

TESIS - RC 185401

MODEL NUMERIK HUBUNGAN ANTARA JARAK DAN PANJANG GROIN TERHADAP LUAS PANTAI YANG TERLINDUNGI

PANGLIMA RAIZAL MAHENDRA NORMAN 03111750090007

DOSEN PEMBIMBING : Dr. techn Umboro Lasminto, ST. M.Sc

PROGRAM MAGISTER BIDANG KEAHLIAN HIDROINFORMATIKA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020



TESIS - RC 185401

MODEL NUMERIK HUBUNGAN ANTARA JARAK DAN PANJANG GROIN TERHADAP LUAS PANTAI YANG TERLINDUNGI

PANGLIMA RAIZAL MAHENDRA NORMAN 03111750090007

DOSEN PEMBIMBING : Dr. techn Umboro Lasminto, ST. M.Sc

PROGRAM MAGISTER BIDANG KEAHLIAN HIDROINFORMATIKA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020



THESIS - RC 185401

NUMERICAL MODEL OF CORRELATION BETWEEN DISTANCE AND LENGTH OF GROIN TOWARD THE PROTECTED COASTAL AREAS

PANGLIMA RAIZAL MAHENDRA NORMAN 03111750090007

SUPERVISOR : Dr. techn Umboro Lasminto, ST. M.Sc

MASTER PROGRAM HYDROINFORMATICS ENGINEERING DEPARTEMENT TEKNIK SIPIL DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING FACULTY OF CIVIL ENGINEERING PLANNING AND GEO INSTITUTE TECHNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (MT)

Di Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Panglima Raizal Mahendra Norman

NRP: 03111750090007

Tanggal Ujian: 20 Januari 2020

Periode Wisuda: Maret 2020

Disetujui Oleh:

Pembimbing:

 Dr.techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc NIP: 19721202 199802 1 001

 Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc. NIP: 19610927 198701 1 001

- Dr. A.A. Ng. Satria Damar Negara, S.T., M.T. NPP: 1988201911075
- Mahendra Andiek Maulana, S.T., M.T., Ph.D. NIP: 19840409 200912 1 005

Penguji:

Kepala Departemen Teknik Sipil Fakultas Deknik Sipil, Perencanaan dan Kebumian

NIP: 19721202 199802 1 001

Oleh:

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

Tesis yang berjudul: "Model Numerik Hubungan Antara Jarak Dan Panjang Groin Terhadap Luas Pantai Yang Terlindungi" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya /tulis untuk memperoleh gelar akademik maupun karya ilmiah/tulis yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dijadikan kutipan dari bagian karya ilmiah/tulis orang lain dengan menyebutkan sumbernya, baik dalam naskah disertasi maupun daftar pustaka.

Apabila ternyata ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur plagiasi di dalam naskah tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan akademik ITS dan/atau perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 30 Januari 2020

ttd

PANGLIMA RAIZAL MAHENDRA NORMAN NRP: 03111750090007

MODEL NUMERIK HUBUNGAN ANTARA JARAK DAN PANJANG GROIN TERHADAP LUAS PANTAI YANG TERLINDUNGI

Mahasiswa Nama	: Panglima Raizal Mahendra Norman
Mahasiswa ID	: 03111750090007
Dosen Pembimbing	: Dr.techn Umboro Lasminto, ST. M.Sc

ABSTRAK

Groin merupakan struktur yang dikenal dalam melindungi pantai dari erosi dan banyak digunakan pada pantai di seluruh dunia. Dari beberapa penelitian, groin merupakan desain struktur pantai yang paling tidak sesuai penempatan desain dan penggunaannya. Fungsi groin menahan pasir yang melaju pada sisi pantai dan hal ini menyebabkan pasir yang bergerak terakumulasi pada bagian up-drift groin diantara keduanya. Hal ini menyebabkan berubahnya garis pantai dan mengurangi besar sudut datang gelombang dengan garis pantai. Walaupun groin memiliki konsep desain yang sederhana, hubungan antara groin dengan pantai tidak sederhana dan panduan desain fungsional eksisting groin terbatas. Oleh karena itu, perlu adanya acuan dan penelitian untuk mendapatkan desain jarak dan Panjang yang fungsional..

Penelitian ini menggunakan metode numerik dalam mencari desain jarak dan panjang groin. Metode Numerik merupakan salah satu upaya dalam mempertimbangkan minimnya pengetahuan dan panduan desain fungsional groin pantai. Dalam penelitian ini, pemodelan Numerik dilakukan dengan bantuan Program MIKE21 untuk melakukan simulasi hydrodynamic dan yang terjadi pada pantai yang terlindungi dengan menggunakan straight-type groin. Aplikasi MIKE21 ini menggunakan diskritisasi spasial dengan metode cell-centered finite volume. Model ini memuat berbagai macam metode, seperti metode untuk mensimulasikan aliran dan sedimen transport, dan metode untuk mensimulasikan rambat gelombang untuk modul aliran.

Dalam metode ini menggunakan parameter kecepatan angin, gelombang sudut datang, dan peta batimetri pada suatu lokasi yang ditentukan untuk permodelan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara jarak dan panjang groin yang efektif terhadap sudut pantai dalam pengendalian sedimen dengan menggunakan straighttype groin. Dari simulasi yang dijalani, diperoleh nilai erosi yang didapatkan dari rasio pemasangan L/P=1.5 dan L/P=3 terhadap rasio L/P=1 secara berturut-turut sebesar 4.185% dan 50.44%..

Kata Kunci : Groin, straight type groin, Metode Numerik, MIKE21, finite volume

Halaman Sengaja Dikosongkan

NUMERICAL MODEL OF CORRELATION BETWEEN DISTANCE AND LENGTH OF GROIN TOWARD THE PROTECTED COASTAL AREAS

Student Name	: Panglima Raizal Mahendra Norman
Student ID	: 03111750090007
Supervisor Lecturer	: Dr.techn Umboro Lasminto, ST. M.Sc

Abstract

Groin is a widely known coastal structure that prevent beach from erosion. Previous studies verified that groin structure is the least suitable in design and usage. Its function as holding in the sand is the cause change of coastline and incident wave's angle. Altough it has simple design, its guideline is limited. This study aims to obtain a relationship between the distance and length of the groin which is effective against the coast angle in sediment control using straight-type groin.

Numeric method was used to determine groin's design due to the limited manual. Numerical modelling was conducted using MIKE21 program. This program runs spatial discretization with cell-centered finite volume method to simulate hydrodynamic on coast protected by straight-type of groin.

This method needs wind speed, incident wave's angle and bathymetry map as an input for modelling. From the simulation, the erosion value was obtained from the ratio of L / P = 1.5 and L / P = 3 to the ratio of L / P = 1 were 4.19% and 50.44%, respectively.

Keywords: Groin, straight type groin, Numerical Method, MIKE21, finite volume

Halaman Sengaja Dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan Proposal Tesis dengan Judul "Model Numerik Hubungan Antara Jarak Dan Panjang Groin Terhadap Luas Pantai Yang Terlindungi". Dalam kesempatan ini, Penulis bermaksud mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung dan membantu atas terselesaikannya Tesis ini, yaitu :

- 1. Kepada mein Vater und meine Mutter und meine Schwester penulis yang telah memberikan motivasi dan doanya dalam mendukung studi penulis.
- Bapak Dr.techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc., selaku dosen Pembimbing, yang telah memberikan arahan serta bimbingannya dalam proses penyusunan Tesis ini.
- 3. Bapak Dr. A.A. Ng. Satria Damar Negara, S.T., M.T. yang telah memberikan arahan serta bimbingannya dalam proses penyusunan Tesis ini.
- 4. Seluruh dosen pengajar dan staf di Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya selama masa perkuliahan penulis.
- 5. Seluruh Dosen dan staf Laboratorium Hidroteknik dan Pantai yang telah memberikan ilmu, data penelitian, serta support kepada penulis.
- Teman-teman Jurusan Teknik Sipil baik tingkat Strata 1, Strata 2 maupun Strata 3 yang telah memberikan motivasi dan bantuan baik berupa pengetahuan maupun motivasi selama proses penyusunan Tesis ini.
- Teman-teman Konsorsium Riset Geopolimer Indonesia terutama kepada ibu Dr. Eng. Januarti Jaya Ekaputri, S.T., M.T. dan bapak Dody Brahmantyo S.T., M.T. yang telah memberikan support baik berupa fasilitas, motivasi, dan dukungan moral kepada penulis dalam penulisan tesis ini.
- Dan kepada Teman-teman kajian yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan moral selama proses penyusunan Tesis ini.

Dalam penulisan Tesis, penulis menyadari bahwa Laporan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Dengan rasa hormat, mohon petunjuk, saran, dan kritik terhadap laporan tesis ini. Diharapkan laporan tesis ini dapat memberikan manfaat.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

ABSTRAK	i
	111
NATA PENGANTAK DAFTAD ISI	V
DAFTAR CAMBAR	iv.
DAFTAR TABEL	.xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Masalah	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. State of the Art	5
2.2. Definisi Pantai	5
2.3. Teori Gelombang Airy	6
2.4. Pendangkalan Gelombang (<i>Wave Shoaling</i>)	7
2.5. Refraksi Gelombang	8
2.6. Difraksi Gelombang	10
2.7. Refleksi Gelombang	
2.8. Gelombang Pecah	
2.9. Gelombang Representatif	
2.10. Pembangkitan Gelombang	15
2.10.1. Angin	
2.10.2. Fetch	
2.11. Spektrum Gelombang	19
2.12. Fluktuasi Muka Air Laut	20
2.12.1. Elevasi Muka Air Rencana20	
2.12.2. Kenaikan Muka Air Karena Gelombang (Wave Set-Up)21	
2.12.3. Pasang Surut	
2.13. Peta Bathimetri	24
2.14. Transport Sedimen dan Morfologi Pantai	24
2.15. Groin	24
2.16. Simulasi Permodelan Numerik	26
2.16.1. Model Hydrodynamic	
2.16.2. Model Sediment Transport	
2.16.3. Model Spectral Wave	22
DAD 5 IVIE I UDULUGI PENELI HAN	
2.2 Survey Lakesi dan Dangumpulan Data	33
2.2. Survey Lokasi dan Fengunipulan Data	33 24
2.4 Skonorio Doniono dor Jorele Creir	34
5.4. Skenario Panjang dan Jarak Groin	34
3.5. Membuat Mesh Model Simplifikasi	34
3.6. Kunning Model	36
3. /. Hasil yang Diperoleh	. 36

DAFTAR ISI

3.8. Diagram Alir	,
AB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Umum)
4.2. Analisis Peta Bathimetri)
4.3. Analisis Data Pasang Surut)
4.4. Analisis Data Angin	
4.5. Analisis Gelombang	
4.5.1. Perhitungan Panjang Fetch	
4.6. Parameter Sedimen)
4.7. Uji Sensitivitas Model)
4.7.1. Uji Sensitivitas <i>Hydrodynamic Module</i>	
4.8. Hasil Perhitungan (Output Simulasi)	-
4.8.1. Hasil Perhitungan Hydrodynamic Module	
4.8.2. Hasil Perhitungan Spectral Wave Module	
4.8.3. Hubungan Antara Gelombang dan Kecepatan Arus	
4.8.4. Hasil Perhitungan Sand Transport Module	
4.8.5. Morfologi Dasar Pantai72	
AB 5 PENUTUP77	
5.1. Kesimpulan	(
5.2. Saran	5
AFTAR PUSTAKA	
AMPIRAN	
1. Model MIKE	
1.1 Pengolahan Data Mentah	
1.2 Mesh Generator	
2. Melakukan Simulasi Model)
2.1 Hydrodynamic Module 102	
2.2 Sand Transport Module 108	
2.3 Spectral Wave Module 112	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lebar dan Jarak Groin	2
Gambar 2.1 Sketsa Definisi Gelombang (SPM, 1984)	6
Gambar 2.2 Refraksi Gelombang (Bambang Triatmodjo, 2011)	9
Gambar 2.3 Refraksi Gelombang pada kontur Lurus dan Sejajar (Bambang Triatmoo	ljo,
2011)	9
Gambar 2.4 Difraksi Gelombang di Belakang Rintangan (Bambang Triatmodjo, 2011).	10
Gambar 2.5 Standing Wave (SPM, 1984)	.12
Gambar 2.6 Penentuan Tinngi Gelombang Pecah (Shore Protection Manual, 1984)	13
Gambar 2.7 Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah (Bambang Triatmodio, 2011)	14
Gambar 2.8 Hubungan Kecepatan Angin di Laut dan Darat (Bambang Triatmodio 20)	11)
Sumbur 2.5 Hubbingun Receptuan Amgin di Daut dan Darat (Dambung Huambujo, 25	17
Gamhar 2.9 <i>Fetch</i> (Bambang Triatmodio 2011)	19
Gambar 2.9 Fetch (Dambarg Thathodjo, 2011)	11)
Gambai 2.10 Elevasi Muka An Eaut Keneana tanpa Tsunann (Dambang Thatmoujo, 20	$\frac{11}{20}$
Combor 2 11 Ways set up don set down (Rombong Triotmodio 2011)	20
Cambar 2.11 Wave set-up dan set-down (Danibang Intanibujo, 2011)	21
Gambar 2.12 Tipe Groin (Bambang Hitamoujo, 2011)	20
Gambar 3.1. Mesh Model Simplifikasi $L/P = 1$	25
	. 33
Gambar 3.2. Mesh Model Simplifikasi $L/P = 1.5$. 33
	35
Gambar 3.3. Mesh Model Simplifikasi $L/P = 2$	35
Gambar 3.4. Mesh Model Simplifikasi L/P = 3	36
Gambar 3.5. Modul <i>Coupled Model FM</i>	36
Gambar 3.6. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	37
Gambar 4.1 Peta Bathimetri Model	39
Gambar 4.2 Grafik Pasang Surut Januari 2011, Semarang	40
Gambar 4.3 Kondisi Kejadian angin (Windrose) Pantai Semarang	42
Gambar 4.4 Garis Fetch Arah Barat	43
Gambar 4.5 Garis Fetch Arah Barat Laut	43
Gambar 4.6 Garis Fetch Arah Utara	.44
Gambar 4.7 Garis Fetch Arah Timur Laut	.44
Gambar 4.8 Garis Fetch Arah Timur	45
Gambar 4.9 Domain Model Sintetik, Titik Tinjau Current dan garis tinjau Wave Height	t50
Gambar 4.10 Hasil Model Hydrodynamic dengan Ukuran Mesh 15000 m ²	50
Gambar 4.11 Hasil Model <i>Hydrodynamic</i> dengan Ukuran Mesh 10000 m ²	51
Gambar 4.12 Hasil Model <i>Hydrodynamic</i> dengan Ukuran Mesh 5000 m ²	51
Gambar 4.13 Hasil Model <i>Spectral</i> Wave dengan Ukuran Mesh 15000 m ²	52
Gambar 4.14 Hasil Model <i>Spectral Wave</i> dengan Ukuran Mesh 10000 m ²	53
Gambar 4.15 Hasil Model <i>Spectral Wave</i> dengan Ukuran Mesh 5000 m ²	53
Gambar 4 16 Grafik Tinggi Gelombang Spectral Wave Module	54
Gambar 4.17 Tampilan Hasil Running Simulasi Hydrodynamic Module I /P-1	55
Gambar 4.17 Tampian Hash Kanang Sinalasi Hyurouyname moune $L/I = 1$	55
Gambar 4.10 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Skenario $L/P = 1$	56
Gambar 4.17 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Skenario $L/P = 2$	56
Cambar 4.20 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Skenario $L/I = 2$	57
Cambar 4.21 Tampilan Koolumat Titik Koordinat nada Data Viawar $L/P = 3$	58
Cambar 4.22 Tampilan Input Titik Koorumat pada Data Viewer L/F $= 3$	50
Combor 4.23 I dilipitali Otalik Dalia viewel $L/\Gamma = 3$	50
Combor 4.24 Otalik Current Speed Titk Tinjov T1 correct T9 Tion Sharavit	27
Cambar 4.25 Kekap Current Speed Thik Tinjau 11 Sampai 18 Tiap Skehario	00
Gambar 4.20 Tampian Hasii Kunning Simulasi Spectral Wave Module L/P=1	00

Gambar 4.27 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Tinggi Gelombang Skenario L/P =	1 61 61
Gambar 4 28, Tampilan Koordinat Titik Tinjau Tinggi Gelombang Skenario I /P –	1 5 61
Gambar 4.20 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Tinggi Gelombang Skenario L/P-2	62
	62
Gambar 4.30 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Tinggi Gelombang Skenario L/P=3	62
Gambar 4.31 Grafik Wave Height L/P=1, L/P=1.5, L/P=2, L/P=3	63
Gambar 4.32 Grafik Rekap Wave Height Titik Tinjau T1sampai T8 Skenario 2 bula	n 64
Gambar 4.33 Grafik Hubungan antara Kecepatan Arus dengan Tinggi Gelomban	g yang
Tertahan Skenario $L/P = 1$.	
Gambar 4.34 Grafik Hubungan antara Kecepatan Arus dengan Tinggi Gelombang	g yang
Tertahan Skenario $L/P = 1.5$	65
Gambar 4.35 Grafik Hubungan antara Kecepatan Arus dengan Tinggi Gelomban	g yang
Tertahan Skenario $L/P = 2$	
Gambar 4.36 Grafik Hubungan antara Kecepatan Arus dengan Tinggi Gelomban	g yang
Tertahan Skenario $L/P = 3$	
Gambar 4.37 Tampilan Hasil Running Simulasi Sand Transport L/P = 1.5	67
Gambar 4.38 Tampilan Koordinat Tinjau Bed Level Change L/P = 1	67
Gambar 4.39 Tampilan Koordinat Tinjau Bed Level Change L/P = 1.5	68
Gambar 4.40 Tampilan Koordinat Tinjau Bed Level Change L/P = 2	68
Gambar 4.41 Tampilan Koordinat Tinjau <i>Bed Level Change</i> L/P = 3	68
Gambar 4.42 Grafik <i>Bed Level Change</i> (a) Titik 31 (b) Titik 37	
Gambar 4.43 Grafik Volume Sedimen Yang Tertahan Dan Tererosi Tiap Skenario.	
Gambar 4.44 Tampilan Koordinat Tinjau <i>Bed level</i> Skenarjo 2	
Gambar 4 45 Garis Dasar Pantai Skenario 1 L/P = 1 T1-T6	72
Gambar 4 46 Garis Davar Pantai Skenario 1 $L/P = 1$ T7-T12	73
Gambar 4 47 Garis Dasar Pantai Skenario 2 $L/P = 1.5 T1 - T6$	73
Gambar 4 48 Garis Dasar Pantai Skenario 2 $L/P = 1.5 T7 T12$	73
Gambar 4 49 Garis Dasar Pantai Skenario 3 $L/P = 2 T1-T6$	74
Gambar 4.50 Garis Davar Pantai Skenario 3 $L/P = 2.77 - 72.712$	74
Gambar 4.50 Garis Dasar Pantai Skenario $4 L/P = 3 T1-T6$	74
Gambar 4.52 Garis Dasar Pantai Skenario $4 L/P = 3 T7 T12$	
Gambar I ampiran 1. Modul-Modul yang Ada pada Model Mike	
Gambar Lampiran 2 Modul MIKE 21/3 Integrated Models	82
Gambar Lampiran 2 Bothimetri Kondisi Eksisting	
Gambar Lampiran 4 Bathimetri Simplifikasi	
Gambar Lampiran 5 Tampilan untuk Memilih Man Projection	
Gambar Lampiran 6 Tampilan untuk Membuat Grid Flevation	
Gambar Lampiran 7 Tampilan untuk Front File Rathymetry kedalam Bentuk XYZ	85
Gambar Lampiran 7 Tampilan untuk memilih Export Format	85
Gambar Lampiran 9 Tampilan Shoreline Skenario $I/P = 1$ $I/P = 1.5$ $I/P = 2$ $I/P = 2$	3 nada
Global Mapper	5 pudu 86
Gamhar I ampiran 10 Tampilan untuk <i>Fripart File Shareline</i> kedalam Bentuk XYZ	86
Gambar Lampiran 10 Tampiran untuk memilih Export Format dan Export Ontions	
Gambar Lampiran 12 Tampilan nada Modul <i>MIKE Zero</i> untuk Memilih <i>Time</i>	Series
Madule	87
Gambar I ampiran 13 Tampilan pada Box Time Series	
Gambar Lampiran 14 Tampilan pada Eile Properties Time Series Module	
Gambar Lampiran 15 Tampilan pada Input Kolom <i>Tima Sarias</i>	
Gambar Lampiran 16 Grafik Time Series Pasang Surut	20
Gambar Lampiran 17 Tampilan pada Options Roy New Project	90
Cancer Zumphan 17 Tumphan pada Options Downtow 1 Tojeet manani	

Gambar <i>Module</i>	Lampiran	18	Tampilan pada Modul MIKE Zero untuk Memilih Mesh Gener	rator 90
Gambar	Lampiran	19	Tampilan pada Workspace Projection untuk Memilih UTM	91
Gambar	Lampiran	20	Tampilan awal Mesh Generator	91
Gambar	Lampiran Lampiran	21	Tampilan Import Boundary Properties	91
Gambar	Lampiran Lampiran	21	Tampilan Setelah Data Shoreling Berhasil di Import	02
Gambar	Lampiran Lampiran	22	Tampilan Setelah Boundary Ditambahkan	02
Gambar	Lampiran Lompiron	23	Tampilan Decenarias pada Ara	92
Combon	Lampiran	24	Tampilan Ang Duon suti	75
Camban	Lamphan	25	Managa Southar Data	95
Cambar	Lampiran	20	Tampilan Kotal Mangaa Casttan Data	94
Gambar .		27	Tampilan Kotak Manage Scatter Data	95
Gambar		28	Tampilan Setelan Batnimetri Diinput	95
Gambar	Lampiran	29	Generate Mesh	95
Gambar .	Lampiran	30	Tampilan Kotak Dialog Mesh Generation	96
Gambar	Lampiran	31	Tampilan Mesh Model	96
Gambar	Lampiran	32	Tampilan Kotak Dialog Interpolation	97
Gambar	Lampiran	33	Tampilan Mesh Setelah Interpolasi	97
Gambar	Lampiran	34	Tampilan Hasil Pembuatan Mesh Skenario Groin L100 P100	98
Gambar	Lampiran	35	Tampilan Hasil Pembuatan Mesh Skenario Groin L150 P100	98
Gambar	Lampiran	36	Tampilan Hasil Pembuatan Mesh Skenario Groin L200 P100	99
Gambar	Lampiran	37	Tampilan Hasil Pembuatan Mesh Skenario Groin L300 P100	99
Gambar	Lampiran	38	Langkah – langkah Simulasis MIKE Models	. 100
Gambar	Lampiran	39	Tampilan Domain	. 100
Gambar	Lampiran	40	Tampilan Kotak Dialog Boundary Names	. 101
Gambar]	Lampiran	41	Tampilan Time Simulation Period	. 101
Gambar]	Lampiran	42	Tampilan Module Selection	. 102
Gambar]	Lampiran	43	Tampilan Hydrodynamic Module, Solution Technique	. 102
Gambar 1	Lampiran	44	Tampilan Hydrodynamic Module, Flood and Dry	. 103
Gambar	Lampiran	45	Tampilan Hydrodynamic Module, Eddy Viscosity	. 103
Gambar	Lampiran	46	Tampilan Hydrodynamic Module, Bed Resistance	. 104
Gambar	Lampiran	47	Tampilan Hydrodynamic Module, Wind Forcing	. 105
Gambar]	Lampiran	48 7	Tampilan Hydrodynamic Module, Wind Friction	. 105
Gambar	Lampiran	49	Tampilan Hydrodynamic Module, Wave Radiation	. 105
Gambar	Lampiran	50	Tampilan Hydrodynamic Module, Initial Conditions	106
Gambar	Lampiran	51	Tampilan Hydrodynamic Module, Boundary Conditions	106
Gambar	Lampiran	52	Tampilan Hydrodynamic Module, Doundary Conditions interior Tampilan Hydrodynamic Module, Output, Output Specification	107
Gambar	Lampiran Lampiran	53	Tampilan Hydrodynamic Module, Output, Output Specification	107
Gambar	Lampiran Lampiran	54	Tampilan Sand Transport Module, Model Definition	108
Gambar	Lampiran Lampiran	55	Tampilan Sand Transport Module, Nodel Definition	108
Gambar	Lampiran Lampiran	56	Tampilan Sand Transport Module, Solution Teeningue	100
Gambar	Lampiran Lampiran	57	Tampilan Sand Transport Module, Sediment Hoperites	100
Combor	Lampiron	50	Tampilan Sand Transport Module, Mittal Conditions, Priction I	ition
Ganibai	Lampiran	20	Tamphan Sand Transport Module, Morphology, Model Denni	1101
Gambar	 Lamniran	 59	Tampilan Sand Transport Module Morphology Bank Frosion	110
Gambar	Lampiran Lampiran	60	Tampilan Sand Transport Module, Morphology, Bank Prosibility	ation
Janibal	Lampiran	00	rumphan Sana Transport module, Sulputs, Sulput Specifica	111
Gambar	 I amniran	 61	Tampilan Sand Transport Modula, Outputs, Output Itams	111
Gambar	Lampiran	62	Tampian Sand Transport Module, Outputs, Output Relins	117
Gambar	Lampiran	62	Tampilan Spectral Wave Module, Dasic Equation	112
Combar	Lampiran	61	Tampilan Spectral Waye Module, Dasic Equation	110
Gambar	Lampiran	04 65	Tampilan Spectral Wave Module, Spectral Discretization	111
Gaindar .	Lampiran	03	ramphan spectral wave would, solution rechnique	. 114

