

TUGAS AKHIR

**SIMULASI TRANSFORMASI GELOMBANG PADA
PERAIRAN PANTAI UJUNG, KOTA SIBOLGA**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Alfian Mauladi

20150110222

**PROGRAM TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfian Mauladi
NIM : 20150110222
Judul : Simulasi Transformasi Gelombang pada Perairan Pantai
Ujung, Kota Sibolga

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 09 Mei 2019

Yang membuat pernyataan



Alfian Mauladi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk pihak sebagai berikut.

Ibu Siti Suyati, Bapak Syamsudin, dan Saudari Amalia Nur Azizah

Orang terkasih yang menjadi alasan di setiap hembus perjuangan

Keluarga Besar Ny. Djaidah dan Keluarga Besar Ngawi

Pemberi semangat, doa, dan dukungan penuh

Rima Astuti Wulandari

You are the apple of my eyes

Keluarga Besar Kelas E Teknik Sipil UMY 2015

Keluarga yang selalu ada dari awal perjuangan

Rekan Tugas Akhir Keairan

Orang yang berproses bersama dari awal perjuangan TA

Rekan Kontrakan Sadiyo

Sahabat pemberi masukan dan dorongan

Kresna Nurfauzi dan Fikri Al Tarsyah

Wadah berbagi keluh kesah pemodelan *Surface Water Modeling System*

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tucurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pola pergerakan gelombang dan persen nilai peredaman gelombang untk solusi penambahan *breakwater* lepas pantai

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua program studi
2. Nursetiawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir
3. Kedua orang tua, adik, dan saudara yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Semua pihak yang telah membantu sehingga laporan ini dapat terselesaikan.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 09 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH	xvi
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Lingkup Penelitian	3
1.4.Tujuan Penelitian	3
1.5.Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1.Tinjauan Pustaka	4
2.1.1. Penelitian Terdahulu	4
2.2.Dasar Teori.....	6
2.2.1. Transformasi Gelombang	6
2.2.2. Fluktuasi Muka Air Laut.....	13
2.2.3. <i>Fetch</i> Rerata Efektif.....	18
2.2.4. Periode Ulang Distribusi <i>Fisher-Tippett Type I</i>	18
2.2.5. Perencanaan Pemecah Gelombang	20
2.2.6. Perangkat Lunak <i>Surface Water Modeing System</i> (SMS 10.0) ...	26

