampiran 2. Simulasi Model TUNAMI N3	44