Gambar Lampiran 66 Tampilan Spectral Wave Module, Water Level Conditions dan
Current Conditions
Gambar Lampiran 67 Tampilan Spectral Wave Module, Wind Forcing115
Gambar Lampiran 68 Tampilan Spectral Wave Module, Wave Breaking115
Gambar Lampiran 69 Tampilan Spectral Wave Module, Bottom Friction116
Gambar Lampiran 70 Tampilan Spectral Wave Module, Initial Conditions116
Gambar Lampiran 71 Tampilan Spectral Wave Module, Boundary Conditions117
Gambar Lampiran 72 Tampilan Spectral Wave Module, Output
Gambar Lampiran 73 Tampilan Spectral Wave Module, Output, Integral Wave Items. 118
Gambar Lampiran 74 Tampilan Spectral Wave Module, Output, Input Items118
Gambar Lampiran 75 Tampilan Running Simulasi Berhasil Dilakukan119

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Gelombang di Laut Dalam, Transisi dan Dangkal	7
Tabel 2.2 Koefisien Refleksi	11
Tabel 2.3 Nilai I dan Jenis Gelombang Pecah Galvin	15
Tabel 4.1 Konstanta dari data Pasang Surut Dishidros 2011	40
Tabel 4.2 Elevasi Pasang Surut Pantai Semarang	41
Tabel 4.2 Konstanta dari data Pasang Surut Dishidros 2011	42
Tabel 4.3 Panjang Fetch Efektif dari Berbagai Arah Tinjau	46
Tabel 4.4 Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang Laut Dalam	48
Tabel 4.5 Parameter Input Data Uji Sensitivitas Model	49
Tabel 4.6 Hasil Uji Sensitivitas Current Speed Hydrodynamic Module	52
Tabel 4.8 Nilai Kecepatan Arus di setiap Titik dan Skenario Untuk Times Series 2 B	ulan
· · ·	59
Tabel 4.9 Titik Tinjau Koordinat Spectral Wave Module Tiap Skenario Groin	62
Tabel 4.10 Nilai Tinggi Gelombang di setiap Titik dan Skenario Untuk Times Seri	es 2
Bulan	63
Tabel 4.11 Prosentase Perubahan Tinggi Gelombang Akibat Adanya Groin	64
Tabel 4.12 Titik Tinjau Koordinat Sand Transport Module Tiap Skenario Groin	69
Tabel 4.13 Luas dan Volume Sedimen yang Tertahan	71
Tabel 4.14 Perubahan Kemiringan Dasar Pantai Tiap skenario	75

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Erosi pantai merupakan salah satu masalah serius perubahan garis pantai yang disebabkan oleh faktor alami, seperti angin, arus dan gelombang. Hal ini menjadi salah satu fenomena dinamika pantai yang sering terjadi yang disebut dengan *Littoral drift*, yang mana butiran sedimen di dasar pantai terangkat (tererosi). Selanjutnya butiran sedimen tersebut terangkut dengan 2 macam gaya penggerak, yaitu komponen energi gelombang dalam arah sepanjang pantai dan arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah (*Longshore Current*). Kemudian butiran-butiran itu akan mengendap bila aliran tidak dapat mempertahankan gerakannya.

Salah satu metode penanggulangannya adalah pengunaan struktur pelindung pantai, dimana struktur tersebut berfungsi untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Salah satu bangunan pelindung pantai dari erosi yang biasa digunakan adalah groin.

Groin adalah struktur pengaman pantai yang dibangun menjorok relatif tegak lurus terhadap arah pantai. Bahan konstruksi groin umumnya berupa kayu, baja, beton, dan batu. Pemasangan groin menginterupsi aliran arus pantai sehingga pasir terperangkap pada *Upcurrent Side*, sedangkan pada *Downcurrent Side* terjadi erosi, karena pergerakan arus pantai yang berlanjut. Apabila kerusakan pantai terjadi karena adanya angkutan sedimen sepanjang pantai, maka groin dapat digunakan untuk mencegah kerusakan tersebut. Fungsi groin adalah menahan sedimen yang terangkut sepanjang pantai, sehingga sedimen tidak berpindah ke tempat lain (Triatmodjo, 2014).

Biasanya perlindungan pantai dilakukan dengan membuat suatu seri bangunan yang terdiri dari beberapa groin yang ditempatkan dengan jarak tertentu. Hal ini dimaksudkan agar perubahan garis pantai tidak terlalu signifikan. Dengan adanya sistem groin, angkutan sedimen sepanjang pantai tidak akan keluar dari ruang yang berada diantara dua groin. Sedimen akan terhalang oleh groin yang berada dihilirnya dan diendapkan disisi hulunya. Apabila gelombang dari arah yang berlawanan, sedimen yang mengendap tersebut akan tererosi dan terangkut kearah kiri dan akan terhalang oleh groin disebelahnya. Dengan demikian sedimen akan tetap berada di ruas antara dua groin sehingga garis pantai akan stabil (Triatmodjo, 2014).

Penentuan tata letak groin menjadi hal yang penting dalam pembangunan groin. Jarak groin yang terlalu dekat akan memberikan sistem groin yang mahal dan dari segi artistik akan mengganggu keindahan pantai. Sedangkan jarak yang terlalu jauh akan menghasilkan suatu system groin yang tidak efektif dan erosi akan tetap berlanjut, sehingga fungsi groin untuk menangkap sedimen tidak efektif. Menurut Erlich dan Kulhawy, jarak antar groin pada pantai berpasir secara spesifik adalah 2 sampai 3 kali Panjang groin (L/P = 2 sampai L/P=3)

Oleh karena itu diperlukan permodelan untuk menentukan keefektifan suatu konstruksi groin dengan memodelkan panjang dan jarak antar groin yang diperlukan pada jarak garis pantai tertentu.



Gambar 1.1 Lebar dan Jarak Groin

1.2. Rumusan Masalah

Posisi pemasangan groin sangat berpengaruh dalam mengontrol sedimen transport dan erosi yang terjadi pada garis pantai. Untuk mendapatkan pola pemasangan groin yang paling efektif untuk menstabilkan sedimen dan erosi, maka perlu diselesaikan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Apa pengaruh L/P terhadap perubahan luas area dan volume sedimen di pantai?

- 2. Bagaimana pengaruh arus dan gelombang terhadap pemasangan rasio L/P groin?
- 3. Bagaimana bentuk perubahan dasar pantai akibat sedimen yang terjadi?

1.3. Tujuan Masalah

Tujuan yang ingin didapatkan dalam penelitian ini adalah:

- 1. Mengetahui pengaruh L/P terhadap perubahan luas area dan volume sedimen di pantai
- 2. Meninjau pengaruh arus dan gelombang terhadap pemasangan rasio L/P groin.
- 3. Mengetahui bentuk perubahan dasar pantai akibat sedimen yang terjadi

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai upaya masukan untuk mencari model penempatan groin yang efektif dari segi panjang dan jarak antar groin dan sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan kedepannya.

1.5. Batasan Masalah

Dalam studi model groin ini diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

- 1. Model Penelitian, data angin, pasang surut, data karakteristik sedimen berdasarkan karakteristik pantai Semarang
- 2. Hanya mengacu pada massive straight-type groin
- 3. Input data arah angin dalam penelitian ini konstan satu arah
- 4. Hanya mengacu pada satu jenis tipe puncak groin tampang memanjang
- 5. Tidak menghitung biaya konstruksi groin
- 6. Tidak meninjau perubahan garis pantai.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. State of the Art

Pengembangan penelitian tentang groin telah banyak dilakukan baik itu berupa perencanaan maupun studi efektivitas dari groin.

Aulia Yustian (2016) dalam penelitian yang berjudul "Studi Efektivitas Groin Terhadap Perubahan Garis Pantai di Pantai Teluk Penyu Kabupaten Cilacap" melakukan penelitian membandingkan garis pantai sebelum dan sesudah adanya groin. Parameter yang dia gunakan adalah overlay peta batimetri pantai tahun 1983 dengan peta batimetri tahun 2011. Digunakan program bantu Software CEDAS dengan Modul NEMOS dan Sub-program GENESIS dilakukan peramalan 5 tahun. Hasil penelitian yang dilakukan di Pantai Teluk Penyu, disimpulkan bahwa groin dapat berfungsi secara efektif sebagai perangkap sedimen pada arah sejajar pantai dan bangunan stabilitas pantai dengan kemajuan garis pantai sebesar 60-70 meter.

Soni Senjaya Efendi (2015) juga melakukan penelitian dengan judul "Evolusi Perubahan Garis Pantai Setelah Pemasangan Bangunan Pantai". Bangunan Pantai yang dimaksud berupa groin yang terpasang di sepanjang pantai Sanur Bali dengan jarak masing-masing groin berbeda-beda. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah membandingkan garis pantai Sanur Bali tahun 2004 dengan garis pantai 2012 dan garis pantai tahun 2028 sebagai prediksi. Simulasi menggunakan software GENESIS dan mengkalibrasi model dengan pengukuran langsung dari BWS Bali. Hasil dari permodelan diketahui evolusi garis pantai yang kurang menguntungkan dan perlu upaya penanganan sebagai akibat adanya respon pantai terhadap arah gelombang, letak bangunan pantai, jarak antar bangunan, dan kontur kedalaman perairan.

2.2. Definisi Pantai

Pantai adalah sebuah bentuk geografis yang terdiri dari pasir, dan terdapat di daerah pesisir laut. Daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut. Panjang garis pantai ini diukur mengeliling seluruh pantai yang merupakan daerah teritorial suatu negara. Pantai terbentuk karena adanya gelombang yang menghantam tepi daratan tanpa henti, sehingga mengalami pengikisan, gelombang penghancur tersebut dinamakan gelombang destruktif. Penghantaman gelombang laut ke tepi daratan tanpa henti inilah yang mengakibatkan terjadinya erosial pada daratan pinggir pantai yang di mana terbawanya tanah dan lumpur ke dalam laut dan meninggalkan pasir dan kerikil yang tetap berada di daerah pantai. Pantai memiliki garis pantai, yang di mana garis pantai adalah batas pertemuan antara bagian laut dan daratan pada saat terjadi air laut pasang tertinggi. Garis laut dapat berubah karena adanya abrasi, yaitu pengikisan pantai oleh hantaman gelombang laut yang menyebabkan berkurangnya areal daratan.

2.3. Teori Gelombang Airy

Pada Gambar 2.1, menunjukkan suatu gelombang yang berada pada koordinat x,y. Gelombang menjalar pada arah sumbu x



Gambar 2.1 Sketsa Definisi Gelombang (SPM, 1984)

Beberapa notasi yang digunakan adalah :

- d : Jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut)
- η : Fluktuasi muka air terhadap muka air diam
- a: Amplitudo
- H: Tinggi gelombang
- L: Panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan
- T: Periode gelombang, yaitu interval wakyu yang diperlukan oleh partikel air untuk

kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya.

- C: Kecepatan rambat gelombang = L/T
- *k* : Angka gelombang = $2\pi/L$

 σ : Frekuensi gelombang = $2\pi/T$

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air dan panjang gelombang (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu: gelombang di laut dangkal, gelombang di laut transisi dan gelombang di laut dalam. Perbedaan dari masing-masing gelombang dijelaskan pada Tabel 2.1 berikut ini :

Kadalaman Dalatif	Laut	Laut	Laut
(d/L)	Dalam	Transisi	Dangkal
	d/L<1/25	1/25 <d 2<="" l<1="" td=""><td>d/L>1/2</td></d>	d/L>1/2
Cepat Rambat (c)	1,56 T	$\frac{gT}{2\pi}$ tankd	\sqrt{gd}
Panjang Gelombang (L)	1,56 T ²	$\frac{gT^2}{2\pi}$ tankd	$\sqrt{gd}T$

Tabel 2.1 Parameter Gelombang di Laut Dalam, Transisi dan Dangkal

(Sumber : SPM, 1984)

2.4. Pendangkalan Gelombang (Wave Shoaling)

Proses pendangkalan gelombang (*shoaling*) adalah proses berkurangnya tinggi gelombang akibat perubahan kedalaman. Kecepatan gerak gelombang juga berkurang seiring dengan pengurangan kedalaman dasar laut, sehingga menyebabkan puncak gelombang yang ada di air dangkal bergerak lebih lambat dibandingkan puncak gelombang yang berada di perairan yang lebih dalam.

Koefisien Shoaling dapat dituliskan dalam bentuk :

$$\frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{1xC_0}{2nC}} = Ks$$
 (2.1)

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{4\pi d/L}{\sinh(4\pi d/L)} \right)$$
(2.2)

Koefisien *shoaling* juga dapat diperoleh dari tabel A-1 Buku Perencanaan Bangunan Pantai, Triatmodjo 2011.

Maka tinggi gelombang pada kedalaman Ho akibat adanya refraksi dan shoaling adalah:

$$H = Ks . Ho$$
(2.3)
di mana,

Ks : koefisien Shoaling

Kr : koefisien Refraksi

Ho : tinggi gelombang di laut dalam

2.5. Refraksi Gelombang

Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah di mana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, d/L0 > 0,5, yaitu di laut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi di laut transisi dan dangkal, dasar laut mempengaruhi gelombang. (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Gambar 2.2 menunjukkan contoh refraksi gelombang di daerah pantai yang mempunyai garis kontur dasar laut dan garis pantai yang tdak teratur. Suatu deretan gelombang di laut dalam mempunyai panjang gelombang L0 dan garis puncak gelombang sejajar bergerak menuju pantai. Setelah melewati kontur dengan kedalaman relatif d/L0 > 0,5; garis puncak gelombang yang semula lurus berubah bentuk dan berusaha untuk sejajar dengan garis kontur dan garis pantai. Garis ortogonal gelombang membelok dalam arah menuju tegak lurus garis kontur. Pada lokasi satu, garis ortogonal gelombang menguncup. Sedangkan, di lokasi dua garis ortogonal gelombang menyebar.



Gambar 2.2 Refraksi Gelombang (Bambang Triatmodjo, 2011)

Perubahan arah gelombang karena refraksi tersebut menghasilkan konvergensi (pengucupan) atau divergensi (penyebaran) energi gelombang dan mempengaruhi energi gelombang yang terjadi di suatu tempat di daerah pantai. (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Apabila ditinjau gelombang di laut dalam dan di suatu titik yang ditinjau, maka

$$\sin\alpha = \left(\frac{c}{c_0}\right)\sin\alpha_0\tag{2.4}$$

di mana:

 α : Sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur di dasar di mana gelombang melintas

 α_0 : Sudut yang sama yang diukur saat garis puncak gelombang melintasi kontur berikutnya

Co: Kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur Pertama

C: Kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur berikutnya



Gambar 2.3 Refraksi Gelombang pada kontur Lurus dan Sejajar (Bambang Triatmodjo, 2011)

Pada Gambar 2.3, jarak antara ortogonal di laut dalam dan disuatu titik adalah bo dan b. Apabila kontur dasar laut adalah lurus dan sejajar maka jarak x di titik 0 dan di titik berikutnya adalah sama sehingga :

$$x = \frac{b_0}{\cos\alpha_0} = \frac{b}{\cos\alpha} \tag{2.5}$$

maka koefisien refraksi (Kr) adalah

$$K_r = \sqrt{\frac{b_0}{b}} = \sqrt{\frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha}} \tag{2.6}$$

2.6. Difraksi Gelombang

Difraksi gelombang terjadi apabila gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pemecah gelombang (*breakwater*), maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung dibelakangnya seperti pada Gambar 2.4 (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Apabila tidak terjadi difraksi gelombang, daerah di belakang rintangan akan tenang. Tetapi karena adanya proses difraksi maka daerah tersebut terpengaruh oleh gelombang datang. Transfer energi ke daerah terlindung menyebabkan terbentuknya gelobang di daerah tersebut, meskipun tidak sebesar gelombang di luar daerah terlindung (Triatmodjo, Bambang : 2011).



Gambar 2.4 Difraksi Gelombang di Belakang Rintangan (Bambang Triatmodjo, 2011)

Pada perhitungan difraksi gelombang, tinggi gelombang di suatu tempat di daerah terlindung tergantung pada jarak titik tinjau terhadap sudut rintangan r, sudut antara rintangan dan garis yang menghubungkan titik tersebut dengan ujung rintangan β , dan sudut antara arah penjalaran gelombang dan rintangan θ (Gambar 2.4). Perbandingan antara tinggi gelombang di titik yang terletak di daerah terlindung dan tinggi gelombang datang disebut koefisien difraksi K'. Nilai K' diberikan dalam tabel difraksi. (Triatmodjo, Bambang : 2011).

$$H_A = K' H_P \tag{2.7}$$

di mana,

*H*_A :Tinggi gelombang yang ditinjau

*H*_P : Tinggi gelombang di ujung rintangan

2.7. Refleksi Gelombang

Gelombang yang mengenai atau membentur suatu bangunan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Refleksi gelombang di dalam pelabuhan akan menyebabkan ketidaktenangan di dalam perairan pelabuhan. Suatu bangunan yang mempunyai sisi miring dan terbuat dari tumpukkan batu akan bisa menyerapp energi gelombang lebih banyak dibanding dengan bangunan tegak dan masif. Pada bangunan vertikal, halus, dan dinding tidak elastis, gelombang akan dipantulkan seluruhnya. Gambar 2.5 adalah bentuk profil muka air di depan bangunan vertikal disebut dengan gelombang berdiri (*standing wave*). Besar kemampuan suatu benda memantulkan diberikan oleh koefisien refleksi, yaitu perbandingan antara tinggi gelombang refleksi Hr dan tinggi gelombang datang Hi.

Koefisien refleksi bangunan diperkirakan berdasarkan tes model. Koefisien refleksi berbagai tipe bangunan diberikan pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tipe Bangunan	Х
Dinding vertikal dengan puncak di atas air	0,7-1,0
Dinding vertikal dengan puncak terendam	0,5-0,7
Tumpukan batu sisi miring	0,3-0,6
Tumpukan blok beton	0,3-0,5
Bangunan vertikal dengan peredam energi (diberi lubang)	0,05-0,2

Tabel 2.2 Koefisien Refleksi

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 2011)



Gambar 2.5 Standing Wave (SPM, 1984)

2.8. Gelombang Pecah

Jika gelombang menjalar dari tempat dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang tersebut akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang.

Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\frac{Hb}{H'_{0}} = \frac{1}{3,3\left(\frac{H'_{0}}{L_{0}}\right)^{\frac{1}{3}}}$$
(2.8)

Kedalaman air di mana gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut:

$$\frac{db}{Hb} = \frac{1}{b - \left(\frac{aHb}{gT^2}\right)} \tag{2.9}$$

di mana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan diberikan oleh persamaan berikut:

$$a = 43,75(1 - e^{-19m}) \tag{2.10}$$

$$b = \frac{1.55}{(1+e^{-19,5m})} \tag{2.11}$$

di mana,

Hb : tinggi gelombang pecah

H'0: tinggi gelombang laut dalam ekivalen

L0 : panjang gelombang di laut dalam

db : kedalaman air saat gelombang pecah

m: kemiringan dasar laut

g : percepatan gravitasi

T : periode gelombang

Selain itu, tinggi dan kedalaman gelombang pecah dapat dihitung dengan menggunakan metode SPM melalui Gambar 2.6 dan Gambar 2.7.



Gambar 2.6 Penentuan Tinngi Gelombang Pecah (Shore Protection Manual, 1984)



Gambar 2.7 Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah (Bambang Triatmodjo, 2011)

Galvin (1966) mengklasifikasi bentuk gelombang ketika gelombang tersebut *pecah. Keempat bentuk gelombang pecah tersebut antara lain:*

- 1. *Plunging Breaker*. Pecahan gelombang ini terjadi ketika seluruh puncak gelombang melewati kecepatan gelombang, berbentuk cembung kearah kebelakang dan cekung kearah depan, puncak gelombang menggulung ke depan kemudian menghantam ke depan. Pecahan ini terjadi pada pantai yang lebih miring dibanding dengan tipe *spilling breaker*.
- 2. *Spilling Breaker*. Pecahan gelombang ini terjadi ketika gelombang sudah pecah sebelum tiba ke bibir pantai karena puncak gelombang tidak mampu menahan bentuknya (tidak stabil) sehingga turun sebagai buih-buih putih dan gelembung. Pecahan gelombang ini menjalar pada dasar pantai yang landau sehingga reaksi gelombangnya lebih lambat, dan lama.
- 3. *Surging Breaker*. Pecahan gelombang ini terjadi tepat di tepi pantai pada kondisi pantai yang memiliki dasar curam. Karena gelombang pecah di tepi pantai, maka zona surf menjadi semakin sempit.
4. *Collapsing breaker*. Pecahan gelombang ini bentuk transisi antara tipe *plunging* dan tipe *surging*. Terjadi pada pantai yang kemiringan dasarnya curam.

Galvin (dalam Dackombe dan Gardiner, 1983) mengusulkan jenis gelombang pecah dalam hitungan rumus dengan mencari nilai koefisien gelombang pecah (Nilai I) sebagai berikut:

$$I = \frac{H}{L \cdot tg^2 \beta} \tag{2.12}$$

Keterangan :

I : Tipe gelombang pecah (tanpa satuan)

H : Tinggi gelombang perairan (meter)

L : Panjang gelombang perairan (meter)

B : Sudut lereng dasar pantai (derajat)

Tabel 2.3 Nilai I dan Jenis Gelombang Pecah Galvin

Nilai I	Jenis Gelombang Pecah
I > 4.8	Spilling
0.09 <i<4.8< td=""><td>Plunging</td></i<4.8<>	Plunging
I<0.09	Surging atau Collapsing

2.9. Gelombang Representatif

Gelombang representatif merupakan pemilihan tinggi dan periode gelombang individu (*individual wave*) yang dapat mewakili suatu spektrum gelombang. Apabila tinggi gelombang dari suatu pencatatan diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah , maka akan dapat ditentukan tinggi Hn yang merupakan rerata dari n persen gelombang tertinggi.

2.10. Pembangkitan Gelombang

Di dalam pembangkitan gelombang, perlu diketahui beberapa parameter berikut ini:

1. Kecepatan rerata angin Uw di permukaan air

2. Arah Angin

3. Panjang daerah pembangkitan gelombang di mana angin mempunyai kecepatan dan arah konstan (*fetch*)

4. Lama hembusan angin pada fetch

2.10.1. Angin

Angin merupakan pembangkit gelombang laut. Oleh karena itu data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan arah gelombang di lokasi. Data angin diklasifikasikan berdasarkan kecepatan dan arah yang kemudian dihitung besarnya persentase kejadiannya. Arah angin dinyatakan dalam bentuk delapan penjuru arah mata angin (Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat dan Barat Laut). Kecepatan angin disajikan dalam satuan knot.