BAB III. Metode Penelitian.....	28
3.1.Lokasi Penelitian.....	28
3.2.Pengumpulan Data	28
3.2.1. Data Batimetri.....	29
3.2.2. Data Gelombang	30
3.2.3. Data Pasang Surut.....	30
3.2.4. <i>Fetch</i> Efektif	31
3.2.5. Data Angin.....	32
3.3.Tahapan Penelitian.....	33
3.4.Prosedur Simulasi <i>Software SMS 10.1</i> Modul <i>CGWAVE</i>	34
3.5.Perencanaan <i>Breakwater</i>	35
BAB IV. Pemodelan Gelombang	37
4.1.Umum.....	37
4.2.Data yang Diperlukan	37
4.3.Simulasi <i>Software SMS 10.1</i> Modul <i>CGWAVE</i>	38
4.3.1. Kondisi Eksisting Kawasan Besar	38
4.3.2. Kondisi Eksisting Kawasan Kecil.....	46
4.3.3. Kondisi dengan <i>Breakwater</i>	54
4.3.4. Perbandingn hasil simulasi	57
BAB V. Hasil Penelitian dan Pembahasan	60
5.1.Perencanaan <i>Breakwater</i>	60
5.1.1. Gelombang Pecah	60
5.1.2. Muka Air rencana	62
5.1.3. Dimensi <i>Breakwater</i>	64
BAB VI. Kesimpulan dan Saran.....	73
6.1.Kesimpulan	73
6.2.Saran.....	74
Daftar Pustaka.....	75
Lampiran	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Koefisien refleksi berbagai tipe bangunan.....	10
Tabel 2.2. Koefisien stabilitas.....	23
Tabel 2.3. Koefisien Lapis	25
Tabel 3.1. Periode ulang tinggi gelombang signifikan	30
Tabel 3.2. Elevasi pasang surut.....	31
Tabel 3.3. Hasil perhitungan <i>fetch</i> efektif.....	31
Tabel 3.4. Hasil Perhitungan <i>fetch</i> efektif (lanjutan)	32
Tabel 4.1. Periode ulang tinggi gelombang signifikan rencana	38
Tabel 4.2. Hasil simulasi kondisi eksisting variasi arah datang gelombang	53
Tabel 4.3. Hasil simulasi perletakan <i>breakwater</i>	54
Tabel 4.4. Hasil simulasi dengan <i>breakwater</i> variasi arah datang gelombang..	57
Tabel 4.5. Perbandingan hasil simulasi.....	58
Tabel 5.1. Koefisien Stabilitas Lapis Lindung Rencana	65
Tabel 5.2. Berat Lapis Lindung Rencana.....	66
Tabel 5.3. Koefisien lapis puncak rencana.....	67
Tabel 5.4. Lebar puncak rencana	67
Tabel 5.5. Koefisien lapis puncak rencana.....	68
Tabel 5.6. Tebal lapis pelindung rencana.....	68
Tabel 5.7. Tebal lapis pelindung rencana (lanjutan)	69
Tabel 5.8. Koefisien lapis puncak rencana.....	69
Tabel 5.9 Jumlah batu pelindung rencana.....	70
Tabel 5.10. Dimensi batu pelindung rencana.....	71
Tabel 5.11. Rekap dimensi <i>breakwater</i>	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Divergensi dan konvergensi garis orthogonal.....	7
Gambar 2.2. Difraksi gelombang akibat rintangan <i>breakwater</i> tunggal.....	8
Gambar 2.3. Difraksi gelombang akibat rintangan <i>breakwater</i> ganda	9
Gambar 2.4. Sketsa tipe gelombang pecah	11
Gambar 2.5. Geometri gelombang pecah.....	11
Gambar 2.6. Grafik penentuan tinggi gelombang pecah.....	12
Gambar 2.7. Grafik penentuan kedalaman gelombang pecah.....	12
Gambar 2.8. Sketsa <i>wave set-up</i> dan <i>wave set-down</i>	13
Gambar 2.9. Grafik kenaikan muka air laut akibat pemanasan global	15
Gambar 2.10. Tipe pasang surut	16
Gambar 2.11. Elevasi muka air rencana.....	17
Gambar 2.12. Sketsa <i>runup</i> gelombang	21
Gambar 2.13. Grafik penentuan <i>runup</i> dan <i>rundown</i> gelombang.....	22
Gambar 3.1. Lokasi penelitian	28
Gambar 3.2. Batimetri kawasan besar.....	29
Gambar 3.3. Batimetri kawasan kecil	29
Gambar 3.4. Grafik pasang surut	30
Gambar 3.5. Penarikan panjang <i>fetch</i>	31
Gambar 3.6. Mawar angin.....	33
Gambar 3.7. Bagan alir penelitian.....	33
Gambar 3.8. Bagan alir penelitian (lanjutan)	34
Gambar 3.9. Bagan alir perencanaan <i>breakwater</i>	35
Gambar 3.10. Bagan alir perencanaan <i>breakwater</i> (lanjutan).....	36
Gambar 4.1. Kotak dialog <i>Coordinate System</i> SKB.....	38
Gambar 4.2. Hasil input data batimetri SKB	39
Gambar 4.3. Kotak dialog <i>create data sets</i> SKB.....	39
Gambar 4.4. Garis pantai SKB	40
Gambar 4.5. Kotak dialog <i>data calculator</i> fungsi ukuran SKB	40
Gambar 4.6. Kotak dialog <i>smooth size data set</i> SKB.....	41
Gambar 4.7. Hasil luasan domain SKB	41

