



**PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG  
PELABUHAN PERIKANAN PONDOK MIMBO  
SITUBONDO, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Aisyah Cempaka**

**NIM 071910301036**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2012**



**PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG  
PELABUHAN PERIKANAN PONDOK MIMBO  
SITUBONDO, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) Teknik  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Aisyah Cempaka**

**NIM 071910301036**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2012**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Keluargaku (Bapak Muhartotok, Ibu Endang Sumartini, Adik Jalu Cahyo Prabowo, Mbak Melati, Mas Agung, dan Mas Dhita Noviandhoko) yang selalu memberikan dukungan baik material dan spiritual;
2. Guru-guruku sejak TK sampai SMA dan semua dosen jurusan teknik sipil yang terhormat, yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya dengan penuh kesabaran;
3. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

”Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah (pula) kamu bersedih hati (terlalu dalam) padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang yang beriman”

( Q. S. Ali Imran: 139 )

”Hidup tidak akan pernah berhenti sekeras apapun kamu marah, membenci, dan menyesali keberadaannya”

( Mario Teguh )

“Jangan selalu menanyakan apa yang orang lain telah lakukan untuk kita namun pertanyakanlah apa yang sudah kita lakukan untuk orang lain”

(D. Noviandhoko)

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aisyah Cempaka

NIM : 071910301036

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Februari 2012

Yang menyatakan

Aisyah Cempaka

NIM. 071910301036

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG PELABUHAN PERIKANAN  
PONDOK MIMBO SITUBONDO, JAWA TIMUR**

Oleh

Aisyah Cempaka

071910301036

Pembimbing,

Dosen Pembimbing I : Ir. Purnomo Sidy, M.Si

Dosen Pembimbing II : Ahmad Hasanuddin, ST., MT

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Rabu, 18 Januari 2012

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M

NIP. 19661215 199503 2 001

Ir. Purnomo Siddy, M.Si

NIP. 19590909 199903 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Ahmad Hasanuddin, ST., MT

NIP. 19710327 199803 1 003

Jojob Widodo S, ST., MT

NIP. 19720527 200003 1 001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT

NIP. 19610414 198902 1 001

## PRAKATA

*Alhamdulillah*, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Jojok Widodo Soetjipto., ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Ir. Purnomo Siddy, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Ahmad Hasanuddin, ST.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
5. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., selaku Dosen Penguji I;
6. Jojok Widodo Soetjipto, ST., MT., selaku Dosen Penguji II;
7. Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo dan staf;
8. Semua pihak yang mendukung pengerjaan skripsi ini.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, Februari 2012

Penulis



## RINGKASAN

**Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur;** Aisyah Cempaka, 071910301036; 2012; 115 hlm; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Keamanan kolam pelabuhan adalah faktor yang sangat penting dalam sebuah perencanaan pelabuhan. Tinggi gelombang di dalam wilayah pelabuhan tidak boleh lebih tinggi dari syarat yang ditentukan sehingga tidak mengganggu kegiatan bongkar, muat maupun tambat. Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo memiliki tinggi gelombang pada kolam pelabuhan setinggi 2,4 meter yang melebihi syarat (0,3 meter) sehingga membutuhkan sebuah pemecah gelombang (*breakwater*) untuk meredam tinggi gelombang datang. Pada perencanaan ini, data yang dibutuhkan antara lain: peta batimetri lokasi studi, data angin, data gelombang, data arus, data pasang surut, dan data stratigafi tanah. Adapun data yang digunakan adalah data sekunder.

Penentuan tipe *breakwater* berdasarkan daya dukung tanah di lokasi perencanaan dan ketersediaan material di sekitar lokasi perencanaan. Perencanaan *breakwater* ini dibagi menjadi perencanaan layout dan perencanaan dimensi. Perencanaan layout *breakwater* merupakan analisa kebutuhan ruang pelabuhan; analisa refraksi, difraksi dan refleksi terhadap bentuk *breakwater*; dan analisa penentuan lokasi rencana. Perencanaan dimensi menghitung dimensi *breakwater* sesuai dengan kebutuhan tinggi gelombang dan stabilitas terhadap daya dukung tanah di bawahnya serta stabilitas terhadap geser dan guling.