Angin yang berhembus di atas permukaan air yang semula tenang, akan menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut dengan timbulnya riak gelombang kecil. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut akan menjadi besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh kecepatan angin (U), lama hembusan angin (D), *fetch* (F) dan arah angin. Pada umumnya pengukuran angin dilakukan didaratan, sedangkan di dalam persamaan atau grafik pembangkitan gelombang yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Oleh karena itu, diperlukan transformasi dari data angin di daratan yang terdekat di lokasi studi ke data angin di atas permukaan laut (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Hubungan antara angin diatas laut dan angin diatas daratan terdekat diberikan oleh persamaan berikut,

$$R_{L} = \frac{u_{W}}{u_{L}}$$
dimana,
$$RL : \text{Faktor koreksi terhadap kecepatan angin di darat (Gambar 2.8)}$$
(2.13)

UW: Kecepatan angin di atas permukaan laut (m/dt)

UL : Kecepatan angin di atas daratan (m/dt)



Gambar 2.8 Hubungan Kecepatan Angin di Laut dan Darat (Bambang Triatmodjo, 2011)

Setelah dilakukan konversi kecepatan angin, maka kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin (wind stress faktor) dengan persamaan

$$UA = 0.71U^{1.23} \tag{2.14}$$

di mana,

U: Kecepatan angin dalam m/det.

UA: Faktor tegangan angin (wind stress factor)

Beberapa rumus atau grafik didasarkan pada kecepatan angin yang diukur pada y=10 m. Apabila angin tidak diukur pada elevasi 10 m, maka kecepatan angin harus dikonversikan pada elevasi 10 m dengan menggunakan SPM, (Triatmodjo, Bambang : 2011).

$$U_{(10)} = U_{(y)} \left(\frac{10}{y}\right)^{\frac{1}{7}}$$
(2.15)

di mana,

 $U_{(10)}$: kecepatan angin di elevasi 10 m

 $U_{(y)}$: kecepatan angin pada ketinggian $\neq 10$ m dan

y < 20m

2.10.2. Fetch

Fetch adalah daerah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki kecepatan dan arah angin yang relatif konstan. Arah angin masih dianggap konstan apabila perubahannya tidak sampai 15°. sedangkan kecepatan angin masih dianggap konstan apabila perubahannya tidak lebih dari 5 knot (2,5 m/dt) (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Di dalam peninjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut. Panjang *fetch* membatasi waktu yang diperlukan gelombang untuk terbentuk karena pengaruh angin, jadi mempengaruhi waktu untuk mentransfer energi angin ke gelombang. *Fetch* ini berpengaruh pada periode dan tinggi gelombang yang dibangkitkan. Semakin panjang jarak *fetch*nya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar dan periode gelombangnya akan semakin lama. Di daerah pembangkitan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Untuk memperoleh hasil dari *fetch* rerata efektif digunakanlah rumus di bawah ini:

$$F_{eff} = \frac{\Sigma(X_i \cdot \cos \alpha_i)}{\Sigma \cos \alpha_i}$$
(2.16)
di mana,

Feff : *Fetch* rerata efektif

Xi : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*

α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.
 Lihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Fetch (Bambang Triatmodjo, 2011)

2.11. Spektrum Gelombang

Sifat gelombang laut tergolong acak tak tentu baik besar gelombang maupun arah gelombang. Karena sifat gelombang ini besar energi gelombang sulit untuk di ukur. Gelombang acak terbentuk dari gabungan gelombang sinusoidal dengan berbagai variasi periode dan panjang suatu gelombang. Dasar dari analisa spektrum gelombang adalah menguraikan suatu gelombang yang acak menjadi suatu susunan gelombang yang teratur dari berbagai tinggi dan frekuensi gelombang.

Pada Shore protection manual (1984), Hasselmann et al. (1973) telah membuktikan bahwa spectrum peningkatan angin laut secara aktif dapat diwakili oleh salah satu bentuk spektrum gelombang. Bentuk spektrum angin laut tersebut didapat dari:

$$E(f) = \frac{\alpha g^2}{(2\pi)^4 f^5} e^a \gamma^b$$
(2.17)

Dimana :

$$a = -\left[\frac{(f - f_m)^2}{2\sigma^2 f_m^2}\right]$$
(2.18)

$$b = exp - \left[\frac{(f - f_m)^2}{2\sigma^2 f_m^2}\right]$$
(2.19)

Dimana f_m adalah frekuensi dari puncak spektrum dan α , σ , γ adalah koefisien yang sesuai dengan pengamatan spektrum atau terhitung sebagai fungsi dari *dimensionless fetch* (hasselmann et al.,(1973,1975). Formula di atas disebut juga dengan bentuk spektrum *Joint North Sea Wave Project* (JONSWAP) dengan percobaan lapangan yang menjadi dasarnya.

2.12. Fluktuasi Muka Air Laut

2.12.1. Elevasi Muka Air Rencana

Elevasi muka air laut rencana merupakan penjumlahan dari beberapa parameter yaitu pasang surut, tsunami, *wave set-up, wind set-up,* dan kenaikan muka air karena perubahan suhu global. Gambar 2.10 menunjukkan contoh penentuan elevasi muka air rencana.



Gambar 2.10 Elevasi Muka Air Laut Rencana tanpa Tsunami (Bambang Triatmodjo, 2011)

2.12.2. Kenaikan Muka Air Karena Gelombang (Wave Set-Up)

Fluktuasi muka air terhadap muka air diam di daerah pantai disebabkan oleh gelombang yang bergerak dari arah laut menuju pantai. Pada waktu gelombang mengalami *breaking*, akan terjadi penurunan elevasi muka air rerata terhadap elevasi muka air diam di sekitar lokasi gelombang tersebut. Kemudian dari titik di mana gelombang pecah, permukaan air rerata miring ke atas kearah pantai. Turunnya muka air laut dikenal dengan *wave set down*, sedangkan naiknya muka air laut disebut *wave set up* (Triatmodjo, Bambang : 2011). Seperi ditunjukkan dalam gambar 2.11.



Gambar 2.11 Wave set-up dan set-down (Bambang Triatmodjo, 2011)

Besar wave set-down di daerah gelombang pecah diberikan oleh persamaan :

$$Sb = -\frac{0.536H_b^{2/3}}{g^{1/2}T}$$
(2.20)

di mana,

Sb : *Set-down* di daerah gelombang pecah (m)

T : Periode gelombang (dt)

- H'0 : Tinggi gelombang laut dalam ekivalen (m)
- Hb : Tinggi gelombang pecah (m)

g : Percepatan gravitasi (m/dt²)

Besar wave set-up di pantai diberikan oleh persamaan :

 $\mathbf{S}_{\mathbf{W}} = \Delta \mathbf{S}_{\mathbf{S}_{\mathbf{b}}} \tag{2.21}$

Dengan menganggap db=1,28 Hb maka :

$$\Delta S = 0,15 \text{ db} \tag{2.22}$$

Diperoleh :

$$Sw = 0.19 \left[1 - 2.82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right] H_b$$
(2.23)

di mana :

- Sw : Set Up di daerah gelombang pecah (m)
- ΔS : Set Up antara daerah gelombang pecah dan pantai (m)
- Sb : Set Down di daerah gelombang pecah (m)
- Hb : Tinggi gelombang pecah (m)
- Db : Kedalaman gelombang pecah (m)
- T : Periode gelombang (dt)
- g : Percepatan gravitasi (m/dt²)

2.12.3. Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik menarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Pengetahuan tentang pasang surut adalah penting di dalam perencanaan bangunan pengaman pantai dan pelabuhan. Elevas muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) sangat penting untuk merencanakan bangunan-banguna tersebut (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut)yang berurutan. Periode pasang surut bisa 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit, yang bergantung pada tipe pasang surut. Periode pada mana muka air naik disebut pasang, sedangkan pada saat air turun disebut surut (Triatmodjo, Bambang : 2011).

2.12.3.1.Beberapa Tipe Pasang Surut

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe, yaitu:

1. Pasang surut harian tunggal (*diunal tide*)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.

2. Pasang surut harian ganda (semi diunal tide)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan dan teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.

3. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

 Pasang surut condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

2.12.3.2. Beberapa Definisi Elevasi Muka Air

Mengingat elevasi muka air laut yang selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, yang dapat digunkan sebagai pedoman di dalam perencanaan suatu bangunan pantai. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- 1. Muka air tinggi (*high water level/HWL*), yaitu muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam suatu siklus pasang surut.
- 2. Muka air rendah (*low water level/LWL*), yaiu kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam suatu siklus pasang surut.
- 3. Muka air tinggi rata-rata (*mean high water level/ MHWL*), yaitu rata-rata dari muka air tinggi selama 19 tahun.
- 4. Muka air rendah rata-rata (*mean low water level/ MLWL*), yaitu rata-rata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- 5. Muka air rata-rata (*mean sea level/ MSL*), yaitu muka air rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi daratan.
- 6. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level/ HHWL*), yaitu muka air tertingi pada saat pasang surut purnama/ bulan mati.

7. Muka air rendah terendah (*lowest low water level/ LLWL*), yaitu air terendah pada saat pasang surut purnama.

2.13. Peta Bathimetri

Bathimetri adalah pengukuran kedalaman dari air lautan dan danau, juga segala informasi yang didapatkan dari pengukuran tersebut. Survey bathimetri bertujuan untuk mendapatkan data bathimetri yaitu berupa peta bathimetri. Peta bathimetri diperlukan untuk mengetahui keadaan kedalaman laut di sekitar lokasi pekerjaan. Peta ini digunakan untuk mengetahui kondisi gelombang di lokasi pekerjaan (Triatmodjo, Bambang : 2011).

2.14. Transport Sedimen dan Morfologi Pantai

Gelombang dan arus di laut dapat mengangkut sedimen sejajar garis pantai dan tegak lurus garis pantai. Pergerakan sedimen ini dapat menyebabkan perubahan morfologi pantai berupa perubahan kedalaman dan perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai bisa terjadi karena adanya erosi maupun sedimentasi.

2.15. Groin

Groin adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai dan berfungsi untuk menahan transport sedimen sepanjang pantai sehingga bisa mengurangi atau menghentikan erosi yang terjadi (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Groin hanya bisa menahan transport sedimen sepanjang pantai. Apabila groin ditempatkan pada pantai yang terabrasi, maka groin akan menahan gerak sedimen tersebut, sehingga sedimen mengendap di hulu (terhadap arah transport sedimen sepanjang pantai). Sedangkan di sebelah hilir groin, angkutan sedimen masih tetap terjadi sementara, sementara suplai sediment dari hulu terhalang oleh bangunan, akibatnya daerah hilir mengalami defisit sedimen sehingga pantai mengalami erosi. Keadaan tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan garis p antai yang akan terus berlangsung sampai dicapai satu keseimbangan baru. Keseimbangan baru garis pantai adalah nol ($\alpha = 0$), di mana tidak terjadi lagi angkutan sediment sepanjang pantai (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Interaksi antara proses-proses pantai dengan groin atau system groin adalah rumit. Bagaimanapun ada sedikit prinsip dasar yang dapat diterapkan dalam perencanaan groin, antara lain :

- 1. Groin hanya dapat digunakan untuk menghentikan *Longshore transport* dan tidak dapat menghentikan *onshore-offshore transport*.
- 2. Pembentukan pantai di dekat groin tergantung besar dan arah *Longshore transport*. Arah tersebut tergantung dari sudut datang gelombang. Apabila arah datang gelombang normal terhadap garis pantai maka *longshore transport* akan sama dengan nol. Jadi cara groin mengurangi *longshore transport* adalah dengan membiarkan garis pantai berorientasi normal terhadap arah datang gelombang sehingga *longshore transport* sama dengan nol.
- 3. Akumulasi groin terhadap *longshore drift* memodifikasi profil pantai yang kemudian berusaha menata kembali bentuk alami pantai.
- 4. Arah yang didorong oleh gelombang kearah groin terkadang berbalik ke laut dalam bentuk arus balik (*rip current*) sepanjang sisi groin. Dengan cara ini groin dapat menambah jumlah sedimen yang bergerak ke laut.
- 5. Prosentase *longshore transport* yang melewati groin tergantung pada ukuran groin, ukuran *fillet, water level*, dan kondisi gelombang.
- *Longshore drift* yang terjadi pada fillet atas dicegah agar tidak mencapai fillet bawah dimana keseimbangan pasir lemah (tidak terlalu baik).

(Sumber : Shore Protection Manual, 1984)

Pada umumnya groin berupa bangunan lurus yang menjorok ke arah laut dan tegak lurus pantai. *Groin* memiliki beberapa tipe, ada tipe lurus, tipe T ataupun tipe L yang dapat dilihat pada Gambar 2.12. Pemilihan tipe-tipe *groin* bergantung kepada kegunaan dan kebutuhan perencanaannya.



Gambar 2.12 Tipe Groin (Bambang Triatmodjo, 2011)

Pembuatan groin untuk melindungi pantai yang rusak biasanya dikombinasikan dengan pengisian pasir. Groin berfungsi untuk mempertahankan agar pasir yang telah diisikan tidak tererosi kembali. Konsep dasar dari konservasi pantai ini adalah membagi seluruh pantai yang di tinjau menjadi sejumlah pias dan menstabilkan pantai dalam pias tersebut. Groin berfungsi sebagai pembatas dari masing-masing pias. Dengan demikian pasir hanya bergerak dalam pias.

2.16. Simulasi Permodelan Numerik

Metode simulasi ini menggunakan *depth-integrated 2-D model* transport sedimen yang dihasilkan oleh gelombang dan arus. Model *Spectral wave* digunakan untuk mensimulasikan transmisi gelombang statis dalam suatu area agar menghasilkan *current field* (arus) sebagai input dalam model *Hydrodynamic*. Sedangkan model *Hydrodynamic* digunakan untuk mensimulasikan sirkulasi alir (*water discharge* pada inlet dan outlet) sebagai input untuk model *Sediment Transport*. Terakhir model *Sediment Trasnport* di *running* untuk mensimulasikan npergerakan sedimen (baik *bed sediment transport* maupun *suspended of noncohesive sediment transport*) di suatu area guna mengetahui perpindahan sedimentasi terutama disekitar struktur.

2.16.1. Model Hydrodynamic

Pergerakan horizontal arus dalam 2-D disimulasikan dengan *Mike21 Flow Model FM*. Persamaan aliran (*governing equation*) dalam model ini menggunakan persamaan Kontinuitas dan persamaan Momentum (Navier-Stokes). Kedua persamaan diintegrasikan kedalam *depth* untuk mendapatkan persamaan hidrodinamika 2-D di perairan dangkal, dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

Persamaan Kontinuitas antara lain

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial uh}{\partial x} + \frac{\partial vh}{\partial y} = \frac{\partial h}{\partial t}$$
(2.24)

Persamaan Momentum (Navier-Stokes) antara lain

x-axis direction:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{1}{\rho h} \left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{g u \sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 h} + A_H \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$
(2.25)

y-axis direction:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} = -g\frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{1}{\rho h}\left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y}\right) + \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{c^2h} + A_H\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)$$
(2.26)

Dengan :

 η : Elevasi permukaan (m)

h : Total kedalaman (m)

u, v: Kecepatan arus, masing-masing dalam arah sumbu-x dan sumbu-y (m/s)

g : Percepatan gravitasi (9.8 m/s²)

 ρ : Massa jenis air laut (kg/m³)

 $S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$: Komponen *stress radiation* karena adanya gelombang. (S_{xy}) adalah komponen *stress radiation* yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu-x dan searah dengan sumbu y (kg/ms²).

C : Koefisien Chezy
$$(m^{1/2}/s)$$

$$A_H$$
 : Eddy viscosity (m²/s)

2.16.2. Model Sediment Transport

Model Sediment Transport disimulasikan dengan aplikasi tambahan pada *MIKE 21 Flow Model*, yaitu Sand transport module. Perhitungan model sediment transport yang dihasilkan oleh kombinasi arus dan gelombang, dihitung dengan melibatkan stress wave radiation dan perhitungan resultant flow.

Perhitungan transpor sedimen secara keseluruhan adalah jumlah *bed load* sediment transport dan suspended sediment transport. Secara matematis, perhitungan *bed load sediment transport* sebagai berikut

$$q_b = 5p(\sqrt{\theta'} - 0.07\sqrt{\theta_{cr}})\sqrt{(r_s - 1)gd} \ if \ \theta' > \theta_{cr}$$

$$\tag{2.27}$$

 θ' tegangan geser yang tidak berdimensi (*Shields parameter*). θ_{cr} adalah tegangan geser kritis ketika partikel bergerak. P didefinisikan dengan

$$p = \left[1 + \left[\frac{\frac{\pi}{6}b}{\theta' - \theta_{cr}}\right]^4\right]^{-\frac{1}{4}}$$
(2.28)

b adalah koefisien gesekan dinamis. Sedang tegangan geser (Shields parameter) didefinisikan sebagai

$$\theta' = \frac{U_f^2}{(r_s - 1)gd}$$
(2.29)

 U_f adalah kecepatan gesek dikarenakan aliran gelombang yang diekspresikan dalam bentuk matematikanya sebagai berikut

$$U = \frac{U_f}{k} ln \left(\frac{\frac{k_N}{30} + \delta}{\frac{k_N}{30}} \right)$$
(2.30)

Dengan

k	: Konstanta von Karman
k_N	: bed roughness
U	: <i>depth average velocity</i> (m/s)
U_f	: near-bed friction velocity (m/s)
δ	: Ketebalan <i>boundary layer</i>

Secara matematis, perhitungan suspended bed load sediment transport berdasarkan (Engelund and Fredsoe 1976) sebagai berikut

$$q_s = 11.6U_f c_b a \left(I_1 ln \left(\frac{30h}{k_N} \right) + I_2 \right)$$
(2.31)

 c_b adalah konsentrasi dasar dari suspended sediment dengan a=2d= referensi level untuk cb. I1 dan I2 adalah nilai integral Einstein, h adalah kedalaman air, dan k_N adalah bed roughness. Nilai c_b dapat didefinisikan dengan 065

$$c_b = \frac{0.65}{\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)^3} \tag{2.32}$$

Yang mana λ adalah konsentrasi linier yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\theta' - \theta_{cr} - \frac{\pi pb}{6}}{0.027r_s\theta'}} \ if \ \theta' > \theta_{cr} + \frac{\pi pb}{6} / 6$$
(2.33)

Integral I1 dan I2 masing-masing adalah fungsi integrasi yang tak berdimensi dengan tingkat referensi $(a_r = a/h)$ dan dari Rouse number

$$R_0 = \frac{W_0}{kU_f} \tag{2.34}$$

 W_0 adalah *fall velocity*. Nilai I₁ dan masing-masing terintegrasi pada interval z=a sampai z=h, yang mana z terhitung dari bawah.

2.16.3. Model Spectral Wave

MIKE 21 Spectral Wave Module adalah kebarahuan teknologi model spectral hubungan gelombang-angin. Model ini mensimulasikan pertumbuhan, penurunan dan transformasi gelombang yang dihasilkan oleh angin dan gelombang besar di daerah offshores (lepas pantai) dan Coastal Area (pantai). Model ini meliputi 2 formulasi yang berbeda diantaranya : Fully Spectral formulation dan Directional decoupled parametric formulation. Fully Spectral model meliputi beberapa fenomena fisik diantaranya :

- Pertumbuhan gelombang akibat angin
- Hubungan Non-linier antar gelombang
- Disipasi akibat white-capping
- Disipasi akibat bottom friction
- Disipasi dikarenakan gelombang pecah akibat kedalaman
- Refraksi dan pendangkalan akibat dari variasi kedalaman
- Hubungan antara gelombang dan arus
- Efek dari variasi waktu kedalaman air
- Efek dari lapisan es pada permukaan gelombang.

Di dalam model spectral wave, gelombang angin di representasikan oleh spektrum aksi densitas gelombang atau $N(\sigma,\theta)$. Parameter *Independent phase* telah dipilih sebagai frequensi sudut relative $\sigma = 2\pi f$ dan arah rambat gelombang, θ . Hubungan antara frekuensi sudut relative dan frekuensi sudut absolut, ω , didapat dari hubungan dispersi secara linier:

$$\sigma = \sqrt{gk \tan(kd)} = \omega - \bar{k}.\,\overline{U} \tag{2.35}$$

Dimana :

- g : Percepatan gravitasi (m/s^2)
- d : kedalaman air (m)
- \overline{U} : Kecepatan vektor arus (m/s)

\overline{k} : angka vektor gelombang dengan besar k dan direksi θ

Aksi densitas atau $N(\sigma,\theta)$ berhubungan dengan energi densitas $E(\sigma,\theta)$ dalam bentuk $N = \frac{E}{\sigma}$.

2.16.3.1. Model Equations Fully Spectral Formulation

Persamaan di dalam model *spectral wave* pada umumnya adalah persamaan keseimbangan gelombang aksi dirumuskan dalam *Cartesian* atau *Spherical* koordinat. Di dalam arah horizontal koordinat Cartesian, persamaan konservasi untuk gelombang aksi adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \bar{V}.\left(\bar{v}N\right) = \frac{s}{\sigma}$$
(2.36)

Dimana:

$N(\bar{x},\sigma,\theta,t)$:	aksi densitas
------------------------------	---	---------------

 $\bar{x} = (x, y)$: koordinat cartesian

 $\bar{v} = (c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta)$: kecepatan rambat suatu kelompk gelombang dalam fase ruang 4-dimensi, $\bar{x}, \sigma, dan \theta$

 \overline{V} : differential operation ruang 4 dimensi $\overline{x}, \sigma, dan \theta$

$$S = S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} + S_{surf}$$
(2.37)

Dimana:

 S_{in} : menunjukkan perpindahan momentum energi angin ke pembangkitan gelombang

 S_{nl} : transfer energi disebabkan hubungan non-linier antar gelombang

 S_{ds} : disipasi energi gelombang dikarenakan white capping (deep water wave breaking)

*S*_{bot} : disipasi akibat bottom friction

 S_{surf} : disipasi energi gelombang karena gelombang pecah akibat kedalaman.

2.16.3.2. Model Equations Directional Decoupled Parametric Formulation

Formulasi ini didasari pada parameterisasi persamaan konservasi gelombang aksi. Berdasarkan Holthuijsen et al. (1989), parameterisasi ini dibuat dalam domain frekuensi yang dimulai dari momen ke 0 dan momen pertama spectrum gelombang aksi sebagai variabel yang bergantung. Parameterisasi mengarah pada persamaan coupled berikut ini:

$$T_0 = \frac{\partial(m_0)}{\partial t} + \frac{\partial(c_x m_0)}{\partial x} + \frac{\partial(c_y m_0)}{\partial y} + \frac{\partial(c_\theta m_0)}{\partial \theta}$$
(2.38)

$$T_1 = \frac{\partial(m_1)}{\partial t} + \frac{\partial(c_x m_1)}{\partial x} + \frac{\partial(c_y m_1)}{\partial y} + \frac{\partial(c_\theta m_1)}{\partial \theta}$$
(2.39)

Dimana :

 $m_0(x, y, \theta) \operatorname{dan} m_1(x, y, \theta)$: momen ke 0 dan momen pertama dari spectrum $N(x, y, \sigma, \theta)$ berturut-turut.

 $T_0(x, y, \theta) \operatorname{dan} T_1(x, y, \theta)$: sumber fungsi berdasarkan spectrum.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi metode dan tahapantahapan yang sesuai dengan permasalahan pada penelitian. Referensi tersebut berupa langkah-langkah penyelesaian yang pernah dilakukan terkait dengan penelitian. Studi literatur ini dapat dilakukan dengan mencari bahan dari berbagai buku, jurnal dan sumber referensi lain yang sesuai dan dapat mendukung penelitian.

3.2. Survey Lokasi dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan data sekunder, laporan proyek, mempelajari buku, jurnal, tugas akhir, atau literatur lain yang berhubungan dengan judul yang dibahas. Lokasi penelitian ini mengambil model pantai kota Semarang. Dalam permodelan ini, data yang digunakan adalah permodelan kemiringan pantai yang ditentukan. Data-data yang diperlukan antara lain sebagai berikut :

1. Data Peta Bathimetri

Data berupa topografi/kemiringan permukaan dasar laut untuk pembuatan mesh model. Data batimetri ini di dapat dari Batimetri Gebco 2014. (sumber : https://www.gebco.net/).