Gambar 4.8. Kotak dialog <i>scalar paving density</i> SKB	42
Gambar 4.9. Kotak dialog <i>interpolation</i> SKB	42
Gambar 4.10. Hasil bangkitan <i>mesh</i> SKB	43
Gambar 4.11. Pengaturan CGWAVE model control SKB	43
Gambar 4.12. Kotak dialog informasi simulasi SKB selesai	44
Gambar 4.13. Hasil simulasi SKB.....	45
Gambar 4.14. Titik observasi SKB	45
Gambar 4.15. Grafik tinggi gelombang SKB perairan sekitar Pantai Ujung...45	
Gambar 4.16. Kotak dialog <i>Coordinate System</i> SKK.....	46
Gambar 4.17. Kotak dialog wizard SKK	46
Gambar 4.18. Hasil input data batimetri SKK	47
Gambar 4.19. Kotak dialog <i>create data sets</i> SKK	47
Gambar 4.20. Garis pantai SKK.....	48
Gambar 4.21. Kotak dialog <i>data calculator</i> fungsi ukuran SKK.....	48
Gambar 4.22. Kotak dialog <i>smooth size data set</i> SKK	49
Gambar 4.23. Hasil luasan domain SKK	49
Gambar 4.24. Kotak dialog <i>scalar paving density</i> SKK.....	50
Gambar 4.25. Kotak dialog <i>interpolation</i> SKK	50
Gambar 4.26. Hasil bangkitan <i>mesh</i> SKK.....	51
Gambar 4.27. Pengaturan CGWAVE model control SKK	51
Gambar 4.28. Kotak dialog informasi simulasi SKK selesai	52
Gambar 4.29. Observasi SKK dengan pengamatan garis dan titik	52
Gambar 4.30. Sketsa perletakan sejajar,zigzag 1 dan zigzag 2.....	54
Gambar 4.31. Batimetri setelah ditambahkan <i>breakwater</i>	56
Gambar 4.32. Hasil bangkitan <i>mesh</i> kondisi dengan <i>breakwater</i>	56
Gambar 4.33. Observasi potongan	58
Gambar 4.34. Grafik observasi tinggi gelombang dari arah datang selatan, barat daya, dan barat.....	59
Gambar 5.1. Grafik penentuan tinggi gelombang pecah rencana	60
Gambar 5.2. Grafik penentuan kedalaman gelombang pecah rencana	61
Gambar 5.3. Elevasi muka air pasang surut rencana.....	62

Gambar 5.4. Grafik penentuan kenaikan air laut akibat pemanasan global rencana.....	63
Gambar 5.5. Sketsa elevasi uka air rencana	63
Gambar 5.6. Grafik bilangan irribaren	64
Gambar 5.7. Sketsa elevasi puncak <i>breakwater</i>	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil simulasi kawasan besar eksisting	77
Lampiran 2 Hasil simulasi kawasan kecil eksisting.....	78
Lampiran 3 Hasil simulasi kawasan besar <i>breakwater</i>	87
Lampiran 4 Grafik simulasi kawasan kecil.....	96
Lampiran 5 Dimensi <i>breakwater</i>	99

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
H_0	[L]	Tinggi gelombang laut dalam
H'_0	[L]	Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen
H_{b1}	[L]	Tinggi gelombang pecah
d_b	[L]	Kedalaman gelombang pecah
S_{br}	[L]	<i>Set-down</i> di daerah gelombang pecah
S_wB	[L]	<i>Set-up</i> di daerah gelombang pecah
T	[T]	Periode gelombang
g	[LT ⁻²]	Percepatan gravitasi
Δh	[L]	Kenaikan elevasi muka air karena badai
F	[L]	Panjang fetch
i	[%]	Kemiringan muka air
c	[-]	Konstanta = $3,5 \times 10^{-6}$
V	[MT ⁻¹]	Kecepatan angin
d	[L]	Kedalaman air
HWS	[L]	Elevasi muka air rencana
SLR	[L]	Kenaikan muka air akibat pemanasan global
U(z)	[MT ⁻¹]	Kecepatan angin pada elevasi z
U*	[MT ⁻¹]	Kecepatan geser
z0	[L]	Tinggi kekasaran permukaan
z	[L]	Elevasi muka air
K	[-]	Koefisien von karman (K=0,4)
ψ	[-]	fungsi yang bergantung pada perbedaan temperature antara air dan udara.
U	[MT ⁻¹]	Kecepatan angin terkoreksi
U _s	[MT ⁻¹]	Kecepatan angin pengukuran langsung
a	[°]	Deviasi pada kedua sisi dari arah angin
F _{eff}	[L]	Fetch efektif
X _i	[L]	Panjang segmen fetch
I _r	[-]	Bilangan irribaren
L ₀	[L]	Panjang gelombang di laut dalam
θ_r	[°]	Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang
H	[L]	Tinggi gelombag di lokasi bangunan
El _{BW}	[L]	Elevasi puncak breakwater
H _{tb}	[L]	Tinggi kebebasan
W	[M]	Berat lapis lindung
γ_r	[ML ⁻³]	Berat jenis armour
γ_a	[ML ⁻³]	Berat jenis air
K _D	[-]	Koefisien stabilitas
B	[L]	Lebar puncak breakwater
k _Δ	[-]	Koefisien lapis
t	[L]	Tebal lapis pelindung breakwater
N	[-]	Jumlah batu lindung
A	[L ²]	Luas permukaan
P	[%]	Porositas rerata

r	[L]	Jari-jari batu
v_{baru}	[L ³]	Volume batu
ρ	[M L ⁻³]	Berat jenis batu
σ	[radT ⁻¹]	Frekuensi gelombang
C	[LT ⁻¹]	Cepat rambat gelombang
C_g	[LT ⁻¹]	Cepat rambat gelombang kelompok
η	[-]	Fungsi elevasi permukaan gelombang yang diestimasi
k	[-]	Jumlah gelombang
SKB	[-]	Simulasi kawasan besar
SKK	[-]	Simulasi kawasan kecil