Berdasarkan hasil perencanaan, diperoleh *breakwater* rencana dengan tipe *Rubblemounds* batu pecah (batu alam) berdinding miring. *Breakwater* rencana merupakan perpotongan dua lingkaran yaitu lingkaran berjari-jari 202,5 meter dengan pusat BM 1 dan lingkaran berjari-jari 172,5 meter dengan pusat BM 2 dengan kedalaman lokasi rencana – 0,5 LWS. Panjang *breakwater* sebelah barat (BWB)

adalah 230 meter dan *breakwater* sebelah timur (BWT) adalah 372 meter dengan lebar puncak 3 meter, tinggi bangunan 6,5 meter serta kemiringan 1 : 1,5.

## SUMMARY

***Breakwater Design of Pondok Mimbo Fishery Port Situbondo, East Java;*** Aisyah Cempaka, 071910301036; 2012; 115 pages; Department of Civil Engineering; Faculty of Engineering; University of Jember.

The safety of a pool port is a very important factor in a harbor design. The height of waves in the port area should not be higher than the requirement specified so the activities of loading, unloading and mooring aren't disrupted. Pondok Mimbo Fishery Port has a height of waves at the port pool as high as 2,4 meters in excess of requirements (0,3 meters) and thus require a high *breakwater* to reduce wave. In this planning, data needed include: bathymetry map of the study location, wind data, wave data, current data, tidal data, and data the stratigafi of the soil. The data used are secondary data.

Determination of *breakwater* type are based on the ultimate capacity of the soil at the study location and availability of materials around the study location. *Breakwater* design is divided into planning the layout and planning dimensions. *Breakwater* layout planning is an analysis of space needs of the port; analysis of refraction, diffraction and reflection to form *breakwater*; and analysis of the determination of the location plan. Calculate the dimensions of planning *breakwater* dimensions in accordance with the needs of wave height and stability to the carrying capacity of the land below as well as stability against sliding and rolling.

. According to the result of planning, the type of *breakwater* plan is type crushed stone Rubblemounds with the sloped wall type. The *breakwater* plan is the intersection of two circles is a circle of radius 202,5 meters to the center of BM 1 and a circle of radius 172,5 meters to the center of BM 2 with a depth of location of the plan – 0,5 LWS. The length of the west *breakwater* (BWB) is 230 meters and the east

*breakwater* (BWT) is 372 meters with a peak width of 3 meters, 6,5 meters high building and the slope of 1: 1,5.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Gelombang</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1.1 Pembangkitan Gelombang</b> .....	<b>4</b>
2.1.1.1 Angin .....	<b>4</b>
2.1.1.2 Fetch .....	<b>7</b>

<b>2.1.2 Deformasi Gelombang.....</b>	<b>8</b>
2.1.2.1 Refraksi Gelombang.....	8
2.1.2.2 Difraksi Gelombang.....	11
2.1.2.3 Refleksi Gelombang.....	12
2.1.2.4 Gelombang Pecah.....	13
<b>2.1.3 Statistik Gelombang.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Arus .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1 Arus Dekat Pantai .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2 Arus Sepanjang Pantai.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.3 Transpor Sedimen Sepanjang Pantai .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Pasang Surut .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1 Pembangkitan Pasang Surut .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.2 Tipe Pasang Surut .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.3 Pasang Surut Purnama Dan Perbani .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.4 Elevasi Muka Air Laut.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.5 Elevasi Muka Air Pasang Surut Rencana .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.6 Elevasi Muka Air Laut Rencana.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4 Pelabuhan Perikanan .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.1 Definisi Pelabuhan Perikanan .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.2 Kelas Pelabuhan Perikanan .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.3 Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI).....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.4 Kebutuhan Ruang Pelabuhan Perikanan .....</b>	<b>27</b>
2.4.4.1 Dermaga .....	27
2.4.4.2 Alur Pelayaran.....	30
2.4.4.3 Kolam Putar.....	31
2.4.4.4 Kolam Dermaga.....	31
2.4.4.5 Perairan untuk Manuver .....	32
2.4.4.6 Luas Kolam Pelabuhan.....	33