2. Data Klimatologi

Data ini terdiri dari data angin rata-rata bulanan selama 5 tahun. Data ini diperlukan untuk menentukan gelombang datang. Data ini didapat dari BMKG Meteorologi Maritim Klas II Semarang

3. Data pasang surut

Data ini berisi besar pasang surut yang terjadi pada waktu pengukuran bulan tertentu. Data ini diperoleh dari data Pushidros tahun 2011

4. Data Partikel Sedimen

Data ini diperlukan untuk mengetahui pengaruh dari sedimen yang akan dilakukan simulasi. Data diperoleh dari penelitian Kajian Karakteristik Perairan Teluk Semarang (sumber: Wibowo, 2018)

3.3. Pengolahan Data dan Analisis Data

Pada Tahap ini dari data-data tersebut akan dilakukan beberapa analisis data diantaranya yaitu

- Analisis Peta Topografi dan Bathimetri, data ini diolah dan dianalisis untuk disesuaikan tingkat kebenaran data dengan membandingkan kemiringan dasar pantai dengan penelitian yang pernah ada. Kemudian diolah untuk mendapatkan file xyz sebagai inputan mesh model
- 2. Analisis Data Angin, data disajikan dalam bentuk mawar angina (*Windrose*), menghitung jarak angin bertiup tanpa rintangan (*fetch*), mencari sudut datang dan gelombang dari data ini,
- Analisis Data Pasang Surut, menguraikan komponen-komponen pasang surut menjadi Sembilan komponen-komponen harmonic penyusunnya, menghitung Elevasi muka Air penting diantaranya HHWL, MHWS, MHWL, MSL, MSL, MLWL, MLWS, dan LLWS.
- 4. Analisis Data Partikel Sedimen, menghitung komponen-komponen sedimen.

3.4. Skenario Panjang dan Jarak Groin

Pada tahap ini akan ada beberapa skenario model pemasangan groin yang digunakan berkaitan dengan Panjang dan jarak groin pada model. kenario ini di landasi dengan rasio antara Jarak (Lebar atau *Space* antar groin) dengan Panjang Groin (L/P) dengan Skenario L/P = 1, L/P= 3/2, L/P = 2, dan L/P = 3.

3.5. Membuat Mesh Model Simplifikasi

Dari data batimetri tersebut dibuatlah mesh model dengan software Mike Zero untuk dilakukan permodelan software. Mesh model yang dibuat adalah mesh model dengan berbagai scenario Panjang dan Jarak Groin dengan rasio L/P = 1, L/P= 1.5, L/P = 2, L/P = 3. Model yang dibuat dalam penelitian ini adalah bentuk penyederhanaan dari model aslinya dengan mengkalibrasi kemiringan kontur model dengan kemiringan yang sebenarnya.



Gambar 3.1. Mesh Model Simplifikasi L/P = 1



Gambar 3.2. Mesh Model Simplifikasi L/P = 1.5



Gambar 3.3. Mesh Model Simplifikasi L/P = 2



Gambar 3.4. Mesh Model Simplifikasi L/P = 3

3.6. Running Model

Dalam penelitian ini, modul running yang digunakan adalah *Coupled FM*. Modul ini memiliki nilai lebih dibanding modul biasanya karena perhitungan *Spectral Waves FM* dan *Flow Model FM* (*hydrodynamic model*) dalam waktu bersamaan.

强 New File		×
Product Types:	Documents:	
B G MIKE Zero MiKE 11 MiKE 21 MiKE 51 MiKE 51 MiKE 51 MiKE 51 MiKE 51 MiKE 51	Counted Mode PP (min) MIRE 21/3 OL MURE 21/3 Spil (noi) Particle Trac	
		OK Cancel

Gambar 3.5. Modul Coupled Model FM

3.7. Hasil yang Diperoleh

Hasil yang diperoleh berupa luasan dan volume sedimen daerah yang terlindungi oleh groin, kecepatan arus dan tinggi gelombang yang terjadi pada masing-masing titik tinjau di tiap scenario model. Kemudian membandingkan luasan dan volume tersebut terhadap rasio L/P groin tersebut.

3.8. Diagram Alir



Gambar 3.6. Diagram Alir (Flowchart)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum

Sebelum running model, dilakukan terlebih dahulu analisis kondisi pantai dengan mengumpulkan data penunjang antara lain data bathimetri, data kecepatan dan arah angin, dan data sedimen pantai. Data – data diatas didapatkan dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan survey lokasi dan dari data sekunder BMKG dan Gebco.



4.2. Analisis Peta Bathimetri

Gambar 4.1 Peta Bathimetri Model (Sumber : https://www.gebco.net/)

Dari peta bathimetri pada Gambar 4.1 diketahui bahwa pantai kota semarang untuk dijadikan model penelitian ini memiliki kemiringan dasar pantai sebesar berkisar antara 0.216% - 0.24%. Berdasarkan perhitungan kemiringan pantai pada penelitian sebelumnya berkisar antara 0.178% - 0.2% dengan kategori kemiringan pantai yang landai.

4.3. Analisis Data Pasang Surut

Data pasang surut ini diperlukan untuk input data boundary dalam menghitung simulasi model pada *Hydrodynamic model* dan *Spectral wave model*. Gambar 4.2 adalah grafik pengamatan pasang surut dari Dishidros tahun 2011 bulan Januari pantai Semarang.



Gambar 4.2 Grafik Pasang Surut Januari 2011, Semarang

Setelah perhitungan menggunakan Metode Admiralty dilakukan, diperoleh nilai Amplitudo (A) dan kelambatan fase (g^0) dapat dilihat pada Tabel 4.1

Hasil Perhitungan Akhir										
	S0 M2 S2 N2 K1 O1 M4 MS									
A (m)	0.60	0.060	0.103	0.001	0.220	0.070	0.001	0.089		
g°	0.00	269.96	307.88	262.65	26.94	162.25	84.01	111.82		
(Sumber: Perhitungan)										

Tabel 4.1 Konstanta dari data Pasang Surut Dishidros 2011

Setelah didapat Konstanta sesuai Tabel 4.1 tipe pasang surut dapat didefinisikan berdasarakan perhitungan bilangan *Formzaal* dengan perhitungan sebagai berikut:

$$F = \frac{A(O_1) + A(K_1)}{A(M_2) + A(S_2)} \tag{4.1}$$

dimana :

F <= 0.25 Pasang Surut Harian Ganda

0.25 < F < = 1.50 Pasang Surut Campuran Ganda Dominan 1.5 < F <= 3 Pasang Surut Campuran Tunggal Dominan F > 3 Pasang Surut Harian Tunggal

Dari rumus diatas didapatkan nilai F sebesar 1.775. Hal tersebut dapat dikategorikan sebagai pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) yang artinya dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, akan tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

Setelah komponen pasang surut didapatkan, maka elevasi pasang surut dapat dihitung. Elevasi tersebut berupa MSL (*Mean Sea Level*), LLWL (*Lowest Low Water Level*), MLWL (*Mean Low Water Level*), HHWL (*Highest High Water Level*), MHWL (*Mean High Water Level*). Hasil perhitungan dapat dlihat pada Tabel 4.2.

Elevasi	Perhitungan	Hasil (m)
MSL	So	0.60
LLWL	S0-(M2+S2+K2+K1+O1+P1)	0.147
MLWL	S0-(M2+K1+O1)	0.437
MHWL	$S_0+(M_2+K_1+O_1)$	0.763
HHWL	$S_0+(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$	1.053

Tabel 4.2 Elevasi Pasang Surut Pantai Semarang

4.4. Analisis Data Angin

Pada penelitian ini data angin didapatkan dari BMKG Semarang. Data yang didapatkan berupa data angin maksimum dan rata-rata perbulan selama 11 tahun. Data angin digunakan untuk menghitung analisa gelombang yang dipengaruhi oleh angin dan mengetahui distribusi kecepatan dan arah angin pada suatu daerah.

Dari data angin yang didapat dari BMKG, arah angin dominan dari arah utara dan arah barat laut. Gambar 4.3 merupakan penggambaran kondisi angin dalam bentuk Windrose pada lokasi penelitian kota Semarang. Prosentase Kejadian angin tiap arah dapat dilihat pada Tabel 4.3.

⁽Sumber: Perhitungan)



Gambar 4.3 Kondisi Kejadian angin (Windrose) Pantai Semarang (Sumber: BMKG Semarang)

Wind Velocity (m/s)	Е	Ν	NE	NW	S	SW	W	Grand Total
6-9	6.67%	28.33%	5.00%	10.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%
9-12	1.67%	8.33%	1.67%	6.67%	0.00%	3.33%	8.33%	30.00%
12-15	0.00%	1.67%	3.33%	5.00%	3.33%	0.00%	3.33%	16.67%
15-18	0.00%	0.00%	0.00%	3.33%	0.00%	0.00%	0.00%	3.33%
Grand Total	8.33%	38.33%	10.00%	25.00%	3.33%	3.33%	11.67%	100.00%

Tabel 4.2 Konstanta dari data Pasang Surut Dishidros 2011

(Sumber : Perhitungan)

4.5. Analisis Gelombang

Pada perhitungan Gelombang ini, komponen yang ingin didapatkan adalah besar kecepatan angin yang menyebabkan besar rambatnya gelombang dan tinggi dan periode gelombang untuk input pada model simulasi nanti.

4.5.1. Perhitungan Panjang Fetch

Arah angin yang berpengaruh pada pembangkitan gelombang ini adalah arah angin Utara, Barat Laut, Barat, Timur dan Timur Laut. Sedangkan arah Tenggara, Selatan, Barat Daya bukan merupakan daerah pembangkitan gelombang. Perhitungan panjang Fetch menggunakan software *Google Maps* untuk menentukan arah dan panjang yang akurat dengan menarik garis dari posisi awal sampai bertemu dengan pulau atau loksai yang berada didepannya berdasarkan arah yang ditentukan. Gambar 4.4 – Gambar 4.8 merupakan gambar garis Fetch yang ditarik terhadap masing-masing arah yang dituju dan menambahkan garis di sisi kanan maupun kiri masing-masing arah dengan penambahan sudut $6^{\rm o}$ sampai sudut $42^{\rm o}$



Gambar 4.4 Garis Fetch Arah Barat



Gambar 4.5 Garis Fetch Arah Barat Laut



Gambar 4.6 Garis Fetch Arah Utara



Gambar 4.7 Garis Fetch Arah Timur Laut



Gambar 4.8 Garis Fetch Arah Timur

Contoh perhitungan fetch antara lain :

- Mencari Sudut Deviasi (α) pada sisi kanan maupun kiri *fetch* utama (bergaris putih) dengan pertambahan sudut 6°, 12°, 18°, 24°, 30°, 36°, sampai 42°. lalu ukur Panjang garis tersebut dari lokasi penelitian sampai garis tersebut bertemu penghalang di depannya.
- Kemudian hitung besarnya Cos Sudut Deviasi (Cosα) dari masing-masing sudut baik di sebelah kanan maupun kiri garis fetch utama. Sudut *fetch* utama dianggap 0°.
- 3. Setelah panjang garis *fetch* utama maupun *fetch* sekunder (garis merah akibat pertambahan sudut deviasi), kalikan dengan masing-masing Cos α .
- 4. Jumlahkan semua pengalian antara *fetch* dengan Cos α .
- 5. Panjang *fetch* efektif dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$Feff = \frac{\sum (X_i \cdot \cos \alpha_i)}{\sum \cos \alpha_i}$$
(4.2)

Perhitungan panjang fetch dapat dilihat pada Tabel 4.3.

		Casar			Xi (km)			Xi Cos α					
	a	Cos a	W	NW	Ν	NE	Е	W	NW	Ν	NE	Е	
	42	0.74	690.05	448.13	31.39	3.11	0.00	512.81	333.03	23.33	2.31	0.00	
u	36	0.81	16.22	126.57	55.17	9.54	0.00	13.12	102.39	44.63	7.72	0.00	
ana	30	0.87	0.00	605.45	457.97	16.88	0.00	0.00	524.33	396.61	14.62	0.00	
×	24	0.91	0.00	928.38	431.53	19.84	0.00	0.00	848.11	394.22	18.12	0.00	
	18	0.95	0.00	509.35	474.78	22.00	0.00	0.00	484.42	451.54	20.92	0.00	
	12	0.98	0.00	484.88	123.35	24.03	0.00	0.00	474.29	120.65	23.50	0.00	
	6	0.99	0.00	559.10	125.84	31.64	2.61	0.00	556.03	125.15	31.47	2.59	
	0	1.00	0.00	594.93	119.11	31.10	2.92	0.00	594.93	119.11	31.10	2.92	
	6	0.99	0.00	627.58	130.91	55.21	3.35	0.00	624.14	130.19	54.91	3.33	
	12	0.98	0.00	4.00	643.90	529.86	14.46	0.00	3.92	629.83	518.28	14.14	
Kir	18	0.95	0.00	0.00	604.68	459.26	18.54	0.00	0.00	575.08	436.78	17.64	
	24	0.91	0.00	0.00	517.30	409.35	20.57	0.00	0.00	472.58	373.96	18.79	
	30	0.87	0.00	0.00	487.84	455.28	23.02	0.00	0.00	422.48	394.28	19.93	
	36	0.81	0.00	0.00	506.99	130.61	29.88	0.00	0.00	410.17	105.66	24.17	
	42	0.74	0.00	0.00	581.69	117.45	31.06	0.00	0.00	432.28	87.28	23.08	
	Total	13.51						525.93	4545.59	4747.84	2120.93	126.60	
			Panjang	Fetch Efek	38.93	336.44	351.41	156.98	9.37				

Tabel 4.3 Panjang Fetch Efektif dari Berbagai Arah Tinjau

(Sumber : Perhitungan)

4.5.2. Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang pada Laut Dalam

Pada perhitungan tinggi dan periode gelombang ini data yang digunakan adalah data Angin. Pada perhitungan gelombang alangkah lebih baiknya menggunakan data gelombang. Akan tetapi di Indonesia data gelombang tidak tersedia, sehingga perhitungan gelombang ini dilakukan menggunakan data angin yang merupakan factor terbentuknya gelombang. Dalam perhitungan gelombang ini, metode yang digunakan adalah metode *hindcasting*. Metode ini dijelaskan didalam SPM 1984 (*Shore Protection Manual*). Proses perhitungan untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang adalah sebagai berikut :

$$\frac{gt}{U_A} = 68.8 \cdot \left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{\frac{2}{3}} \le 7.15 \ x \ 10^4 \tag{4.3}$$

Apabila hasil nya lebih dari 7.15 x 10^4 , maka perhitungan masuk kedalam *Fully Developed Calculation*.

$$H_{m0} = 0.2433 \cdot \frac{U_A^2}{g}$$
(4.4)
$$T_p = 8.134 \cdot \frac{U_A}{g}$$
(4.5)

Apabila hasilnya kurang dari atau sama dengan 7.15 x 10⁴, maka perhitungan masuk kedalam *Non Fully Developed Calculation*.

$$t_c = 68.8 \cdot \left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{U_A}{g} \le t$$

$$(4.6)$$

Apabila nilai tc lebih kecil atau sama dengan t, maka perhitungan masuk kedalam *fetch limited calculation*.

$$H_{m0} = 0.0016 \cdot \frac{U_A^2}{g} \left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$
(4.7)
$$T_p = 0.2857 \cdot \frac{U_A}{g} \left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{\frac{1}{3}}$$
(4.8)

Apabila nilai tc lebih besar dari t, maka perhitungan masuk kedalam *Duration Limited Calculation*.

$$F = F_{min} = \left(\frac{gt}{68.8 \cdot U_A}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{U_A^2}{g}$$
(4.9)

Kemudian dari persamaan 4.9 masukkan nilai F kedalam persamaan 4.7 dan 4.8 untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang.

Dimana,

 H_{m0} = Tinggi gelombang signifikan menurut spectral energi (m)

 T_p = Periode puncak gelombang (s)

 T_d = lama angin berhembus (s)

$$F = Panjang fetch efektif (m)$$

U_A = Wind Stress Factor (Kecepatan Angin yang dimodifikasi, m/s)

Table 4.4 merupakan hasil perhitungan metode hindcasting gelombang tahun 2011 dengan menggunakan kecepatan dan arah angin rata-rata bulanan. Selanjutnya tinggi dan periode gelombang akan digunakan untuk input kedalam simulasi model pada *software* simulasi.

TAHUN	BIILAN	τ	L	Z	U(10)	ARAH	RI.	Uw= RL*UL	UA= 0.71 Uw^1.23	g	FETCH		gtd/UA		gtd/UA		gtd/UA			Tc	Fmin	Hm0	Тр
minon	Delini	knot	m/s	(m)	m/s		NL.	(m/s)	(m/s)	(m/s ²)	km	Hasil	Keterangan	detik	Hasil	Keterangan	m	meter	s				
	Januari	7	3.60	2	4.53	W	1.49	6.75	7.44	9.81	38.93	24937.20	Non Fully Developed	3600	18910.01	Duration Limited	3233.42	0.22	1.80				
	Februari	7	3.60	2	4.53	NW	1.49	6.75	7.44	9.81	336.44	105023.74	Fully Developed	3600	-	-	-	1.37	6.17				
	Maret	3	1.54	2	1.94	NW	1.81	3.52	3.33	9.81	336.44	306338.81	Fully Developed	3600	-	-	-	0.28	2.76				
	April	3	1.54	2	1.94	NW	1.81	3.52	3.33	9.81	336.44	306338.81	Fully Developed	3600	-	-	-	0.28	2.76				
	Mei	3	1.54	2	1.94	Е	1.81	3.52	3.33	9.81	9.37	28146.89	Non Fully Developed	3600	9562.88	Duration Limited	2164.31	0.08	1.20				
2011	Juni	3	1.54	2	1.94	Е	1.81	3.52	3.33	9.81	9.37	28146.89	Non Fully Developed	3600	9562.88	Duration Limited	2164.31	0.08	1.20				
2011	Juli	4	2.06	2	2.59	Е	1.71	4.43	4.43	9.81	9.37	19275.70	Non Fully Developed	3600	8699.28	Duration Limited	2494.46	0.11	1.39				
	Agustus	5	2.57	2	3.24	Е	1.56	5.05	5.20	9.81	9.37	15540.57	Non Fully Developed	3600	8243.23	Duration Limited	2704.30	0.14	1.51				
	September	4	2.06	2	2.59	Е	1.71	4.43	4.43	9.81	9.37	19275.70	Non Fully Developed	3600	8699.28	Duration Limited	2494.46	0.11	1.39				
	Oktober	4	2.06	2	2.59	Е	1.71	4.43	4.43	9.81	9.37	19275.70	Non Fully Developed	3600	8699.28	Duration Limited	2494.46	0.11	1.39				
	Nopember	3	1.54	2	1.94	E	1.81	3.52	3.33	9.81	9.37	28146.89	Non Fully Developed	3600	9562.88	Duration Limited	2164.31	0.08	1.20				
	Desember	7	3.60	2	4.53	W	1.49	6.75	7.44	9.81	38.93	24937.20	Non Fully Developed	3600	18910.01	Duration Limited	3233.42	0.22	1.80				

Tabel 4.4 Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang Laut Dalam

4.6. Parameter Sedimen

Pada penelitian ini, input data sedimen ini diambil dari data penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mardi Wibowo tahun 2018 dan data dari Laboratorium Geoteknik Balai Pengkajian Dinamika Pantai BPPT. Nilai konsentrasi sedimen melayang berkisar antara 0.028 - 0.063 gr/L pada perairan laut dengan kedalaman 2, 6 dan 8 meter. Sedangkan di muara sungai berkisar antara 0.036 - 0.079 gr/L. Sedimen dasar tergolong pasir halus dengan d50 berkisar antara 0.1 - 0.23 mm. Nilai porositas sedimen di pantai Semarang adalah 0.684% dengan massa jenis sedimen sebesar 2.446 gr/cm³ parameter sedimen ini diperlukan untuk input data kedalam simulasi sedimen nanti.

4.7. Uji Sensitivitas Model

Uji keandalan model sangat diperlukan untuk menilai apakah model tersebut dapat diandalkan atau tidak. Dengan kata lain model tersebut valid atau tidak untuk digunakan dalam proses atau tahap berikutnya. Dalam uji keandalan ini, penulis melakukan uji sensitivitas model dengan menggunakan model yang sudah disimplifikasi. Model yang akan diuji adalah model dengan ukuran mesh yang berbeda-beda untuk mencari prosentase perbedaan nilai tiap model pada *Hydrodynamic Module* dan *Spectral Wave Module*. Parameter pengujian ini antara lain dapat dilihat pada Tabel 4.5

	ruber ne i urumeter mpu	i Data Off Schöhlivitas	liouei	
Parameter	Format	Value	Unit	
Critical Courant- Friedrich Lewy	CFL	0.8	-	
Wave breaking, Specified gamma	Gamma	0.78	-	
Bed Resistance	Manning Number	32	m ^(1/3) /s	
No. of time steps	Time steps	24	-	
Time Step interval	Interval	3600	sec	
Eddy Viscosity	Smagorinsky formulation	0.28	-	
Bottom Friction	Sand grain size d50	0.00023	m	

Tabel 4.5 Parameter Input Data Uji Sensitivitas Model



Gambar 4.9 Domain Model Sintetik, Titik Tinjau Current dan garis tinjau Wave Height

4.7.1. Uji Sensitivitas Hydrodynamic Module

Pada pengujian ini, yang akan dibandingkan adalah besar nilai kecepatan arus pada suatu titik pada sebuah model. Yaitu dengan membandingkan nilai kecepatan arus pada model dengan ukuran mesh 15000 m², 10000 m², dan 5000 m². Semakin kecil suatu ukuran mesh maka semakin teliti perhitungan running dan semakin akurat nilai yang didapat. Akan tetapi akan memakan waktu simulasi yang cukup lama. Perbedaan hasil running 2-D dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4.10 Hasil Model Hydrodynamic dengan Ukuran Mesh 15000 m²


Gambar 4.11 Hasil Model *Hydrodynamic* dengan Ukuran Mesh 10000 m²



Gambar 4.12 Hasil Model Hydrodynamic dengan Ukuran Mesh 5000 m²

Dari hasil running tersebut didapatkan nilai kecepatan arus masing-masing model kemudian dibandingkan tiap model terhadap model yang ukuran meshnya paling besar. Dapat dilihat pada Tabel 4.6 hasil uji sensitivitas model.