DAFTAR ISTILAH

1. Batimetri
Beda elevasi permukaan dasar laut
2. Periode Gelombang
Waktu yang diperlukan terbentuknya satu gelombang
3. Panjang Gelombang
Panjang satu gelombang (satu bukit dan satu lembah yang dipengaruhi elevasi batimetri, gravitasi, dan periode gelombang)
4. Cepat Rambat Gelombang
Jarak yang ditempuh oleh satu gelombang dalam waktu satu detik
5. Tinggi Gelombang Signifikan
Tinggi gelombang rata-rata dari puncak ke lembah gelombang dari sepertiga gelombang laut tertinggi
6. Refraksi Gelombang
Pembelokan gelombang berusaha tegak lurus dengan garis pantai akibat perubahan batimetri
7. Garis Orthogonal
Garis pembelokan gelombang yang membentuk sudut
8. Konvergensi Gelombang
Bentuk refraksi gelombang dengan garis orthogonal menyebar
9. Divergensi Gelombang
Bentuk refraksi gelombang dengan garis orthogonal menyempit
10. Difraksi Gelombang
Pembelokan gelombang akibat rintangan di depannya
11. Refleksi Gelombang
Pemantulan kembali gelombang karena rintangan di depannya
12. Gelombang Pecah
Bentuk deformasi gelombang yang paling ekstrim dimana gelombang menjalar pada ketinggian tertentu pecah dan melepaskan energi gelombang
13. *Spilling*
Bentuk gelombang pecah yang terjadi saat gelombang dengan kemiringan kecil menuju pantai yang datar, gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari pantai dan menimbulkan buih yang cukup panjang pula
14. *Plunging*

Bentuk gelombang pecah yang terjadi ketika kemiringan gelombang dan dasar laut bertambah, puncak gelombang akan memutar akibat massa air di puncak terjun ke depan gelombang, energi gelombang pecah dihancurkan dalam turbulensi dan sebagian kecil dipantulkan pantai

15. *Surgings*
Bentuk gelombang pecah dimana gelombang sudah pecah sebelum puncak gelombang terjun, terjadi di pantai dengan kemiringan yang sangat besar yang menghasilkan daerah gelombang pecah sangat sempit dan dipantulkan kembali.
16. *Wave Set-up*
Bentuk fluktuasi berupa kenaikan elevasi muka air laut akibat gelombang
17. *Wave Set-down*
Bentuk fluktuasi berupa penurunan elevasi muka air laut akibat gelombang
18. *Wind Set-up*
Bentuk fluktuasi berupa naik turunnya elevasi muka air laut akibat angin
19. *Fetch*
Daerah bangkitan gelombang yang dipengaruhi oleh rintangan di sekitar titik tinjauan
20. *Breakwater*
Bangunan air yang digunakan untuk memecah energi ombak
21. *Runup Gelombang*
Tinggi gelombang maksimal setelah gelombang menghantam rintangan/*breakwater*
22. *Rudown Gelombang*
Elevasi gelombang minimal setelah gelombang menghantam rintangan/*breakwater*
23. *Armour*
Material lapis pelindung *breakwater*
24. Refleksi Gelombang
Pemantulan kembali gelombang karena rintangan di depannya
25. Gelombang Pecah
Bentuk deformasi gelombang yang paling ekstrim dimana gelombang menjalar pada ketinggian tertentu pecah dan melepaskan energi gelombang
26. *Windrose*

Merupakan bentuk penyajian data persentase kejadian kecepatan angin

27. *Surface Water Modeling System (SMS)*
Pendekatan numerik simulasi dua dimensi arus di pesisir dan sungai berbasis elemen hingga dan beda hingga.
28. *Coastal Graphical Wave (CGWAVE)*
Salah satu modul simulasi dalam paket software SMS 10.0 untuk mentransformasikan kondisi oseanografi