<b>2.5 Pemecah Gelombang .....</b>	<b>33</b>
<b>2.5.1 Definisi .....</b>	<b>33</b>
<b>2.5.2 Jenis – jenis <i>Breakwater</i> .....</b>	<b>33</b>
2.5.2.1 Berdasarkan Material Penyusunnya .....	33
2.5.2.2 Berdasarkan Tipe Bangunannya.....	35
2.5.2.3 Berdasarkan Posisinya terhadap Pantai .....	36
<b>2.5.3 Dimensi <i>Breakwater</i> .....</b>	<b>37</b>
2.5.3.1 Elevasi Puncak <i>Breakwater</i> .....	37
2.5.3.2 Lebar <i>Breakwater</i> .....	39
2.5.3.3 Berat Unit Lapisan <i>Breakwater</i> .....	39
2.5.3.4 Jumlah Unit pada Lapisan <i>Breakwater</i> .....	40
<b>2.5.4 Stabilitas <i>Breakwater</i> .....</b>	<b>40</b>
2.5.4.1 Stabilitas Daya Dukung Tanah .....	40
2.5.4.2 Stabilitas terhadap Geser .....	41
<b>2.6 Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo .....</b>	<b>43</b>
<b>2.6.1 Kondisi Geografis .....</b>	<b>43</b>
<b>2.6.2 Kondisi Eksisting .....</b>	<b>45</b>
2.6.2.1 Kondisi Tata Letak Pelabuhan.....	45
2.6.2.2 Kondisi Hidro - Oseanografi .....	46
<b>BAB 3. METODOLOGI.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat.....</b>	<b>49</b>
3.1.1 Waktu .....	49
3.1.2 Tempat.....	49
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>49</b>
3.2.1 Alat.....	49
3.2.2 Bahan.....	50
<b>3.3 Metode Perencanaan .....</b>	<b>50</b>
3.3.1 Pengumpulan Data .....	50

3.3.2 Analisa Data .....	51
3.3.3 Penentuan Layout dan Tipe <i>Breakwater</i> .....	51
3.3.4 Perencanaan Struktur <i>Breakwater</i> .....	52
3.3.5 Stabilitas <i>Breakwater</i> .....	53
3.3.6 Gambar Desain .....	53
3.4 Diagram Alir Perencanaan.....	54
3.5 Matrik Penelitian.....	55
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>56</b>
4.1 Perencanaan Kebutuhan Ruang Pelabuhan .....	56
4.1.1 Kapal Rencana.....	56
4.1.2 Perencanaan Alur Pelayaran.....	56
4.1.3 Perencanaan Kolam Pelabuhan .....	58
4.2 Perencanaan Layout <i>Breakwater</i> .....	61
4.2.1 Tinggi Gelombang Di Laut Dalam.....	61
4.2.2 Penentuan Lokasi Rencana <i>Breakwater</i> .....	63
4.2.3 Analisa <i>Breakwater</i> terhadap Stabilitas Gelombang.....	65
4.2.4 Penentuan Tipe <i>Breakwater</i> .....	69
4.2.4.1 Kondisi Tanah dan Kedalaman Rencana.....	69
4.2.4.2 Ketersediaan Material di Sekitar Lokasi Perencanaan .....	69
4.2.4.3 Transpor Sedimen Sepanjang Pantai .....	69
4.3 Dimensi <i>Breakwater</i> .....	71
4.3.1 Kondisi Gelombang di Lokasi Rencana .....	71
4.3.2 Gelombang Rencana .....	72
4.3.3 Elevasi <i>Breakwater</i> .....	73
4.3.4 Berat Butir Lapis Lindung .....	74
4.3.5 Lebar Puncak <i>Breakwater</i> .....	75
4.3.6 Tebal Lapis Lindung .....	76
4.3.7 Jumlah Batu Pelindung.....	77