Voordinat	Kecepatan Arus (m/s)	Kecepatan Arus (m/s)	Kecepatan Arus (m/s)
Koordinat	Mesh 15000 m ²	Mesh 10000 m ²	Mesh 5000 m ²
Point 1 (x=426475.931, y=9232974.41)	0.0401	0.029	0.03823
Point 2 (x=429023.615, y=9232317.108)	0.1819	0.18	0.1758
Point 3 (x=432157.266, y=9232266.154)	0.2018	0.2071	0.213
Selisih value terhadap mesh 15000 m² (%)	0%	1.84%	4.52%

Tabel 4.6 Hasil Uji Sensitivitas Current Speed Hydrodynamic Module

4.7.2. Uji Sensitivitas Spectral Wave Module

Sama halnya dengan pengujian sensitivitas pada Hydrodynamic module, pada pengujian ini , yang akan dibandingkan adalah besar tinggi gelombang pada suatu titik pada sebuah model. Yaitu dengan membandingkan nilai tinggi gelombang pada model dengan ukuran mesh 15000 m², 10000 m², dan 5000 m². Perbedaan hasil running 2-D dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4.13 Hasil Model Spectral Wave dengan Ukuran Mesh 15000 m²



Gambar 4.14 Hasil Model Spectral Wave dengan Ukuran Mesh 10000 m²



Gambar 4.15 Hasil Model Spectral Wave dengan Ukuran Mesh 5000 m²

Dari hasil running tersebut didapatkan nilai tinggi gelombang masingmasing model kemudian dibandingkan tiap model terhadap model yang ukuran meshnya paling besar. Dapat dilihat pada Gambar 4.16 hasil uji sensitivitas model. Dapat dilihat pada grafik tersebut perbedaan penggunaan mesh dari ukuran 15000 m² sampai ukuran 5000 m² tidak merubah hasil yang signifikan besar



Gambar 4.16 Grafik Tinggi Gelombang Spectral Wave Module

4.8. Hasil Perhitungan (Output Simulasi)

MIKE 21/3 Integrated Models menampilkan hasil simulasi dalam bentuk grafik, tabel dan model area simulasi. Hasil dalam bentuk grafik dan tabel dipakai untuk menampilkan hasil rinci berupa angka atau nilai dari perhitungan di lokasi / titik tertentu. Dibawah ini akan dipaparkan hasil perhitungan tiap modul dengan beberapa pilihan jenis tampilan. Hasil output ini dapat dilihat menggunakan *data viewer*. Pada penelitian ini, output simulasi yang dinginkan adalah kecepatan arus, gelombang, dan *bed level change* pada hasil durasi simulasi 3 bulan

4.8.1. Hasil Perhitungan Hydrodynamic Module

Setelah running simulasi model selesai dan *data viewer* hasil simulasi *HD module* dibuka, maka akan tampil data model *area* seperti Gambar 4.17. Terdapat output yang dihasilkan dari perhitungan, pilih **'Current Speed'** dan pilih *time series* yang dinginkan. Dalam penelitian ini, simulasi yang digunakan adalah <u>simulasi</u> <u>selama 2 bulan</u>. Jadi atur *time series* pada <u>1416</u>



Gambar 4.17 Tampilan Hasil *Running* Simulasi *Hydrodynamic Module* L/P=1

Dari hasil running tersebut, dapat diketahui besar kecepatan arus pada titik yang ingin ditinjau. Dalam penelitian ini, titik yang ditinjau terletak diantara 2 groin dan dibagi menjadi 8 titik tiap skenario karena ingin dibandingkan besar kecepatan arusnya. T1 dan T2 terletak di tengah diantara 2 groin atau L/2. T3 dan T4 terletak di sisi kiri groin bagian kanan, T5 dan T6 terletak di sisi kanan groin bagian kiri. T7 dan T8 terletak P/5 dari garis pantai seperti yang terlihat pada Gambar 4.18 – Gambar 4.21. Tabel 4.7 merupakan koordinat titik masing – masing skenario yang akan ditinjau. Jarak antara groin = L, Panjang groin = P.



Gambar 4.18 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Skenario L/P = 1



Gambar 4.19 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Skenario L/P = 1.5



Gambar 4.20 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Skenario L/P = 2



Gambar 4.21 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Skenario L/P = 3

	Skenari	o L/P =1	Skenario	o L/P =1.5	Skenario L/P =2		Skenario L/P =3	
ТІТІК	KOORDINAT X	KOORDINAT Y	KOORDINAT X	KOORDINAT Y	KOORDINAT X	KOORDINAT Y	KOORDINAT X	KOORDINAT Y
T1	428914.6	9232200	428914.6	9232200	428914.6	9232200	428914.6	9232200
T2	428914.6	9231600	428914.6	9231600	428914.6	9231600	428914.6	9231600
T3	429440	9232200	429740	9232200	430040	9232200	430640	9232200
T4	429440	9231600	429740	9231600	430040	9231600	430640	9231600
T5	428400	9232200	428100	9232200	427800	9232200	427200	9232200
T6	428400	9231600	428100	9231600	427800	9231600	427200	9231600
T7	428600	9231300	428300	9231300	428000	9231300	427400	9231300
Τ8	429200	9231300	429500	9231300	429800	9231300	430400	9231300

Tabel 4.7 Titik Tinjau Koordinat Hydrodynamic Module Tiap Skenario Groin

Dari masing – masing titik koordinat didapatkan besar Kecepatan Arus. Pada data viewer hasil simulasi, pilih *Data*, pilih *Time Series by Coordinates*, masukkan koordinat X, Y yang sudah disiapkan, lalu klik *OK*. Setelah itu akan muncul tampilan seperti Gambar 4.23



Gambar 4.22 Tampilan Input Titik Koordinat pada Data Viewer L/P = 3



Gambar 4.23 Tampilan Grafik Data Viewer L/P = 3

Setelah didapat grafik *Time series* pada data viewer, maka save grafik tersebut dan pisah berdasarkan titik dan durasi time series sesuai dengan yang dikehendaki. Klik kanan pada grafik, pilih *Save to dfs0*, pilih *OK*. Pilih lokasi penyimpanan dan beri nama file, kemudian pilih *Save*. Berikut tampilan hasil output modul *Hydrodynamic* yang menunjukkan kecepatan arus pada beberapa titik tinjau dari awal hingga time step yang di tentukan.



Gambar 4.24 Grafik Current Speed Titik Tinjau T1 Sampai T8 L/P = 3

Dari grafik *Time series* di atas, didapatkan nilai *Current Speed* yang terjadi pada time series yang di tinjau yaitu selama 2 bulan. Maka besar kecepatan arus tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.8

	-	-		
	Skenario 1 L/P=1	Skenario 2 L/P=1.5	Skenario 3 L/P=2	Skenario 4 L/P=3
	2 bulan	2 bulan	2 bulan	2 bulan
TITIK	Current Speed	Current Speed	Current Speed	Current Speed
	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
T1	0.15	0.153	0.146	0.168
T2	0.056	0.036	0.068	0.083
T3	0.129	0.165	0.186	0.176
T4	0.034	0.004	0.004	0.008
T5	0.097	0.075	0.049	0.072
T6	0.056	0.027	0.043	0.098
T7	0.008	0.018	0.006	0.046
T8	0.024	0.026	0.018	0.017

Tabel 4.8 Nilai Kecepatan Arus di setiap Titik dan Skenario Untuk Times Series 2 Bulan

Dari masing-masing skenario dapat dilihat perbedaan kecepatan arus yang terjadi yang dipengaruhi oleh jarak dan panjang antar groin. Gambar 4.25 menjelaskan grafik disetiap masing-masing skenario dan bisa membandingkan kecepatan arus disetiap skenario. Dari grafik tersebut membuktikan kecepatan arus di area groin, semakin mendekati arah pantai semakin kecil kecepatan arusnya. Kecepatan di titik T5 lebih Kecil dibanding kecepatan di titik T3 walaupun sama –

sama berada di dekat groin karena arah arus nya bergerak dari arah barat menuju timur. Kecepatan arus di titik T2 > T6 > T4 dan T3 > T1 > T5



Gambar 4.25 Rekap Current Speed Titik Tinjau T1 sampai T8 Tiap Skenario

4.8.2. Hasil Perhitungan Spectral Wave Module

Setelah running simulasi model selesai dan *data viewer* hasil simulasi Spectral Wave module dibuka, maka akan tampil data model area seperti Gambar 4.26. Terdapat output yang dihasilkan dari perhitungan, pilih **'Sign. Wave Height'** dan pilih **time series** yang dinginkan. Dalam penelitian ini, simulasi yang digunakan adalah <u>simulasi selama 2 bulan</u>. Jadi atur *time series* 1416.



Gambar 4.26 Tampilan Hasil Running Simulasi Spectral Wave Module L/P=1

Dari hasil running tersebut, dapat diketahui besar tinggi gelombang pada titik yang ingin ditinjau. Dalam penelitian ini, titik yang ditinjau sama dengan titik tinjau pada *Hydrodynamic Module* terletak diantara 2 groin dan dibagi menjadi 8 titik tiap skenario karena ingin dibandingkan besar kecepatan arusnya. T1 dan T2 terletak di tengah diantara 2 groin atau L/2. T3 dan T4 terletak di sisi kiri groin bagian kanan, T5 dan T6 terletak di sisi kanan groin bagian kiri. T7 dan T8 terletak P/5 dari garis pantai seperti yang terlihat pada Gambar 4.27 – Gambar 4.30. Tabel 4.9 merupakan koordinat titik masing – masing skenario yang akan ditinjau. Jarak antara groin = L, Panjang groin = P.



Gambar 4.27 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Tinggi Gelombang Skenario L/P = 1



Gambar 4.28 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Tinggi Gelombang SkenarioL/P = 1.5



Gambar 4.29 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Tinggi Gelombang Skenario L/P=2



Gambar 4.30 Tampilan Koordinat Titik Tinjau Tinggi Gelombang Skenario L/P=3

Tabel 4.9 1	litik Tinjau Ko	pordinat Spectro	al Wave Module	e Tiap S	Skenario C	iro1n

	Skenari	io L/P =1	Skenario	⊳ L/P =1.5	Skenario L/P =2		Skenario L/P =3	
ТІТІК	KOORDINAT X	KOORDINAT Y	KOORDINAT X	KOORDINAT Y	KOORDINAT X	KOORDINAT Y	KOORDINAT X	KOORDINAT Y
T1	428914.6	9232200	428914.6	9232200	428914.6	9232200	428914.6	9232200
T2	428914.6	9231600	428914.6	9231600	428914.6	9231600	428914.6	9231600
T3	429440	9232200	429740	9232200	430040	9232200	430640	9232200
T4	429440	9231600	429740	9231600	430040	9231600	430640	9231600
T5	428400	9232200	428100	9232200	427800	9232200	427200	9232200
T6	428400	9231600	428100	9231600	427800	9231600	427200	9231600
Τ7	428600	9231300	428300	9231300	428000	9231300	427400	9231300
T8	429200	9231300	429500	9231300	429800	9231300	430400	9231300
	D ·	•		1 1.	11.1 .1		1 7	1 1

Dari masing – masing titik koordinat didapatkan tinggi gelombang. Langkah-

langkah nya sama dengan *hydrodynamic module*. Pada data viewer hasil simulasi, pilih *Data*, pilih *Time Series by Coordinates*, masukkan koordinat X, Y yang sudah

disiapkan, lalu klik **OK**. Setelah didapat grafik *Time series* pada data viewer, maka save grafik tersebut dan pisah berdasarkan titik dan durasi time series sesuai dengan yang dikehendaki. Klik kanan pada grafik, pilih **Save to dfs0**, pilih **OK**. Pilih lokasi penyimpanan dan beri nama file, kemudian pilih **Save**. Berikut tampilan hasil output modul *Spectral Wave* yang menunjukkan tinggi gelombang pada beberapa titik tinjau dari onshore sampai offshore tiap skenario



Gambar 4.31 Grafik Wave Height L/P=1, L/P=1.5, L/P=2, L/P=3

Dari grafik *Time series* di atas, didapatkan nilai *Wave Height* yang terjadi pada time series yang di tinjau yaitu selama 2 bulan. Maka tinggi gelombang yang terjadi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.10

	Skenario 1 L/P=1	Skenario 2 L/P=1.5	Skenario 3 L/P=2	Skenario 4 L/P=3
TITIK	2 bulan	2 bulan	2 bulan	2 bulan
IIIK	Wave Height (m)	Wave Height (m)	Wave Height (m)	Wave Height (m)
T1	0.875	0.888	0.888	0.897
T2	0.397	0.409	0.3	0.385
T3	0.933	0.98	0.97	0.94
T4	0.375	0.344	0.355	0.357
T5	0.811	0.84	0.816	0.818
T6	0.338	0.32	0.338	0.381
Τ7	0.041	0.041	0.030	0.039
T8	0.045	0.034	0.045	0.035

Tabel 4.10 Nilai Tinggi Gelombang di setiap Titik dan Skenario Untuk Times Series 2 Bulan

Dari masing-masing skenario dapat dilihat perbedaan tinggi gelombang yang terjadi yang dipengaruhi oleh jarak dan panjang antar groin. Gambar 4.32 menjelaskan grafik disetiap masing-masing skenario dan bisa membandingkan tinggi gelombang disetiap skenario. Dari grafik tersebut membuktikan, semakin mendekati arah pantai semakin kecil tinggi gelombangnya. Tinggi Gelombang di titik T5 lebih kecil dibanding kecepatan di titik T3 walaupun sama – sama berada di dekat groin karena arah arus nya bergerak dari arah barat menuju timur. Dari grafik di bawah diketahui tinggi gelombang di titik T3 > T1 > T5 karena adanya bangunan groin di titik T5



2 bulan

				•	
	Titik Tinjau	L/P = 1 (%)	L/P = 1.5 (%)	L/P = 2 (%)	L/P = 3 (%)
normal	T1	0	0	0	0
Terhadap T1	T3	6.63	10.36	9.23	4.79
Terhadap T1	T5	-7.31	-5.41	-8.11	-8.81
D 1 1	1 4 4 4 1	1	1 1	1	

Tabel 4.11 Prosentase Perubahan Tinggi Gelombang Akibat Adanya Groin

Dari tabel 4.11 dapat disimpulkan dengan adanya bangunan groin terjadi perubahan tinggi gelombang yang dipengaruhi oleh bangunan groin. Arah gelombang datang dari arah Barat Laut. T1 adalah titik tinjau dimana titik tersebut jauh dari bangunan groin, tinggi gelombang dalam kondisi normal. T5 dan T3 adalah titik dekat dengan bangunan groin. Tinggi gelombang di titik T5 mengalami penurunan tinggi gelombang dari T1 sedangkan di titik T3 mengalami kenaikan tinggi gelombang.

4.8.3. Hubungan Antara Gelombang dan Kecepatan Arus

Dari perhitungan simulasi *HD module* dan *SW module*, didapat hasil tinggi gelombang dan kecepatan arus masing – masing titik tinjau yang terjadi pada masing – masing skenario.



Gambar 4.33 Grafik Hubungan antara Kecepatan Arus dengan Tinggi Gelombang yang Tertahan Skenario L/P = 1.



Gambar 4.34 Grafik Hubungan antara Kecepatan Arus dengan Tinggi Gelombang yang Tertahan Skenario L/P = 1.5



Gambar 4.35 Grafik Hubungan antara Kecepatan Arus dengan Tinggi Gelombang yang Tertahan Skenario L/P = 2





Dapat dilihat pada gambar grafik diatas, semakin besar kecepatan arusnya maka tinggi gelombang nya pun mengikuti naik, apabila kecepatan arus nya mengecil maka tinggi gelombangnya pun menurun.

4.8.4. Hasil Perhitungan Sand Transport Module

Setelah running simulasi model selesai dan *data viewer* hasil simulasi *Sand Transport module* dibuka, maka akan tampil data model *area* seperti Gambar 4.37. Terdapat output yang dihasilkan dari perhitungan, pilih **'Bed Level Change'** dan pilih *time series* yang dinginkan. Dalam penelitian ini, simulasi yang digunakan adalah <u>simulasi selama simulasi 3 bulan</u> dengan *Speed up factor* 4. Jadi simulasi bernilai sama dengan simulasi selama 1 tahun (12 bulan).



Gambar 4.37 Tampilan Hasil Running Simulasi Sand Transport L/P = 1.5 Dari hasil running tersebut, dapat diketahui besar tinggi gelombang pada titik yang ingin ditinjau. Dalam penelitian ini, titik yang ditinjau tidak sama dengan titik tinjau pada Hydrodynamic Module dan Spectral Wave Module seperti yang terlihat pada Gambar 4.38 – Gambar 4.41. Tabel 4.12 merupakan koordinat titik masing – masing skenario yang akan ditinjau.



Gambar 4.38 Tampilan Koordinat Tinjau Bed Level Change L/P = 1



Gambar 4.39 Tampilan Koordinat Tinjau Bed Level Change L/P = 1.5



Gambar 4.40 Tampilan Koordinat Tinjau *Bed Level Change* L/P = 2



Gambar 4.41 Tampilan Koordinat Tinjau *Bed Level Change* L/P = 3

	SKENAI	RIO 1 L/P=1	SKENAR	CIO 2 L/P=1.5	SKENAR	IO 3 L/P=2	SKENAR	IO 4 L/P=3
TITIK	Х	Y	Х	Y	Х	Y	Х	Y
T1	428514.6	9232265.5	428314.6	9232265.5	428114.6	9232265.5	427714.6	9232265.5
T2	428714.6	9232265.5	428614.6	9232265.5	428514.6	9232265.5	428314.6	9232265.5
T3	428914.6	9232265.5	428914.6	9232265.5	428914.6	9232265.5	428914.6	9232265.5
T4	429114.6	9232265.5	429214.6	9232265.5	429314.6	9232265.5	429514.6	9232265.5
T5	429314.6	9232265.5	429514.6	9232265.5	429714.6	9232265.5	430114.6	9232265.5
T6	428514.6	9232065.5	428314.6	9232065.5	428114.6	9232065.5	427714.6	9232065.5
T7	428714.6	9232065.5	428614.6	9232065.5	428514.6	9232065.5	428314.6	9232065.5
T8	428914.6	9232065.5	428914.6	9232065.5	428914.6	9232065.5	428914.6	9232065.5
T9	429114.6	9232065.5	429214.6	9232065.5	429314.6	9232065.5	429514.6	9232065.5
T10	429314.6	9232065.5	429514.6	9232065.5	429714.6	9232065.5	430114.6	9232065.5
T11	428514.6	9231865.5	428314.6	9231865.5	428114.6	9231865.5	427714.6	9231865.5
T12	428714.6	9231865.5	428614.6	9231865.5	428514.6	9231865.5	428314.6	9231865.5
T13	428914.6	9231865.5	428914.6	9231865.5	428914.6	9231865.5	428914.6	9231865.5
T14	429114.6	9231865.5	429214.6	9231865.5	429314.6	9231865.5	429514.6	9231865.5
T15	429314.6	9231865.5	429514.6	9231865.5	429714.6	9231865.5	430114.6	9231865.5
T16	428514.6	9231665.5	428314.6	9231665.5	428114.6	9231665.5	427714.6	9231665.5
T17	428714.6	9231665.5	428614.6	9231665.5	428514.6	9231665.5	428314.6	9231665.5
T18	428914.6	9231665.5	428914.6	9231665.5	428914.6	9231665.5	428914.6	9231665.5
T19	429114.6	9231665.5	429214.6	9231665.5	429314.6	9231665.5	429514.6	9231665.5
T20	429314.6	9231665.5	429514.6	9231665.5	429714.6	9231665.5	430114.6	9231665.5
T21	428514.6	9231465.5	428314.6	9231465.5	428114.6	9231465.5	427714.6	9231465.5
T22	428714.6	9231465.5	428614.6	9231465.5	428514.6	9231465.5	428314.6	9231465.5
T23	428914.6	9231465.5	428914.6	9231465.5	428914.6	9231465.5	428914.6	9231465.5
T24	429114.6	9231465.5	429214.6	9231465.5	429314.6	9231465.5	429514.6	9231465.5
T25	429314.6	9231465.5	429514.6	9231465.5	429714.6	9231465.5	430114.6	9231465.5
T26	428514.6	9231265.5	428314.6	9231265.5	428114.6	9231265.5	427714.6	9231265.5
T27	428714.6	9231265.5	428614.6	9231265.5	428514.6	9231265.5	428314.6	9231265.5
T28	428914.6	9231265.5	428914.6	9231265.5	428914.6	9231265.5	428914.6	9231265.5
T29	429114.6	9231265.5	429214.6	9231265.5	429314.6	9231265.5	429514.6	9231265.5
T30	429314.6	9231265.5	429514.6	9231265.5	429714.6	9231265.5	430114.6	9231265.5
T31	428329.6	9232265.5	428029.6	9232265.5	427729.6	9232265.5	427129.6	9232265.5
T32	428329.6	9232065.5	428029.6	9232065.5	427729.6	9232065.5	427129.6	9232065.5
T33	428329.6	9231865.5	428029.6	9231865.5	427729.6	9231865.5	427129.6	9231865.5
T34	428329.6	9231665.5	428029.6	9231665.5	427729.6	9231665.5	427129.6	9231665.5
T35	428329.6	9231465.5	428029.6	9231465.5	427729.6	9231465.5	427129.6	9231465.5
T36	428329.6	9231265.5	428029.6	9231265.5	427729.6	9231265.5	427129.6	9231265.5
T37	429499.6	9232265.5	429799.6	9232265.5	430099.6	9232265.5	430699.6	9232265.5
T38	429499.6	9232065.5	429799.6	9232065.5	430099.6	9232065.5	430699.6	9232065.5
T39	429499.6	9231865.5	429799.6	9231865.5	430099.6	9231865.5	430699.6	9231865.5
T40	429499.6	9231665.5	429799.6	9231665.5	430099.6	9231665.5	430699.6	9231665.5
T41	429499.6	9231465.5	429799.6	9231465.5	430099.6	9231465.5	430699.6	9231465.5
T42	429499.6	9231265.5	429799.6	9231265.5	430099.6	9231265.5	430699.6	9231265.5

Tabel 4.12 Titik Tinjau Koordinat Sand Transport Module Tiap Skenario Groin

Dari masing – masing titik koordinat didapatkan tinggi gelombang. Langkahlangkah nya sama dengan *hydrodynamic module* dan *spectral wave module*. Pada data viewer hasil simulasi, pilih *Data*, pilih *Time Series by Coordinates*, masukkan koordinat X, Y yang sudah disiapkan, lalu klik *OK*. Setelah didapat grafik *Time series* pada data viewer, maka save grafik tersebut dan pisah berdasarkan titik dan durasi time series sesuai dengan yang dikehendaki. Klik kanan pada grafik, pilih *Save to dfs0*, pilih *OK*. Pilih lokasi penyimpanan dan beri nama file, kemudian pilih *Save*. Berikut tampilan hasil output modul *Sand Transport Module* yang menunjukkan *bed level change* pada beberapa titik tinjau dari awal hingga time step yang di tentukan. Berikut grafik perbahan terhadap waktu titik tinjau T31 dan T37 tiap skenario. T31 terletak 15 meter dari arah kanan groin bagian barat sedangkan T37 terletak 15 meter dari arah kiri groin bagian timur.



Gambar 4.42 Grafik Bed Level Change (a) Titik 31 (b) Titik 37

Dari grafik tersebut dapat diketahui nilai bed level change-nya. Sehingga dapat diketahui volume sedimen yang tertahan di luas area antar groin yang tertahan tersebut. Luas area pada sedimen yang tertahan pada skenario groin L/P = 1, skenario L/P = 1.5, skenario L/P = 2 dan skenario L/P = 3 masing – masing adalah 10,000 m², 15,000 m², 20,000 m² dan 30,000 m² seperti terlihat pada Tabel 4.13

Skenario	Volume (m ³)			
Skellario	sedimen	erosi		
L/P = 1	4189.29	-8825.09		
L/P = 1.5	6458.43	-11288.26		
L/P = 2	11226.97	-33033.12		
L/P = 3	24404.14	-31378.40		
(Sumber: Perhitungan)				

Tabel 4.13 Luas dan Volume Sedimen yang Tertahan



Gambar 4.43 Grafik Volume Sedimen Yang Tertahan Dan Tererosi Tiap Skenario

Pada Gambar 4.113 menjelaskan grafik volume sedimen yang terjadi pada skenario groin L/P = 1, L/P = 1.5, L/P = 2, L/P = 3. Dari grafik tersebut membuktikan skenario L/P = 3 dari segi sedimen yang tertahan memiliki volume yang lebih besar dibanding skenario lainnya. Sedangkan skenario L/P = 2 dari segi sedimen yang tererosi memiliki volume yang paling besar.

4.8.5. Morfologi Dasar Pantai

Morfologi dasar pantai adalah bentang dasar pantai yang terjadi akibat aktivitas air di wilayah pantai. Perubahan dasar pantai ini dihasilkan oleh sedimen maupun erosi yang terjadi pada daerah yang terlindungi groin. Pada penelitian ini analisis morfologi dasar pantai diambil dari *data viewer sand transport module* dengan mengambil data *bed level* tiap titik koordinat lalu di proyeksikan kondisi awal dan kondisi akhirnya. Gambar 4.44 adalah gambar titik tinjau tampang memanjang kemiringan dasar pantai. Titik tersebut diambil 15 meter dari bangunan groin sebelah kiri dan sebalah kanan tiap masing-masing skenario. Gambar 4.45 – Gambar 4.52 gambar output proyeksi tampang memanjang morfologi dasar pantai



Gambar 4.44 Tampilan Koordinat Tinjau Bed level Skenario 2



Gambar 4.45 Garis Dasar Pantai Skenario 1 L/P = 1 T1-T6











Gambar 4.48 Garis Dasar Pantai Skenario 2 L/P = 1.5 T7-T12







Gambar 4.51 Garis Dasar Pantai Skenario 4 L/P = 3 T1-T6



Gambar 4.52 Garis Dasar Pantai Skenario 4 L/P = 3 T7-T12

Dari gambar diatas dapat dilihat kemiringan garis pantai tiap skenario. Untuk skenario L/P = 1, kemiringan dasar pantai pada kondisi awal untuk potongan T1-T6 dan Potongan T7-T12 berturut-turut 0.001998 dan 0.002046. Kemiringan dasar pantai berubah menjadi 0.001997 dan 0.002465. Terjadi perubahan kemiringan dasar pantai dari awal simulasi sampai akhir simulasi secara berturut-turut 0.075% dan 20.48%. Untuk skenario L/P = 1.5, skenario L/P = 2 dan skenario L/P = 3 dapat dilihat pada Tabel 4.14

Skenario	Potongan	S (sl	ope)	Prosentase
	υ	awal	akhir	(%)
SKENARIO	T1-T6	0.001998	0.001997	0.08
1 L/P= 1	T7-T12	0.002046	0.002465	20.48
SKENARIO	T1-T6	0.002109	0.002103	0.28
2 L/P= 1.5	T7-T12	0.002029	0.002518	24.10
SKENARIO	T1-T6	0.001951	0.001769	9.37
3 L/P= 2	T7-T12	0.002011	0.002430	20.83
SKENARIO	T1-T6	0.002002	0.002001	0.002
4 L/P= 3	T7-T12	0.002013	0.002534	25.90

Tabel 4.14 Perubahan Kemiringan Dasar Pantai Tiap skenario

(Sumber: Perhitungan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5 PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada penelitian thesis Model Numerik Hubungan Antara Jarak Dan Panjang Groin Terhadap Luas Pantai Yang Terlindungi, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

- Semakin besar rasio pemasangan groin, semakin besar volume sedimen yang tererosi pada bangunan groin. Pengaruh rasio L/P terhadap volume sedimen terjadi kenaikan dan penurunan yang linier (stable). Pada simulasi ini volume erosi yang terjadi lebih besar dibanding volume sedimen yang tertahan.
- 2. Semakin besar jarak antar groin yang terpasang, kecepatan arus yang terjadi semakin besar di titik L/2 dari bangunan groin dan titik T3 yang berada di sisi sebelah kiri 15 meter dari groin bagian timur. Sedangkan untuk di titik T5 yang berada di sisi sebelah kanan 15 meter dari groin bangunan barat, mengalami penurunan. Untuk tinggi gelombang di T3 dan T5 terjadi perbedaan tinggi karena terhalang oleh bangunan groin dan semakin lebar pemasangan groin ketinggian akan semakin menurun. Hal tersebut disebabkan karena adanya kehilangan energi atau tereduksi seperti gesekan kecepatan arus dengan bangunan groin.
- 3. Perubahan dasar pantai di setiap skenario berbeda-beda. Pada skenario 1 L/P = 1 potongan memanjang 15 meter di sebelah kanan bagian barat (potongan T1-T6) dan potongan memanjang 15 meter di sebelah kiri bagian timur (potongan T7-T12) mengalami perubahan kemiringan dasar pantai dari awal simulasi sampai akhir simulasi secara berturut-turut 0.075% dan 20.48%. Pada skenario 2 L/P = 1.5 potongan T1-T6 dan potongan T2-T7 mengalami perubahan kemiringan dasar pantai dari awal simulasi sampai akhir simulasi secara berturut-turut 0.28% dan 24.10%. Pada skenario 3 L/P = 2 potongan T1-T6 dan potongan T2-T7 mengalami perubahan kemiringan dasar pantai dari awal simulasi sampai akhir simulasi secara berturut-turut 9.37% dan 20.83%. Pada skenario 4 L/P = 3 potongan T1-T6 dan potongan T2-T7

mengalami perubahan kemiringan dasar pantai dari awal simulasi sampai akhir simulasi secara berturut-turut 0.002% dan 25.9%.

5.2. Saran

Berdasarkan pada penelitian tesis "Model Numerik Hubungan Antara Jarak Dan Panjang Groin Terhadap Luas Pantai Yang Terlindungi", penyusun ingin memberikan beberapa saran. Adapun saran yang dapat diberikan antara lain:

- Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, diharapkan adanya simulasi dari berbagai arah angin, jenis groin yang berbeda dan kemiringan kontur yang berbeda, agar dapat di bandingkan dengan data yang kami tulis ini. Karena semakin banyak variabel, semakin mudah mendapatkan hasil yang diinginkan.
- Diperhatikan ketika membuat mesh model terutama jumlah nodes. Semakin banyak nodes pada suatu model semakin rapat mesh yang akan didapat, semakin teliti pula nilai dari perhitungan yang akan didapat. Akan tetapi proses simulasi akan menjadi lama.
- 3. Khusus untuk running simulasi model, dibutuhkan PC atau Laptop dengan *core* yang besar agar proses running-nya bisa semakin cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- CERC. 1984. Shore Protection Manual Book 1, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- CERC. 1984. Shore Protection Manual Book II, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- Efendi, Soni Senjaya.; Dharma IGB Sila.;Suputra, Ketut. 2015. "Evolusi Perubahan Garis Pantai Setelah Pemasangan Bangunan Pantai". *Jurnal Spektran*, Vol. 3, No. 1.
- Kakisina, T.J. (2009). "Estimasi Efektifitas Penggunaan Groin Untuk Mengatasi Erosi pada Kawasan Pesisir Pantai Utara Teluk Baguala Ambon". Jurnal Teknologi, Vol. 6, No. 2, hal. 703-707.
- Larson, Magnus.; Hanson, Hans.; Kraus, Nicholas C. 1997. "Analytical Solutions of One-Line Model For Shoreline Change Near Coastal Structures". Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, 180-191.
- Nurdjaman, Susanna. 2017. "Numerical Simulation of Bed Level Changes Around Structure Due to Waves and Current". Jurnal Teknik Sipil ITB, Vol.24, No. 3.
- Satriadi, Alfi. 2012. "Studi Batimetri dan Jenis Sedimen Dasar Laut di Perairan Marina, Semarang, Jawa Tengah", *Buletin Oseanografi Marina*, Vol 1, Hal. 53-62.
- Setyawan, Wahyu B.; Pamungkas, A. 2017. "Perbandingan Karakteristik Oseanografi Pesisir Utara Dan Selatan Pulau Jawa : Pasang-surut, Arus, dan Gelombang". Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III.
- Tiatmodjo, Bambang. 2008. Teknik Pantai. Yogyakarta : Beta Offset.
- Tiatmodjo, Bambang. 2011. Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai. Yogyakarta : Beta Offset.
- Uijttewaal, Wim S.J. 2005. "Effects of Groyne Layout on the Flow in Groyne Fields: Laboratory Experiments". Journal Of Hydraulic Engineering. 782-791.
- Wibawa, D.P., Subardjo, P.; Rochaddi, Baskoro. 2017. "Pemetaan Batimetri di Perairan Juntinyuat, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat". *Jurnal Oseanografi*, Vol 6, No 1, hal. 30-38.
- Yudowaty, Shinta O.; Atmodjo, Warsito.; Wulandari, Sri Y. 2012. "Studi Transpor Sedimen Di Pantai Slamaran Pekalongan". *Journal of Oceanography*, Vol 1, No 2, hal. 197-204
- Yustian, Aulia.; S, Denny Nugroho.; Ismunarti, Dwi Haryono. 2016. "Studi Efektivitas Groin Terhadap Perubahan Garis Pantai di Pantai Teluk Penyu Kabupaten Cilacap". *Jurnal Oseanografi*, Vol 5, No 3, hal. 406-414.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

1. Model MIKE

Software MIKE adalah software permodelan *hydrodynamic* yang dibuat dan dikembangkan oleh DHI (*Danish Hydrodynamic Institute*). MIKE terdiri dari beberapa Modul yang dapat dilihat pada Gambar 4.9.

强 New File		×
New File Product Types: Product Types: MIKE 2ero MIKE 11 MIKE 21 MIKE 3 MIKE 21/3 Integrated Models MIKE 11/2 Integrated Models MIKE 51/2 Integrated Models MIKE 51/2 Integrated Models	Documents: Time Series (.dfs0) Profile Series (.dfs1) Data Manager (.dfsu,.mesh,.dfs2,.dfs3) Grid Series (.dfs3,.dfs2) Plot Composer (.plc) Result Viewer (.rev) Bathymetries (.batsf) Climate Change (.mzcc) Ercialn (.ercialn)	
	 Ecolab (.ecolab) Auto Calibration (.auc) EVA Editor (.eva) Mesh Generator (.mdf) Data Extraction FM (.dxfm) MIKE Zero Toolbox (.mzt) 	
MIKE Zero - a framework that gives acce	ss to DHI Software modelling systems	
		OK Cancel

Gambar Lampiran 1. Modul-Modul yang Ada pada Model Mike

Dalam penelitian ini, modul yang digunakan adalah modul *MIKE Zero* dan *MIKE 21/3 Integrated Models*. Untuk Modul *MIKE Zero* modul yang digunakan antara lain *Time Series* (.dfs0) untuk meginputkan data *time series* pasang surut dan *Mesh Generator* untuk (.mdf) membuat mesh daerah model. Sedangkan *MIKE 21/3 Integrated Models* modul yang digunakan adalah *Coupled Model FM* (.mfm) seperti yang dilihat pada Gambar Lampiran 2. *Coupled Model FM* ini terdapat 3 modul yang akan disimulasikan secara bersamaan antara lain *Hydrodynamic Module*, *Sand Transport Module* dan *Spectral Wave Module*. *Hydrodynamic Module* untuk memodelkan arus akibat angin dan pasang surut, *Sand Transport Module* untuk memodelkan gelombang dan arus akibat gelombang.

Terdapat 4 skenario simulasi untuk menganalisis perubahan sedimen, arus, dan gelombang pada bangunan groin yaitu skenario dengan L/P groin = 1, skenario L/P groin = 1.5, skenario L/P groin = 2, dan skenario L/P groin = 3. Dari empat skenario tersebut data input yang dimasukkan kedalam model seperti pasang surut, data gelombang, bathimetri, data sedimen sama kecuali data mesh model. Karena bentuk garis akibat groin berbeda tiap skenarionya.

🚰 New File		×
Product Types:	Documents:	
MiKE Zero MiKE HYDRO MiKE 11 MiKE 21 MiKE 3 MiKE 21/3 Integrated Models MiKE FLOOD MiKE SHE	Coupled Model FM (.mfm) MIKE 21/3 Oil Spill (.noil) MIKE 21/3 Particle Tracking (.npt)	
Coupled Model FM		
		OK Cancel

Gambar Lampiran 2 Modul MIKE 21/3 Integrated Models

1.1 Pengolahan Data Mentah

Sebelum *running* simulasi dilakukan, maka langkah awal yang perlu dikerjakan adalah pengolahan data. Data-data yang perlu diolah terlebih dahulu antara lain :

1. Mengolah data angin dan pasang surut

Tujuannya untuk mendapatkan data tinggi gelombang dan periode gelombang sebagai input pada modul yang sudah didapatkan pada perhitungan sebelumnya.

2. Mengolah data Topografi dan Bathimetri

Pada penelitian ini data topografi dan bathimetri dibuat sederhana atau di simplifikasikan dari model eksistingnya untuk mempermudah proses running dalam penelitian ini. Gambar Lampiran 3 merupakan bathimetri kondisi eksisting dan Gambar Lampiran 4 merupakan bathimetri simplifikasi.



Gambar Lampiran 3 Bathimetri Kondisi Eksisting



Gambar Lampiran 4 Bathimetri Simplifikasi

Format data topografi dan bathimetri diubah sesuai dengan format yang dibutuhkan oleh MIKE untuk membentuk mesh generator. Perlu diketahui bahwa data bathimetri dan topografi harus dipisah, karena MIKE membutuhkan input elevasi 0 (garis shoreline) dan kedalaman laut (bathimetri) secara terpisah. MIKE membutuhkan iput data XYZ, maka data yang awalnya .dwg diubah kedalam bentuk .dxf terlebih dahulu untuk selanjutnya dikonversikan kedalam bentuk XYZ dengan menggunakan *software Global Mapper*.

Langkah-langkah untuk mengkonversi data **bathimetri**. Pada software *Global Mapper*, buka file dxf bathimetri. Lalu pilih *Map projection* sesuai dengan *projection* data tersebut.

Select Pr	ojection for Bathim	netri ne	w.dxf	>
Projection				
Projection:				
UTM) ~
	Load From File	Sav	e To File	
	Search by E	EPSG Co	ode	
Zone:				
-49 (108°E -	- 114°E - Southern He	emisphe	re)	\sim
Datum:				
WGS84			 Add Date 	tum
Planar Units:		Elevat	ion Units:	
METERS	~	MET	ERS	\sim
Parameters:				
Attribute			Value	^
CENTRAL	MERIDIAN SCALE	ACT	0.999600000	
CENTRAL	MERIDIAN		111.00000000	
ORIGIN LA	ATITUDE		0.00000000	
FALSE EA	STING (m)		500000	~
Use Selected Projection for All Selected Files		ed Files		

Gambar Lampiran 5 Tampilan untuk Memilih Map Projection Kemudian pilih Create Elevation Grid from 3D Vector/Lidar Data pada

Analysis menu lalu klik OK

File Edit View Tools Analysis Layer Search GPS Help				Anal	sis Layer Search GPS Help	
💼 🚯 🔡 🔳 🔧 📥 Create Elevation Grid from 3D Vector/Lidar Data		Create Elevation Grid from 3D Vector/Lidar Data	📗 🛆 🖄 🚵 े 🏂 🧟 😤 🛄 🗞 📜			
	-	?	a 🗊 <mark>%</mark>	ž	Combine/Compare Terrain Layers	·★ 40 444 4 4 4 4 4 4 4 4
	-(j-	j 1	? 💠 💐		Count Overlapping Raster/Terrain/View Shed Layers	- 😳 谷 🦁 💆 🛆 🝸 💅 📕 🔺 🔌 🙅 😤 🗮 🖄 🔔 🤗
ľ					Generate Contours (from Terrain Grid)	
					Generate Contours (from TIN Areas)	
					Find Ridge Lines	
					Measure Volume Between Surfaces	
				۵	Generate Watershed	
					Simulate Water Level Rise/Flooding	
					Raster Calculator - Apply Formula (NDVI, NDWI, etc.) to Image/Grid Layer(s)	
					Pan Sharpen Imagery	
				2	Create Density Grid (Heat Map) from Point Data	
					Create Roughness Grid from Land Cover Layer	
					Create Voronoi/Thiessen Diagram from Point Features	
					Create Layer Statistics Report	
					Graph and Chart Manager	

Gambar Lampiran 6 Tampilan untuk Membuat Grid Elevation

Lalu pilih *Generate Contours (from Terrain Grid)* pada *Analysis menu* untuk memunculkan nilai dari contour yang akan kita konversikan kedalam

.XYZ. Dalam Menu File, pilih Export lalu pilih Export Elevation Grid Format seperti pada Gambar Lampiran 7

	Open Data File(s) Ctrl+O Open Spatial Database	▶ / × / 0 0 0 ▲ ▲ ▲ ★ ★ ★ ▲ ★ ×
	Open Generic Text File()) Open All Files in a Directory Tree	Color Lake by RCB/Eller 🔹 😳 🍄 🤯 🖓 🖄 🍸 💉 🔺 🛓 🚊 😤 💆 🖄 🗋 🖉
	Unload Alt Ctrl+U	trport Global Mapper Mobile Pile
0	Download Online Imagery/Topo/Terrain Maps Create New Map Catalog	Eport GeoPacage
	Rectify (Georeference) Imagery	Expert 3D romat
	Load Wonspace Ctrl+S Save Workspace Ctrl+S Save Workspace As Ctrl+Shift+S	Expert Relativities of Fanal
	Run Script Capture Screen Contents to Image Shift+C	Exped Destile Database
	Export •	Expert Vector Spatial Database
	Print	2m - 25m -15m

Gambar Lampiran 7 Tampilan untuk Export File Bathymetry kedalam **Bentuk XYZ**

Maka akan muncul box seperti pada Gambar Lampiran 8. kemudian pilih export Format XYZ Grid Lalu klik OK. Lalu OK kan semua proses dan simpan dengan nama bathimetri simplifikasi. ×I

Select Export Format

	Select the format to export your loaded data to. See http://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper-formats.php for information on the available formats.		
	Arc ASCII Grid	\sim	
	JPG2000 Elevation Grid Leveller Heightfield Lidar LAS File Lidar LAZ (LASzip) File	^	
	MapMaker Terrain File		l
	NITF Elevation File		1
	Optimi Terrain Grid		
	PDF (3D) PGM Gravscale Grid		h
	PLS-CADD XYZ File		
	RAW Real/Marka Grid		
	SRTM1 (1 arc second - HGT)		l
1	SRTM3 (3 arc second - HGT)		L
	STL (ASUITText or Binary) File (Elevation Data Unly) Surfar Grid (ASCII Format)		
	Surfer Grid (Binary v6 Format)		
1	Surfer Grid (Binary v7 Format)		h
	Terragen Terrain Hile		I
	UCD (ASCII)		
	Unity RAW Terrain/Texture		
	USBS DEM Vertical Manner Grid File		ľ
	VRML		
	Vulcan3D Triangulation File		
	WindSim GWS Houghness/Elevation File		
	Zmap Plus Grid File	¥	
		_	1

Gambar Lampiran 8 Tampilan untuk memilih Export Format

Langkah-langkah untuk mengkonversi data Topografi. Sebelumnya buat data Topografi sesuai dengan skenario L/P groin. Jadi ada 4 data Topografi yang akan dikonversikan kedalam Global Mapper (lihat Gambar Lampiran 9). Pada software Global Mapper, buka file dxf Shoreline. Lalu pilih Map projection sesuai dengan projection data tersebut sama dengan bathimetri.



Gambar Lampiran 9 Tampilan *Shoreline* Skenario L/P = 1, L/P = 1.5, L/P = 2, L/P = 3 pada *Global Mapper*

Pilih menu File, pilih menu Export, lalu pilih Export Vector/Lidar

Format seperti pada Gambar Lampiran 10.

	rile	Edit View Tools Analysis Layer Search	GPS Help	
		Open Data File(s)	Ctrl+O	b 👔 🖉 🗈 🗙 🗍 🥠 🛈 🕰 🚵 🚵 🚵 🛣 🎿 😤 🛄 🕅 🚬
		Open Spatial Database		🔹 Set up Favorites List 🔹 🚖 🔏 🖉 🖆 🖾 🏑 🖾 🖉 🐇 🖉
		Open Generic Text File(s)		Color Lidar by RGB/Elev 🔹 🙆 🧔 🧔 😽 🙏 🤟 🖉 🖌 🖉 🖉
-		Open All Files in a Directory Tree		
		Open Data File at Fixed Screen Location		Export Global Mapper Package File
		Unload All	Ctrl+U	Export Global Mapper Mobile File
	6	Download Online Imagery/Topo/Terrain Maps		Export PDF File Export GeoPackage
		Create New Map Catalog		
		Rectify (Georeference) Imagery		Export 3D Format
		Load Workspace	Ctrl+W	Export Raster/Image Format
		Save Workspace	Ctrl+S	Export Vector/Lidar Format
		Save Workspace As	trl+Shift+S	Export Web Format
		Run Script		Export Elevation Spatial Database
		Capture Screen Contents to Image	Shift+C	Export Raster/Image Spatial Database
		Export	•	Export Vector Spatial Database
		Batch Convert/Reproject		
		Print	Ctrl+P	
		Print Preview		

Gambar Lampiran 10 Tampilan untuk *Export File Shoreline* kedalam Bentuk XYZ

Maka akan muncul box seperti pada Gambar 4.19. kemudian pilih *export Format XYZ (Simple ASCII) Text File.* Muncul tampilan *Export Options* seperti pada Gambar Lampiran 11. Lalu klik *OK*. Lalu *OK* kan semua proses dan *simpan* dengan nama Shoreline dengan nama masing-masing skenario.


Gambar Lampiran 11 Tampilan untuk memilih *Export Format* dan *Export Options*

3. Mengolah data pasang surut kedalam Modul Time Series

Modul *time series* digunakan untuk memasukkan data berbasis *time series* seperti pasang surut, kecepatan arus, gelombang, dll. Pada penelitian ini data pengamatan pasang surut diolah kedalam modul ini untuk input data pada modul *Hydrodynamic Module* dan *Spectral Wave Module*.

Langkah – langkah untuk mengolah data **Pasang Surut.** Pada menu *File* pilih *New File*. Pilih *MIKE Zero* lalu pilih *Time Series (.dfs0)* lalu *OK* dapat dilihat pada Gambar Lampiran 12

New File Product Types: MIKE Zero MIKE HYDRO MIKE 11 MIKE 21 MIKE 21 MIKE 21 MIKE 21 MIKE SHE ITPACK MIKE FLOOD MIKE SHE Time Series	Documents: Time Series (.dfs0) Profile Series (.dfs1) Data Manager (.dfsu,.mesh,.dfs2,.dfs3) Grid Series (.dfs3,.dfs2) Plot Composer (.plc) Result Viewer (.rev) Bathymetries (.batsf) Climate Change (.mzcc) Ecolab (.ecolab) Auto Calibration (.auc) EVA Editor (.eva) Mesh Generator (.mdf) Data Extraction FM (.dxfm) MIXE Zero Toolbox (.mzt)	
		OK Cancel

Gambar Lampiran 12 Tampilan pada Modul *MIKE Zero* untuk Memilih *Time Series Module*

Maka akan muncul tampilan pada Gambar Lampiran 13. Lalu pilih *Blank Time Series.* Lalu Klik *OK*.



Gambar Lampiran 13 Tampilan pada Box Time Series

Memasukkan data pasang surut. Beri nama terlebih dahulu pada baris *Title*. Pada *Axis type* pilih *Equidistant Calendar Axis*. Pada *start time* tulis waktu awal pengamatan dari data pasang surut dengan format bulan/tanggal/tahun. Maka sesuai dengan data yang diperoleh bahwa pengamatan dimulai dari tanggal 01 Januari 2011 pada jam 00.00 sampai tanggal 31 Maret 2011 jam 23.00 yang artinya data diperoleh selama 90 hari. Sehingga pada *Start Time* dimasukkan 01/01/2011. Pada baris *Time Step* tulis hari nya 0 days, 01:00:00 pada baris berikutya yang artinya interval *time step*-nya per 1 jam. Pada baris *No. of Timesteps* masukkan banyaknya jam dalam jumlah hari pegamatan. Maka 90 x 24 = 2160 jam. Pada *Item Information* tulis Pasang Surut pada kolom *Name* dan pilih *water level* pada kolom *Type* serta pilih meter pada kolom *unit* seperti pada Gambar Lampiran 14. Lalu klik *OK*

operite							
General In	formation					OK	
Title:	Pasang Su	irut				Cano	el
Axis Inform	ation					Helr	
Axis Type	: Equidistan	t Calendar Axis 🛛 🗸					
Start Time	e: 01/01/20	11 00:00:00					
Time Step		0 [days]					
	01:0	0.00 Bourminteel					
	01.	000 Fraction of and 1					
		inaction of sec.]			_		
No. of Im	nesteps:	2160	Axis Units:	undefined	\sim		
Item Inform	nation						
					Links		
	Name	т	ype		Onit		

Gambar Lampiran 14 Tampilan pada File Properties Time Series Module

Kemudian masukkan data Tinggi pasang surut kedalam kolom seperti pada

Gambar Lampiran 15.



Gambar Lampiran 15 Tampilan pada Input Kolom *Time Series* Buka file excel dari data pasang surut, lalu *setting* data pasang surut dalam

satuan meter urut secara vertical. *Copy* data tinggi tersebut lalu paste kedalam *cell* (kolom) pasang surut pada Gambar Lampiran 15. maka muncul tampilan seperti Gambar Lampiran 16



1.2 Mesh Generator

Setelah data input yang dibutuhkan Mike sudah disiapkan, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan *Mesh. Mesh Generator* merupakan modul input yang digunakan dalam pendefinisian daerah *boundary condition* pada model *Hydrodynamic Module, Sand Transport Module, dan Spectral Wave Module.* Langkah – langkah pembuatan mesh adalah sebagai berikut :

 Langkah pertama menjalankan Mesh Generator adalah membuat suatu Project baru. Pilih *File*, *New*, *Project from folder* pilih lokasi penyimpanan pada baris *Root Folder*, beri nama folder pada baris *Project Name*. Lalu klik *Next, Finish* seperti pada Gambar Lampiran 17.