4.4 Stabilitas <i>Breakwater</i> .....	78
4.4.1 Stabilitas <i>Breakwater</i> terhadap Daya Dukung Tanah.....	78
4.4.2 Stabilitas <i>Breakwater</i> terhadap Geser dan Guling .....	82
4.5 Gambar Desain .....	86
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>91</b>
5.1 Kesimpulan .....	91
5.2 Saran.....	92
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>93</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 – Rumus Transpor Sedimen.....	18
2.2 – Lebar Alur Pelayaran .....	31
4.1 – Jumlah dan Bobot Kapal di PPI Pondok Mimbo .....	56
4.2 – Dimensi Kapal Bobot 30 GT .....	56
4.3 – Fetch di Perairan PPI Pondok Mimbo .....	61
4.4 – Parameter dan Tinggi Gelombang di Laut Dalam Perairan.....	63
4.5 – Lokasi Rencana <i>Breakwater</i> .....	65
4.4 - Analisa Difraksi pada <i>Breakwater</i> .....	67
4.7 – Parameter dan Volum Tranpor Sedimen Sepanjang Pantai.....	70
4.8 – Kondisi Gelombang Pecah.....	72
4.9 – Tinggi Gelombang Rencana.....	72
4.10 – Berat Unit Lapis <i>Breakwater</i> .....	75
4.11 – Lebar Puncak <i>Breakwater</i> .....	76
4.12 – Tebal Lapisan <i>Breakwater</i> .....	76
4.13 – Jumlah Batu Pelindung <i>Breakwater</i> .....	77
4.14 – Nilai $N_c$ , $N_y$ , dan $N_q$ .....	80
4.15 – <i>Resisting</i> dan <i>Driving</i> Momen Bidang Geser 1 .....	84
4.16 – <i>Resisting</i> dan <i>Driving</i> Momen Bidang Geser 2 .....	84
4.17 – <i>Resisting</i> dan <i>Driving</i> Momen Bidang Geser 3 .....	85
4.17 – Faktor Keamanan Bidang Geser .....	85

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1 - Grafik Korelasi akibat Perbedaan Ketinggian, RL.....	7
2.2 - Contoh Refraksi Gelombang di Daerah Pantai.....	10
2.3 - Refraksi Gelombang pada Kontur lurus dan sejajar.....	10
2.4 – Proses Difraksi Gelombang .....	11
2.5 – Proses Refraksi Gelombang.....	13
2.6 – Tipe Pasang Surut .....	20
2.7 – Kurva Pasang Surut.....	22
2.9 – Grafik Run-up Gelombang.....	38
2.10 – Bentuk Umum Bidang Geser Terlemah <i>Breakwater</i> .....	42
2.11 – Irisan pada <i>Breakwater</i> .....	43
2.12 – Detail Irisan pada <i>Breakwater</i> .....	43
2.13 – Lokasi Studi .....	44
2.14 – Kondisi Eksisting Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo .....	46
3.1 – Diagram Alir Perencanaan.....	54
4.1 – Plotting dari 2 Lingkaran .....	63
4.2 – Perpotongan 2 Lingkaran.....	64
4.3 – Reposisi BWT .....	64
4.4 – Diagram Refraksi pada Rencana <i>Breakwater</i> .....	66
4.5 – Proses Difraksi pada Rencana <i>Breakwater</i> .....	67
4.6 – Proses Refleksi pada Rencana <i>Breakwater</i> .....	68
4.7 – Dugaan Analisa Sedimentasi pada <i>Breakwater</i> Sambung Pantai .....	70
4.8 – Dugaan Analisa Sedimentasi pada <i>Breakwater</i> Lepas Pantai.....	71
4.9 – Elevasi <i>Breakwater</i> .....	74
4.10 – Potongan <i>Breakwater</i> Bagian Ujung.....	78
4.11 – Potongan <i>Breakwater</i> Bagian Lengan.....	78

4.12 – Sketsa Dimensi <i>Breakwater</i> .....	79
4.14 – Bidang Geser Terlemah 1 .....	82
4.15 – Bidang Geser Terlemah 2 .....	82
4.16 – Bidang Geser Terlemah 3 .....	83
4.17 – Detail Irisan pada <i>Breakwater</i> .....	83
4.18 – Gaya-Gaya yang Bekerja Pada <i>Breakwater</i> Rencana .....	86

## DAFTAR LAMPIRAN

1. DATA HASIL STUDI KELAYAKAN TAHUN 2006.....	94
1.1 Batimetri dan topografi.....	95
1.2 Arus .....	96
1.3 Pasang surut.....	97
1.4 Pengamatan gelombang.....	97
1.5 Stratigrafi tanah .....	98
2. ANALISA DATA STUDI KELAYAKAN TAHUN 2006 .....	100
3. ANALISA REFRAKSI PADA <i>BREAKWATER</i> RENCANA .....	105
4. ANALISA DIFRAKSI PADA <i>BREAKWATER</i> RENCANA.....	112
5. ANALISA REFLEKSI PADA <i>BREAKWATER</i> RENCANA.....	114
6. MATRIKS PENELITIAN .....	115

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Indonesia sebagai negara maritim mempunyai wilayah laut seluas lebih dari 3,5 juta km<sup>2</sup>, yang merupakan dua kali luas daratan (Triatmodjo : 1999). Perairan yang sangat luas tersebut mempunyai potensi sumber daya perikanan yang besar. Untuk menggali potensi tersebut keberadaan sebuah pelabuhan sebagai tempat berlabuh kapal, pendaratan ikan, untuk memperlancar operasi penangkapan, pemasaran, dan pengelolaan ikan hasil tangkapan.