Vev	v Project from Fo	older	×
	New Project		
	Root Folder:	D:\THESIS\DATA THESIS\Pengerjaan\SIMPLIFIKASI\ROOT FOLDE	
	Project Name:	SKENARIO GROIN L 100 P 100	
		< Back Next > Cancel Hel	p

Gambar Lampiran 17 Tampilan pada Options Box New Project

 Langkah selanjutnya adalah memilih modul *Mesh Generator* klik *New* pada menu *file*. Pilih *MIKE Zero* lalu pilih *Mesh Generator* (*.mdf*) dapat dilihat pada Gambar Lampiran 18, klik OK.



Gambar Lampiran 18 Tampilan pada Modul *MIKE Zero* untuk Memilih *Mesh Generator Module*

3. Pilih UTM sesuai dengan lokasi penilitian. Dalam penelitian ini metode simplifikasi menggunakan UTM yang sama dengan UTM Semarang

(eksisting) yang terletak pada UTM – 49 maka pilih **UTM – 49** seperti pada Gambar Lampiran 19. Kemudian klik *OK*

Workspace projection	n	×
Please, specify the r	map projection	
Projection		
UTM-49		~

Gambar Lampiran 19 Tampilan pada *Workspace Projection* untuk Memilih *UTM*



Maka akan muncul tampilan seperti berikut

 Masukkan data *shoreline* (elevasi 0). Pilih *Data* pada menu lalu pilih *Import Boundary*. Pilih data *shoreline* dengan nama file shoreline yang sebelumnya telah dibuat. Lalu klik *Open*, maka muncul tampilan seperti pada Gambar Lampiran 21.

Boundary Properties		>
Please specify the lay a single arc or multiple	out of the data file, the projection of the arcs.	data and whether the points in the data constitute
Column sequence X, Y, Connectivi X, Y, Z and Connectivi	ty and Z ectivity tivity	Arc definition
Projection UTM-49	~	
Unit of X and Y: Unit of Z:	meter v	Data info
		OK Cancel Help

Gambar Lampiran 21 Tampilan Import Boundary Properties

Pada *column sequence* pilih *X*, *Y* and *Connectivity*. Pada arc definition pilih *Add all vertices to one arc*. Pada *Projection* pilih UTM - 49 lokasi penelitian. Kemudian klik *OK*, maka akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar Lampiran 22 Tampilan Setelah Data Shoreline Berhasil di Import

5. Menggambar garis sebagai *boundary condition* menggunakan *tool insert nodes* dan *draw arc*. Pada penelitian ini boundary yang digunakan berupa setengah lingkaran seperti yang terlihat pada gambar berikut



Gambar Lampiran 23 Tampilan Setelah Boundary Ditambahkan6. Memberikan definisi pada *Boundary Condition*

Definisi *boundary condition* digunakan untuk membedakan Arc / garis yang dipisah oleh *nodes* yang menjadi batas lautan, batas sungai (*open boundary*) dan batas daratan (*closed boundary*). Pada tabel Arc Property, terdapat kolom *Arc*, *Start node attribute*, *Arc Attribute* dan *End node attribute*. Kolom *Arc* berfungsi untuk mengetahui nomor garis atau *Arc* (garis yang menhubungkan 2 *nodes*). Kolom *Start node attribute* dan *End node attribute* digunakan untuk mengisi *node* awal dan *node* akhir dari sebuah *arc*. Kolom *Arc attribute* digunakan untuk mengisi notasi angka yang membedakan antara *open boundary* dan *closed boundary*.

Langkah – langkah pendefinisian *boundary*. Pertama yaitu mendefinisikan *shoreline* pilih tool Select Arc pilih *shoreline* dengan kursos *mouse*. Klik Kanan *mouse*, lalu pilih *Properties* lihat Gambar Lampiran 24.



Gambar Lampiran 24 Tampilan Properties pada Arc

Maka muncul tampilan Arc Property, kemudian pada kolom Arc Attribute tulis angka 0 sebagai definisi closed boundary. Lalu pada Start dan End node attribute tulis angka 2 sebagai identitas awal dan akhir node, kemudian klik **OK**.



Gambar Lampiran 25 Tampilan Arc Property

Kedua mendefinisikan *boundary* laut dengan langkah yang sama dengan sebelumnya. Maka muncul tampilan *Arc Property*, kemudian pada kolom *Arc Attribute* tulis angka 2 sebagai definisi *open boundary*. Lalu pada *Start* dan *End node attribute* tertulis secara otomatis angka 2 sebagai identitas awal dan akhir node, kemudian klik *OK*.

- 8. Merapikan *boundary shoreline* dan *Arc boundary* laut dan membagi *vertices* sama rata pada masing-masing *boundary* untuk membantu dalam men*generate mesh*.
- 9. Menginput data bathimetri. Pilih *Data* lalu klik *Manage Scatter Data* seperti gambar berikut



Maka akan muncul kotak *Manage Scatter Data*. Klik *Add* pada kotak dialog, lalu pilih data bathimetri yang berformat .XYZ, pilih UTM – 49 sesuai lokasi penelitian, klik *Open* seperti Gambar Lampiran 27. Lalu klik *Apply*

Man	age Scat	tter Data			×
S	catter Da	ata Files			
	Display 🗹 🐯	Path D:\THESIS\DA1	[A THESIS\Pengerjaan\SIMP	Projection /LIFIKAS UTM-49	Add <u>R</u> emove
					Lonvert
	D.	-1-			Close
0	 All files Select 	ata s ied file:		Reduce data	Help
N > N	lumbero ≺range ∕∙range	f scatter points:	0	Zoom	

Gambar Lampiran 27 Tampilan Kotak *Manage Scatter Data* Maka akan muncul tampilan seperti berikut :



Gambar Lampiran 28 Tampilan Setelah Bathimetri Diinput

10. Men-generate mesh yaitu membuat jarring-jaring mesh, pilih Mesh, klik





Maka muncul kotak dialog sebagai berikut:

lesh Generation			>
Maximum element area: Smallest allowable angle: Maximum number of nodes:	1200 30 100000	[m²]	Generate Close Help
Mesh Progress Number of elements:	2826		
Number of nodes:	1582		

Gambar Lampiran 30 Tampilan Kotak Dialog Mesh Generation

Maximum element area pada penelitian ini sebesar 1200 m² yang mana luas maksimum tiap elemennya tidak lebih besar dari 1200 m². *Smallest allowable angle* adalah sudut paling kecil yang diinginkan dalam satu mesh yang dalam penelitian ini sebesar 30°. *Maximum number of nodes* adalah jumlah node maksimum dalam satu domain model. Semua pengisian baris tersebut diisi sesuai dengan keinginan masing-masing. Setelah semua baris terisi, klik *Generate*. Maka besar nomial *Number of elements* dan *Number of nodes* akan muncul. Semakin besar nominalnya, semakin lama durasi *running* yang diperlukan. Kemudian klik *Close*, maka akan muncul tampilan sebagai berikut



Gambar Lampiran 31 Tampilan Mesh Model

11. Setelah men-generate mesh, perlu dilakukan smoothing mesh agar hubungan antar elemen mesh bias lebih rapi. Pilih Mesh pada menu, klik Smooth Mesh kemudian masukkan number of iteration 10, klik OK 12. Kemudian lakukan *Interpolate mesh* yang sudah di *smoothing*. Pilih *Mesh* pada menu, lalu klik *Interpolate*. Maka akan muncul tampilan sebagai berikut

		0.0		
Use prioritization		Configure		
Set value from sca	tter data	Maximum	100	
Triangle Interpolation	Method			
Interpolation Method	Natural Neighbour	~		
Extrapolate beyon	d convex hull of scatter da	ta		
Size of bounding	1000 % beyond con	vex hull		
Inverse distance stren	igth 2			
Extrapolation				
Constant value	0			
O Inverse distance	e weighted			
Quadrangular Gridded	Areas			
Name	Interpo	lation Specification		Zoom
Progress				
Progress Interpolating mesh no Interpolation time 0 [Updating mesh data Ended	odes values from 918 scat s]	ter points		

Gambar Lampiran 32 Tampilan Kotak Dialog Interpolation Pada kotal Interpolation, pilih Interpolation Method Natural Neighbour kemudian klik Start, tunggu sampai progress Done, klik Close. Muncul tampilan contour pada mesh yang telah di interpolasi seperti Gambar Lampiran 33.



Gambar Lampiran 33 Tampilan Mesh Setelah Interpolasi

Simpan/*Export* hasil *mesh* pilih *Export Mesh* pada menu *Mesh*. Maka akan muncul tampilan akhir mesh model setelah di export pada Gambar Lampiran 34.



Gambar Lampiran 34 Tampilan Hasil Pembuatan *Mesh* Skenario Groin L100 P100

Lakukan langkah – langkah diatas untuk membuat mesh skenario yang lain.

Gambar Lampiran 35 – Gambar Lampiran 37 tampilan hasil pembuatan mesh L/P =



Gambar Lampiran 35 Tampilan Hasil Pembuatan *Mesh* Skenario Groin L150 P100



Gambar Lampiran 36 Tampilan Hasil Pembuatan *Mesh* Skenario Groin L200 P100



Gambar Lampiran 37 Tampilan Hasil Pembuatan *Mesh* Skenario Groin L300 P100

2. Melakukan Simulasi Model

Simulasi pada model MIKE dilakukan dengan menggunakan *MIKE 21/3 Integrated Models* dengan menggunakan modul *Coupled Model FM* (.mfm). Dengan menggunakan modul ini, dapat dimungkinkan untuk mensimulasikan hubungan timbal balik antara gelombang dan arus yang menggunakan rantaian dinamis antara *Hydrodynamic Module* dan *Spectral Wave Module* Didalamnya ada 3 modul yang akan disimulasikan antara lain :

1. *Hydrodynamic Module* untuk mensimulasikan berbagai macam *water level* dan aliran dalam merespon berbagai gaya yang bekerja di *coastal area*.

- 2. *Spectral Wave Module* untuk mensimulasikan pertumbuhan, kehilangan, dan perubahan gelombang yang dihasilkan oleh angin dan gelombang besar di laut lepas dan *coastal area*.
- 3. *Sand Transport Module* untuk mensimulasikan pergerakan sedimen dan perubahan *Bed Level* pada *coastal area*.

Simulasi pada model MIKE dengan prosedur sebagai berikut.

 Buat file baru pada menu file. Pilih *MIKE 21/3 Integrated Models*, kemudian pilih *Coupled Model FM (.mfm)* klik OK.

		New File			×	
SOFTWAR WATER E	E FOR NVIRONMEN	TS Product Types: MIKE Zero MIKE HYDPO MIKE 1 MIKE 11 MIKE 21 MIKE 20 MIKE 21 MIKE 20	Documents: Coupled None 21/3 More 21/3 and Models	Iodel FM (nfm) 3 Oli Spill (.nol) 3 Particle Tracking (.npt)		MIKE
n an Existing Project me ENARIO GROIN L100 P100	Created 30/11/2019	Mike She	8			
		Coupled Model FM				

Gambar Lampiran 38 Langkah – langkah Simulasis MIKE Models

2. Pilih di tab Navigation Domain masukkan file Mesh skenario kedalam baris



Gambar Lampiran 39 Tampilan Domain

Pilih *Boundary names* ubah nama *boundary* pada kolom *name* menjadi *boundary* "Laut".



Gambar Lampiran 40 Tampilan Kotak Dialog Boundary Names

3. Pilih di tab Navigation Time, masukkan input data Simulation Period-nya. Dalam penelitian ini, running yang dilakukan selama 3 bulan dari Tanggal 01 Januari 2011 – 31 Maret 2011. Sehingga No. of time steps-nya diisi = 90 hari x 24 jam = 2160 dengan Time step interval-nya 3600 sec. Pada baris Simulation start date-nya pilih tanggal 01/01/2011 00:00:00. Secara otomatis Simulation end date-nya mengikuti dari jumlah time steps dan interval time steps-nya.



4. Pilih di tab *Navigation Module Selection* lalu centang module yang akan disimulasikan *Hydrodynamic Module*, *Sand Transport Module* dan *Spectral Wave Module*.



Gambar Lampiran 42 Tampilan Module Selection

2.1 Hydrodynamic Module

Input yang dibutuhkan untuk modul ini yaitu hasil pengolahan data mentah seperti data angin, data pasang surut,dll. Berikut langkah menjalankan/menginput data yang diperlukan pada modul *Hydrodynamic* ini.

 Pilih Hydrodynamic Module pada tab Navigation sebelah kiri kemudian pilih Solution Technique. Pada Shallow water equations gunakan pilihan 'Low order, fast algorithm' untuk Time integration dan Space discretization. Minimum time step-nya di setting 0.01 untuk memastikan bahwa nilai CFL nya selalu di bawah/lebih kecil disbanding nilai Critical CFL dengan nilai 0.8

● <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>R</u> un <u>W</u> ind	dow <u>H</u> elp
] D 📽 🖬 🕹 🖻 🖓 '	8 κ 2
MIKE 21/3 Coupled Model FM M Domain M Tomain M Tomain M Solution Selection M Module Selection M Gooth Module M Solution Technique M Depth M Food and Dry M Edd Vascosity M Edd Resistance M Corols Forcing B M Wind Forcing	Solution Technique Shallow water equations Time integration Low order, fast algorithm Space discretization Low order, fast algorithm Minimum time step 0.01 [Sec] Maximum time 30 [Sec] Critical CFL number 0.8
	Transport equations Minimum time step 0.01 [sec] Maximum time 30 [sec] Critical CFL number 0.8

Gambar Lampiran 43 Tampilan Hydrodynamic Module, Solution Technique

- 2. Pilih **Depth** pada tab Navigation. Dalam penelitian ini pilih 'No Depth Corrrection.
- 3. Pilih *Flood and Dry* pada tab *Navigation*, pilih *type*-nya '*Standard flood and dry*' lalu pilih *Drying depth* 0.005 m dan *Flood depth* 0.05 m. Baris *Wetting depth*-nya harus 0.1 m. Ketiga baris ini merupakan nilai *default* dari modul.





- 4. Pilih *Density* pada tab *Navigation*. Untuk variasi *density* tidak masuk dalam simulasi, jadi pada *Density type* pilih '*Barotropic*'.
- 5. Pilih *Eddy Viscosity* pada tab *Navigation*. Untuk *Eddy type*-nya pilih *Smagorinsky formulation* dengan format *constant* dan nilai *Constant value*-nya 0.28. Ini adalah *setting*-an *default*.



Gambar Lampiran 45 Tampilan Hydrodynamic Module, Eddy Viscosity

 Pilih *Bed Resistance* pada tab *Navigation*. Untuk *Resistance type*-nya pilih *'Manning number'* dengan format *Manning number data*-nya *'Constant'* dan nilai *Constant value*-nya 32 m^(1/3)/s.



Gambar Lampiran 46 Tampilan Hydrodynamic Module, Bed Resistance

Pilih Wind Forcing pada tab Navigation. Pada penelitian ini format yang dipilih adalah 'Constant' dengan Speed (kecepatan angin) 7.44 m/s dan Direction-nya 315 deg atau arah anginnya dari arah Barat daya (Northwest). Untuk Wind Friction-nya, Friction type dipilih 'Constant' dengan nilai Constant-nya 0.001255 (nilai default)

) Eile Edit View Run Windo 🗅 🚅 🔲 🔏 🗈 💼 🛃 🎒	w <u>H</u> elp ₩?		
MIKE 21/3 Coupled Model FM	_		
🖌 Domain	Wind Forcing		
Time			
Hydrodynamic Module Solution Technique	Format	Constant ~	
— v Depth	Speed	7.44 [m/s]	
 Hood and Dry Density 	Direction	315 [deg]	
	Data file and items		Select
Coriolis Forcing		Item:	View
🖃 🗹 Wind Forcing		Item:	
Wind Friction		Item:	
✓ Ice Coverage			
Presidation Europerat	Neutral pressure	1013 [hPa]	
Wave Badiation	Soft start interval	0 [sec]	
Sources	Sore star en recivar	Cocci	
🗉 🗹 Structures			
 Initial Conditions 			
Boundary Conditions			
- M Decouping			
Sand Transport Module			
Spectral Wave Module			

Gambar Lampiran 47 Tampilan Hydrodynamic Module, Wind Forcing

● <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>R</u> un <u>W</u> indow	w <u>H</u> elp	
🗋 🖻 🖬 🐰 🖻 💼 🖨 📍	N ?	
MIKE 21/3 Coupled Model FM		
- Domain	Wind Friction	
√ Time		
Module Selection	Friction	
Hvdrodynamic Module		
Solution Technique	Friction type	Constant
- V Depth		
 Flood and Dry 	Constant	0.001255
- 🖌 Density	Linear variation using	Speed Friction
Eddy Viscosity	cirical variation asing	
 Bed Resistance 		7 [10/5] 0.001255
- 🖌 Coriolis Forcing		25 [m/s] 0.002425
😑 🖌 Wind Forcing		
🗹 Wind Friction		
— 🖌 Ice Coverage		
- 🗹 Tidal Potential		
Precipitation - Evaporat		
Wave Radiation		
Sources		
🗄 🗹 Structures		
Initial Conditions		
⊞- Boundary Conditions		
Decoupling		
Sand Transport Module		
🛨 🛛 🛛 Spectral wave Module		

Gambar Lampiran48 Tampilan Hydrodynamic Module, Wind Friction 8. Pilih *Wave Radiation* pada tab *Navigation. Type* yang digunakan adalah

'Wave Radiation from SW simulation'. Jadi perhitungan *Wave radiation* nya berdasarkan hasil yang didapat dari modul *Spectral Wave*.

● <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>R</u> un <u>W</u> inde	w <u>H</u> elp			
MIKE 21/3 Coupled Model FM	Wave Ra	diatior	n	
Module Selection	Type V	Vave rad	iation from SW simulation \sim	
Solution Technique	Wave radiati	on		
✓ Depth	Format		Varying in time and domain	
✓ Density ✓ Eddy Viscosity	Data file and	items		Select
🖌 🖌 Bed Resistance			Item:	View
Coriolis Forcing			Item:	
			Item:	
✓ Ice Coverage	Soft start int	erval	0 [sec]	
Precipitation - Evaporat				
Wave Radiation				
Sources				
Initial Conditions				

Gambar Lampiran 49 Tampilan Hydrodynamic Module, Wave Radiation

 Pilih *Initial Conditions* pada tab *Navigation*. *Type* yang digunakan adalah 'Constant'. Pada *Initial data*, *Surface elevation* 0.85 m nilai MSL pengamatan data BMKG tahun 2019.

<u>File Edit View Run Windo</u>	ow <u>H</u> elp			
D 🌌 🖬 X 🖻 🖻 🖨 የ	• ₩?			
MIKE 21/3 Coupled Model FM	Initial Condition	S Constant	~	
Hydrodynamic Module Solution Technique	Initial data			
✓ Depth ✓ Flood and Dry ✓ Pensity	Surface elevation	0.85 [m] u-velocity v-velocity	0.1 [m	/s] ./s]
Eddy Viscosity				
Coriolis Forcing	Data file		S	elect
Wind Friction	Surface elevation item Velocity items	Item: Item:		/iew
Tidal Potential		Item:		
✓ Precipitation - Evaporat ✓ Wave Radiation				
Sources Structures				
Initial Conditions Soundary Conditions				
Decoupling Outputs				

Gambar Lampiran 50 Tampilan Hydrodynamic Module, Initial Conditions 10. Pilih Boundary Conditions pada tab Navigation. Ada 2 boundary yang ada pada model ini yaitu boundary Laut dan Land Boundary. Pada boundary Laut pilih Type boundary-nya 'Specified level' dengan format Boundary data 'Varying in time, constant along boundary'. Kemudian masukkan data Time Series pasang surut yang telah disiapkan sebelumnya. Untuk Land Boundary pilih type-nya 'Land (zero normal velocity)'.

IKE 21/3 Coupled Model FM Domain Time Module Selection Type Snertified	evel V	
Hydrodynamic Module Boundary data		
✓ Solution Technique ✓ Depth Format	Varying in time, constant along boundary $\qquad \lor$	
	0 [m]	
✓ Eddy Viscosity Data file and item	D:\THESIS\DATA THESIS\Pengerjaan\SIMPLIFIKAS	SI/Pa Select
Coriolis Forcing	Item: Pasang Surut	View
B-	Uniform profile \vee	
✓ Ice Coverage ✓ Tidal Potential Soft start	Interpolation type	
Precipitation - Evaporat Type Sinus var	iation V In time Linear	~
Sources Time interval	0 [sec] In space Normal	~
Structures Reference value	0 [m]	
Boundary data com	ections	
Include coriolis	correction	
Include wind co	rrection	
✓ Include pressur	e correction	

Gambar Lampiran 51 Tampilan Hydrodynamic Module, Boundary Conditions

11. Pilih *Outputs* pada tab *Navigation*. Klik *New Output* lalu beri nama pada *output* tersebut. Disini kita bias mendapatkan banyak *output* mulai dari *output point*, *output line*, hingga *output area*. Jadi dalam sekali *running* kita bisa

mendapatkan lebih dari satu *output* yang diinginkan. Kemudian setting output yang diinginkan. Pilih *Output Specification*, *Field type '2D (horizontal)'* dengan *Output format 'Area series'*. Berinama *file output*. Pada *Area series*, kita bisa mengatur besar atau kecilnya area yang akan ditampilkan hasil perhitungannya dengan memasukkan koordinat area kedalam tabel yang disediakan.



Gambar Lampiran 52 Tampilan Hydrodynamic Module, Output, Output Specification

Pilih Output items, pada Basic variables dan Additional variables centang

box yang ingin ditampilkan hasil simulasinya.



Gambar Lampiran 53 Tampilan Hydrodynamic Module, Output, Output Items

2.2 Sand Transport Module

Modul Sand Transport ini digunakan untuk menghitung transportasi yang dihasilkan oleh material *non-cohesive* berdasarkan aliran horizontal yang didapat dari perhitungan *Hydrodynamic* dan gelombang dari perhitungan *Spectral wave* jika diinputkan. Berikut langkah menjalankan/menginput data yang diperlukan pada modul *Sand Transport* ini.

1. Pilih *Model Definition* pada tab *Navigation*. Pada penelitian ini, model type nya dibuat '*Pure Current*'. Itu berarti pergerakan *transport sediment* disebabkan oleh kecepatan arus saja, tidak ada pengaruh gelombang sama sekali. Kemudian pada *Pure current description* pilih *non-Equilibrium*.

● File Edit View Run Wind	ow Help		1
MIKE 21/3 Coupled Model FM	Model Definition Model type Pure current Model description Varying layer thickness Threshold thickness	Forcing parameters © Depth-averaged velocity O Bed shear stress	
 √ Dispersion √ Sources √ Initial Conditions √ Boundary Conditions √ Morphology √ Outputs 	Pure current description Transport description O Equilibrium	Number of 1 Include helical flow	A V
	Wave and current description Sediment transport table Data file	-	

Gambar Lampiran 54 Tampilan Sand Transport Module, Model Definition

2. Pilih Solution Technique pada tab Navigation. Untuk Time integration dan

Space discretization pilih 'Low order, fast algorithm', samakan dengan Solution Technique-nya Hydrodynamic Module.

<u>File Edit View Run Wine</u>	dow <u>H</u> elp		
🗅 🌶 🔒 👗 🖬 🖨 🎒 '	§ №?		
MIKE 21/3 Coupled Model FM			
🖌 🖌 Domain	Solution techn	ique	
Time			
- Module Selection	Time integration	Low order, fast algorithm	\sim
🗄 🗹 Hydrodynamic Module			
🖻 🗹 Sand Transport Module	Space discretization	Low order, fast algorithm	\sim
🕀 🗹 Model Definition			
Time parameters			
Solution technique			
Sediment properties			
Bed Resistance			
Sources			
Initial Conditions			
🗄 🖌 🖌 Boundary Conditions			
🗈 🗹 Morphology			
🖽 🗹 Outputs			
🗄 🗹 Spectral Wave Module			

Gambar Lampiran 55 Tampilan Sand Transport Module, Solution Technique

 Pilih Sediment Properties pada tab Navigation. Masukkan data sedimen yang sudah disiapkan pada kotak dialog ini. Pada Porosity masukkan nilai porositas sedimen 0.684. Format Sediment data 'Constant' dengan ukuran Grain diameter 0.23 mm. untuk Relative density-nya diisi 2.446.

● <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>R</u> un <u>W</u> ind	ow Help		
MIKE 21/3 Coupled Model FM Monain Module Selection Module Selection Module Selection Module Selection Module Selection Module Chrintion Model Definition Model Definition	Sediment prop Porosity 0.6 Sediment data Format Grain diameter	Constant 0.23 [mm]	~
	Data file and items	2.446	Select View

Gambar Lampiran 56 Tampilan Sand Transport Module, Sediment Properties

- Pilih *Bed Resistance* pada tab *Navigation*. Untuk *Resistance type*-nya pilih *'Manning number'* dengan format *Manning number data*-nya *'Constant'* dan nilai *Constant value*-nya 32 m^(1/3)/s. Sama dengan *Hydrodynamic Module*.
- Pilih Initial Conditions pada tab Navigation. Pilih Fraction Concentration, lalu Fraction 1. Pilih Type 'Specify initial conditions' dengan format 'Constant' dan nilai Constant value-nya 63 g/m³.

● <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>R</u> un <u>W</u> ind	low <u>H</u> elp		
MIKE 21/3 Coupled Model FM	Fraction 1 Type Specify initia	al conditions V	
	Format Constant value Data file and item	Constant ~ 63 [g/m³] Item:	Select View

Gambar Lampiran 57 Tampilan Sand Transport Module, Initial Conditions, Friction 1

 Pilih Boundary Conditions pada tab Navigation. Pilih boundary 'Laut' lalu Friction 1. Pilih Type 'Specify values' dengan format 'Constant' dan nilai Constant value-nya 63 g/m³. 7. Pilih *Morphology* pada tab *Navigation*. Pada pilihan ini terdapat subnavigation, pilih *Model definition*, pada Max bed level change di isi 1 m/day dengan speedup factor nya 3 dan centang box dibawah itu. Yang artinya nilai simulasi untuk *sand transport, hydrodynamic* dan *wave* ini akan dikalikan dengan 3 hasilnya.

<u>File Edit View Run Wind</u>	dow <u>H</u> elp
] D 🖻 🖬 X 🖻 🖻 🎒	? ℵ?
MIKE 21/3 Coupled Model FM MIKE 21/3 Coupled Model FM Domain Module Selection Module Selection Module Selection Module Definition Model Definition Model Definition Model Definition Model Definition Model Definition Model Definition Model Definition Model Definition Model Conditions Model Conditions	Model definition Max bed level change 1 [m/day] Speedup factor 3 Include feedback on hydrodynamic, wave and sand transport calculation
Bunk Erosion	

Gambar Lampiran 58 Tampilan Sand Transport Module, Morphology, Model Definition

Pada sub-navigation **Bank Erosion**, pilih type 'Slope failure' dengan format Angle of repose-nya 'Constant' dan Constant value-nya 10 deg.

• <u>File Edit View Run Wind</u>	dow <u>H</u> elp		
⊔ 🖻 🖪 % 🕫 🖪 🖨 .	8 RY		
MIKE 21/3 Coupled Model FM	Bank Erosion		
Module Selection	Bank erosion type Slo	pe failure V	
Hydrodynamic Module Sand Transport Module Model Definition	Angle of repose		
Time parameters	Format	Constant ~	
Solution technique	Constant value	10 [deg]	4
🚽 🖌 Bed Resistance	Data file and item		Select
Forcings		Item:	View
Dispersion			
Initial Conditions			
Boundary Conditions			
🖃 🗹 Morphology			
Model definition			
Time parameter			
Boundary Conditi			
✓ LAUT			
🗈 🖌 Outputs			
🗄 🖌 Spectral Wave Module			

Gambar Lampiran 59 Tampilan Sand Transport Module, Morphology, Bank Erosion

8. Pilih *Outputs* pada tab *Navigation*. Klik *New Output* lalu beri nama pada *output* tersebut. Disini kita bisa mendapatkan banyak *output* mulai dari *output*

point, output line, hingga output area. Jadi dalam sekali running kita bisa mendapatkan lebih dari satu output yang diinginkan. Kemudian setting output yang diinginkan. Pilih **Output Specification**, Field type '2D (horizontal)' dengan Output format 'Area series'. Berinama file output. Pada Area series, kita bisa mengatur besar atau kecilnya area yang akan ditampilkan hasil



perhitungannya dengan memasukkan koordinat area kedalam tabel.

Gambar Lampiran 60 Tampilan Sand Transport Module, Outputs, Output Specification

Pilih Output items, pada Basic variables dan Additional variables centang

box yang ingin ditampilkan hasil simulasinya.



Gambar Lampiran 61 Tampilan Sand Transport Module, Outputs, Output Items

2.3 Spectral Wave Module

Modul ini digunakan untuk memodelkan gelombang. Input yang dibutuhkan untuk modul ini antara lain hasil pengolahan data mentah yang sudah disiapkan sebelumnya seperti peramalan gelombang, tinggi dan periode gelombang, data pasang surut, dll. Berikut langkah menjalankan/menginput data yang diperlukan pada modul *Spectral Wave* ini.

 Pilih Basic Equations pada tab Navigation. Pada Spectral Information pilih 'Fully spectral formulation' dan pada Time Formulation pilih 'Instationary Formulation'



Gambar Lampiran 62 Tampilan Spectral Wave Module, Basic Equation

Waktu mulainya *Time Step* untuk perhitungan gelombang ditentukan di *Time Parameters* pada tab *Navigation*. Perhitungan simulasi gelombang harus dimulai dengan waktu yang sama dengan perhitungan *Hydrodynamic*. Waktu mulai *Time Step* nya '0.



Gambar Lampiran 63 Tampilan Spectral Wave Module, Basic Equation 3. Pilih *Spectral Discretization* pada tab *Navigation*. Pada kotak dialog

'Spectral Discretization' tentukan spektrum dari mana simulasi gelombang berasal seperti terlihat pada Gambar 4.71. Harap diperhatikan menambah nilai *'Directional Discretization'* akan memberikan hasil perhitungan yang akurat akan tetapi akan memberikan perhitungan simulasi yang lama.

	<u>File Edit View Run Win</u>	dow <u>H</u> elp
	0 📽 🖬 X 🖻 💼 🛷	% № ?
Γ	MIKE 21/3 Coupled Model EM	
	Domain	Spectral Discretization
	✓ Time ✓ Module Selection	Frequency Discretization
	Hydrodynamic Module	Discretization type logaritmic v Number of frequencies 25
	Sand Hansport Module Spectral Wave Module	Minimum frequency 0.055 [hz]
	Time parameters	Frequency factor 1.1
	Spectral Discretization Solution Technique Solution Technique Weat-Level Conditions Wind Forcing Solution Coverage Solution Solution Solution Solution Solution Solution Solution	Directional Discretization Discretization type 360 degree rose Number of directions 16
	Wave Breaking Bottom Friction White Capping	Separation of wind sea and Swell Type of separation No separation
	Initial Conditions	

Gambar Lampiran 64 Tampilan Spectral Wave Module, Spectral Discretization

4. Pilih *Solution Technique* pada tab Navigation. Pada kotak dialog *'Geographical space discretization'* pilih *'Low order, fast algorithm'*. Untuk input pengisian kotak dialog yang lainnya dapat dilihat pada Gambar 4.72.

Eile Edit View Run Win	dow <u>H</u> elp	
D 🚅 🖬 % 🖻 💼 🎒	? №	
MIKE 21/3 Coupled Model FM	Solution Technique	
✓ Ime ✓ Module Selection	Instationary formulation	
 In the second se	Geographical space discretization	Low order, fast algorithm $\qquad \lor$
 Basic Equations Time parameters 	Frequency discretization	Low order, fast algorithm $\qquad \lor$
Spectral Discretization	Directional discretization	Low order, fast algorithm $\qquad \lor$
Water Level Conditions	Max. number of levels in transport calculation	32
✓ Wind Forcing	Number of steps in source calculation	1
Diffraction	Minimum time step	0.01 [sec]
w Wave Breaking	Maximum time step	30 [sec]
 Bottom Friction White Capping 		
Structures		
 Initial Conditions Boundary Conditions 		
🖾 🖌 Outoute		

Gambar Lampiran 65 Tampilan Spectral Wave Module, Solution Technique 5. Pilih *Water Level Conditions* pada tab *Navigation*. Untuk type water level-

nya pilih 'Water level variation from HD simulation'. Pilih Current Conditions pada tab Navigation. Untuk type current-nya pilih 'Current variation from HD simulation'.

Water Leve	I Conditions
Туре	Water level variation from HD simulation $ \checkmark$
Current Cor	nditions
Туре	Current variation from HD simulation $\qquad \lor$

Gambar Lampiran 66 Tampilan Spectral Wave Module, Water Level Conditions dan Current Conditions

6. Pilih Wind Forcing pada tab Navigation. Pada modul ini, type yang dipilih adalah 'Wind, speed and direction' dengan format adalah 'Constant' dengan Speed (kecepatan angin) 7.44 m/s dan Direction-nya 315 deg atau arah anginnya dari arah Barat daya (Northwest). Pada modul ini input data disamakan dengan input data pada HD simulation.

🔵 <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>R</u> un <u>W</u> indo	ow <u>H</u> elp			
D 🚅 🖬 X 🖻 🖻 🖨 🎙	. № ?			
MIKE 21/3 Coupled Model FM				
- 🖌 Domain	Wind Forcing	I		
🖌 🖌 Time				
Module Selection	Type	Wind, speed and direction $$		
Hydrodynamic Module Sand Transport Module	Wind data			
🗐 🖌 Spectral Wave Module	Format	Constant ~		
Basic Equations	- onnac			
Ime parameters	Speed	7.44 [m/s]		
Solution Technique	Direction	315 [deg]		
- Water Level Conditions	Data file and items		Select	
Current Conditions		Item:	View	
Wind Forcing		Item:		
✓ Diffraction	6-0-11	0 [rec]		
✓ Energy transfer	Soft start	0 [sec]		
🛛 🖌 Wave Breaking	Type of air-sea	Coupled ~		
Bottom Friction				
White Capping	Background Cha	arnock parameter 0.01		
M Initial Conditions				

Gambar Lampiran 67 Tampilan Spectral Wave Module, Wind Forcing 7. Pilih *Wave Breaking* pada tab *Navigation*. Pilih pada kotak dialog *Model*

'Wave breaking' dengan *type of gamma* – nya *'Specified gamma'*. Untuk *gamma data format* pilih *'Constant'* dengan *Constant value* 0.8.

✓ Domain ✓ Wave Breaking ✓ Time Module Selection ✓ Module Selection Model ✓ Module Selection Type of gamma ✓ Spectral Wave Module Type of gamma ✓ Spectral Wave Module Gamma data ✓ Time parameters Format ✓ Spectral Discretization Gamma data ✓ Current Conditions Format ✓ Diffaction Data file and item ✓ Betrom Friction Alpha ✓ Structures ✓ Initial Conditions ✓ Structures ✓ Initial Conditions	MIKE 21/3 Coupled Model FM			
✓ Time Model Wave breaking ✓ Module ✓ Specified gamma ✓ Specified Vave Module ✓ ✓ Water Equations ✓ ✓ Water Level Conditions ✓ ✓ Word Forcing ✓ ✓ Diffraction ✓ ✓ Module Capping ✓ ✓ Structures ✓ ✓ Initial Conditions ✓ ✓ Structures ✓ ✓ Initial Conditions ✓	🗹 Domain	Wave Breakin	ig	
✓ Model Water Breaking ✓ ✓ Model Water Breaking ✓ ✓ Specified gamma ✓ Constant value 0.8 Data file and item ✓ Mather Breaking ✓ Model ✓ Mather Breaking ✓ Mather Breaking ✓ Mather Breaking ✓ Mather Specified gamma ✓ Mather Breaking ✓ Mather Specified gamma ✓	···· ⊻ Time			
✓ Hydrodynamic Module ✓ Snd Transport Module ✓ Sand Transport Module ✓ Spectral Wave Module ✓ Spectral Discretization ✓ Time parameters ✓ Time parameters ✓ Spectral Discretization ✓ Wave Level Conditions ✓ Constant ✓ Wind Forcing ✓ Constant value ✓ Utimer Conditions ✓ Utimer Constant ✓ Wind Forcing ✓ Utimer Conditions ✓ Diffraction ✓ Diffraction ✓ Maye Breaking Alpha ✓ Maye Breaking ✓ Alpha ✓ Suctures ✓ Inital Conditions ✓ Maye Conditions ✓	Module Selection	Model	Wave breaking V	
Image: Section Sectio	Hydrodynamic Module	Turne of commo	Consider any set	
M Basic Equations Gamma data M Basic Equations Format Constant Constant M Water Level Conditions Constant value M Water Level Conditions 0.8 M Water Level Conditions Data file and item M Water Beaking Item: M Water Beaking Alpha M Water Beaking Alpha M Water Beaking Maker Seaking M Maker Beaking Alpha M Water Beaking Maker Seaking M Maker Beaking Alpha	Sand Transport Module	rype or gamina	specified gamma	
 	Basic Equations	Commo data		
✓ Spectral Discretization ✓ ✓ Solution Technique Constant ✓ Wate Evale Conditions 0.8 ✓ Wind Forcing Data file and item ✓ Work Evendon Item: ✓ Make Evendon View ✓ Make Evendon Alpha ✓ Structures ✓ ✓ Structures ✓ ✓ Initial Conditions ✓	Time parameters	Gamina uata		
Solution Technique Constant value 0.8 Water Level Conditions Data file and item Select Wind Forcing Lec Coverage Item: View Diffraction Beta file and item Item: View Whate Capping Minist Capping Initial Conditions Item: Image: Market Capping Initial Conditions Image: Capping Image: Capping	Spectral Discretization	Format	Constant ~	
Image: Select conditions Very Constant value 0.3 Image: Select conditions Data file and item Select conditions Image: Select conditions Data file and item Item: Image: Select conditions Very Conditions Very Conditions	Solution Technique	Constant value	0.8	
	Water Level Conditions	Constant value	0.8	
 Wind Forcing Geoverage Item: Wew Item: Wew Item: Wew Item: Item:<td>Current Conditions</td><td>Data file and item</td><td></td><td>Select</td>	Current Conditions	Data file and item		Select
✓ Ice Coverage ✓ Diffraction ✓ Energy transfer ✓ More Breaking ✓ Motion Friction ✓ White Capping ⊕ ✓ Structures ✓ Initial Conditions ● ✓ Boundary Conditions	Wind Forcing		Item:	View
	✓ Ice Coverage			
✓ Model Streaking Alpha 1 ✓ Model Streaking 1 1	M Diffraction			
	Mayo Prosition	Alpha	1	
	Battom Friction			
B of Structures → of Initial Conditions B of Boundary Conditions	White Capping			
- √ Initial Conditions ⊕ √ Boundary Conditions	Structures			
🗄 🖌 🖌 Boundary Conditions	Initial Conditions			
	🗄 🗹 🖌 Boundary Conditions			

Gambar Lampiran 68 Tampilan Spectral Wave Module, Wave Breaking

 Pilih Bottom Friction pada tab Navigation. Model yang digunakan pada input bottom friction ini adalah 'Sand grain size, d50'. Kemudian pilih format pada Sand Grain Size Data nya 'Constant' dengan nilai Constant value -nya 0.00023 (m). masukkan sesuai dengan data ukuran partikel yang telah diterima.

MIKE 21/3 Coupled Model FM	Bottom Friction	1	
	Model Sand Grain Size data Format Constant value Data file and item	Sand grain size, d50 v Constant v 0.00023 [m] Item:	Select View
M Current Conditions M Current Conditions M Ior Concing M Ior Coverage M Diffraction M Energy transfer M Wave Breaking M Bottom Friction M White Capping M Structures M Structures M Structures M Boundary Conditions M Boundary Conditions M LAUT B- M Outputs	Current friction	0	

Gambar Lampiran 69 Tampilan Spectral Wave Module, Bottom Friction 9. Pilih *Initial Conditions* pada tab *Navigation*. Pilih *type Initial conditions* –

nya '*Spectra from empirical formulas*'. Kemudian pilih *type of formulas* nya '*JONSWAP fetch growth expression*'. Kemudian isi *wave conditions* nya sesuai dengan kebutuhan penelitian.

● Eile Edit View Run Windo	₩ <u>H</u> elp	
MIKE 21/3 Coupled Model FM MIKE 21/3 Coupled Model FM Module Selection M Module Selection M Sectral Wave Module M Spectral Wave Module M Spectral Discretization M Solution Technique M Solution Technique M Solution Technique M Vate Level Conditions M Lec Coverage M Interfaction M Solution Technique M Vate Level Conditions M Vind Forcing M Vate Reaking M Solution Technique M Solution Technique M Vate Reaking M Solution Technique M Solution Section M Solution M Solution Section M Solution M Solu	Initial Conditions Type Spectra from empirical Use initial conditions for all time steps Formulation data Type of formulas JONSWAP fetch growth Wave Conditions Maximum fetch length 100000 [m] Max peak frequency 0.4 [hz] Max Philips constant 0.0081	formula: th expression JONSWAP Parameters Shape parameter, sigma a 0.07 Shape parameter, sigma b 0.09 Peakness parameter 3.3

Gambar Lampiran 70 Tampilan Spectral Wave Module, Initial Conditions 10. Pilih *Boundary Conditions* pada tab *Navigation*. *Type* pada *boundary*

'Laut' dipilih 'Wave Parameter' dengan format 'Constant' karena merupakan daerah pembangkit gelombang. Pada boundary data, terdapat beberapa input antara lain Significant wave height (Hm0) = 1.37 m, Peak wave period (Tp) = 6.17 sec, Mean wave direction (MWD) 315 deg (arah barat laut), yang mana merupakan hasil pendekatan dari suatu persamaan hubungan tinggi gelombang dan periode gelombang hasil hindcasting.

● <u>File Edit View Run Wind</u>	low Help
MiKE 21/3 Coupled Model FM ✓ Domain ✓ Domain ✓ Domain ✓ Module Selecton ✓ Module Selecton ✓ Module Sand Transport Module ✓ Spectral Wave Module ✓ Spectral Wave Module ✓ Spectral Discretization ✓ Spectral Discretization ✓ Spectral Discretization ✓ Spectral Discretization ✓ Mod Forcing ✓ Water Level Conditions ✓ Mod Forcing ✓ Mod Forcing ✓ Diffraction ✓ Spectral Discretizer ✓ Mod Forcing ✓ Module Selection ✓ Mod	LAUT Type Wave parameters (version 1) Format Constant Boundary data Significant wave height, Hm0 1.37 [m] Peak wave period, Tp 6.17 [sec] Mean wave direction, MWD 315 [deg] Directional spreading index, n 5
White Capping Structures M Thial Conditions M Boundary Conditions M Boundary Conditions M LAUT M LAUT	Soft start Interpolation type Type Linear variation In time Time interval 0 [sec] In space Reference significant 0 [m]

Gambar Lampiran 71 Tampilan Spectral Wave Module, Boundary Conditions

11. Pilih *Outputs* pada tab *Navigation*. Klik *New Output* lalu beri nama pada *output* tersebut. Disini kita bias mendapatkan banyak *output* mulai dari *output point*, *output line*, hingga *output area*. Jadi dalam sekali *running* kita bisa mendapatkan lebih dari satu *output* yang diinginkan. Kemudian setting output yang diinginkan. Pilih *Output Specification*, *Field type '2D (horizontal)'* dengan *Output format 'Area series'*. Berinama *file output*. Pada *Area series*, kita bisa mengatur besar atau kecilnya area yang akan ditampilkan hasil perhitungannya dengan memasukkan koordinat area kedalam tabel.



Gambar Lampiran 72 Tampilan Spectral Wave Module, Output

Pada *Integral wave items*, pilih parameter Output yang ingin ditampilkan. Pada *Input items* centang input yang ingin dimasukkan kedalam hasil output.

) <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>R</u> un <u>W</u> indov 🗅 🚅 🔲 🔏 🗈 💼 🔂 🏈	v <u>H</u> elp №					
MIKE 21/3 Coupled Model FM	Output 1 Geographic View Output specific	ation In	tegral wave ite	ms Model it	tems Input items	
Sand Transport Module	Parameters	Total	Wind Sea	Swell		
Spectral Wave Module	Significant wave height					
Basic Equations	Maximum wave height	<u> </u>				
 Time parameters 	Peak wave period					
Spectral Discretization	Wave period T01	- H		- H		
Solution Technique	Wave period T02					
Water Level Conditions	Wave period Tm10					
Current Conditions	Peak wave direction					
Wind Forcing	Mean wave direction	\checkmark				
N Ice Coverage	Directional standard deviation					
Diffraction	Wave velocity components	\checkmark				
Energy transfer	Radiation stresses	\checkmark				
Vave Breaking	Particle velocities					
White Capping Structures	Wave power					
Initial Conditions Boundary Conditions	Type of spectrum		Separation o	of wind sea ai	nd swell	
E V Outputs	Whole spectrum	\sim	Dynamic th	reshold frequ	iency, version 2	
✓ Output 1	Frequency range					
	Minimum 0.055 [hz]					
	Maximum 0.5959088 [hz]		Distance abo	ove bed for p	article 0 [r	n]
	Indxindin					
	Directional range					
	Minimum 0 [deg]					
	Maximum 360 [deg]					

Gambar Lampiran 73 Tampilan Spectral Wave Module, Output, Integral Wave Items



Gambar Lampiran 74 Tampilan Spectral Wave Module, Output, Input Items

4.8.1. Running Simulasi

Setelah semua inputan data pada ketiga model *Hydrodyamic Module*, *Sand Transport Module* dan *Spectral Wave Module* diisikan kedalam MIKE 21, maka selanjutnya adalah *running* simulasi. *Running* baru bisa dimulai apabila semua

checklist box pada tab *Navigation* tercentang hijau. Apabila ada yang masih *cross* merah maka running tidak bisa dimulai dikarenakan inputan data kurang.

Untuk melakukan *Running* simulasi maka pilih *Run* kemudian pilih *Start simulation*. Kemudian pada *Launch settings* pilih *OK* apabila semua *setting*-an *running* dan penyimpanan sesuai dengan pengaturan *default*. Gambar Lampiran 75 menunjukkan tampilan setelah proses running selesai. Tampilan tersebut menunjukkan bahwa simulasi telah berhasil dilakukan.



Gambar Lampiran 75 Tampilan Running Simulasi Berhasil Dilakukan

BIODATA PENULIS



Panglima Raizal Mahendra Norman,

Penulis dilahirkan di Surabaya, Jawa Timur, 09 Oktober 1995. Anak Pertama dari 2 bersaudara.

Penulis telah menempu Pendidikan formal di SD Muhammadiyah 4 Pucang Surabaya tahun 2001-2007, SMP Alhikmah Surabaya tahun 2007-2010, SMAN 15 Surabaya tahun 2010-2013. Setelah lulus dari SMAN 15

Surabaya pada tahun 2013, Penulis diterima di jurusan Teknik Sipil ITS melalui jalur tulis SBMPTN. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis aktif mengikuti berbagai macam kegiatan seperti Komite Seminar International ICCER 2016, seminar Nasional SEMNAS 2016, sebagai Tutor akademik mahasiswa, asisten dosen serta grader pada beberapa mata kuliah dan project-project dosen lainnya. Penulis menyelesaikan tahap S1 nya selama 3,5 tahun dan meneruskan Pendidikan S2 pada Tahun 2017 di departemen yang sama dengan program studi Hidroinformatika dengan NRP 03111750090007. Selama menjadi mahasiswa S2, penulis berkerja menjadi staff tenaga ahli di bidang Pemanfaatan Limbah Batu Bara yang bekerja sama dengan beberapa perusahaan BUMN dan Swasta.