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu lokasi yang memiliki potensi sumber daya perikanan yang besar. Sebagian besar lokasinya merupakan pantai sehingga memungkinkan operasi penangkapan, pemasaran dan pengelolaan ikan secara maksimal. Lokasi perairan Situbondo yang terletak di mulut Selat Madura, di bagian timur berbatasan dengan Selat Bali menggolongkan perairan ini sebagai sebuah perairan yang strategis. Usaha penangkapan ikan menyebar di semua kecamatan dan desa-desa pantai (Bapeda Kabupaten Situbondo : 2006).

Salah satu pelabuhan perikanan yang sangat potensial di Kabupaten Situbondo adalah Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo yang terletak di Desa Sumberanyar Kecamatan Banyuputih. Pelabuhan perikanan ini memproduksi ± 20 ton ikan tiap harinya (Bapeda Kabupaten Situbondo : 2010). Pelabuhan ini dibangun pada tahun 1989 dengan tahun perencanaan yang sama. Melihat dari jangka waktu yang lama antara tahun pembangunan sampai sekarang maka dapat diasumsikan bahwa terjadi perubahan baik dari segi hidro-oseanografi dan kinerja pelabuhan. Untuk mengoptimalkan fungsi pelabuhan perikanan tersebut maka diperlukan

beberapa pengembangan untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan akibat perubahan-perubahan tersebut.

Sebuah studi kelayakan telah dilakukan pada tahun 1999 dan direvisi pada tahun 2006 oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo. Studi kelayakan tersebut meninjau apakah Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo memerlukan sebuah pengembangan terkait usaha mengoptimalkan fungsi Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo. Hasil studi kelayakan tersebut menyatakan bahwa perlu diadakannya sebuah proyek pengembangan yaitu berupa pembangunan dermaga, pemecah gelombang (*breakwater*), dan beberapa fasilitas umum lainnya.

Pembangunan *breakwater* diperlukan karena setelah diteliti, maka ditemukan bahwa peramalan tinggi gelombang pada lokasi pendaratan dan pembongkaran kapal adalah 1,15 meter dengan arah dominan gelombang yaitu utara (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo : 2006). Sedangkan tinggi gelombang yang diijinkan dalam kolam pelabuhan dengan kapal jenis kecil (bobot kurang dari 500 GRT) adalah 0,3 meter (Triatmodjo : 1999). Oleh karena itu, maka diperlukan sebuah *breakwater* untuk memecah gelombang sebelum sampai ke kolam pelabuhan sehingga tidak mengganggu kegiatan bongkar muat barang. Selain untuk memecah gelombang, *breakwater* juga dapat berfungsi sebagai pelindung kolam pelabuhan dari sedimentasi yang mengakibatkan pendangkalan. Hal ini akan merugikan karena kapal-kapal yang draftnya lebih besar dari kedalaman kolam pelabuhan, tidak dapat merapat ke dermaga sehingga membutuhkan biaya tambahan untuk proses bongkar muat barang.

Skripsi ini memuat tentang Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo yang terletak di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapat dari survey studi kelayakan tahun 2006.

## **1.2 Rumusan masalah**

Bagaimana perencanaan pemecah gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur?

## **1.3 Batasan masalah**

Pada tugas akhir ini, pembahasan permasalahan mengambil beberapa batasan sebagai berikut, antara lain :

1. Tidak menganalisa RAB (Rencana Anggaran Biaya).
2. Tidak merencanakan metode pelaksanaan pekerjaan.
3. Tidak menganalisa sedimentasi *pasca* konstruksi.
4. Data yang digunakan untuk perencanaan adalah data hasil survey hidro-oseanografi PPI Pondok Mimbo tahun 2006 selama 15 hari pengamatan.
5. Tidak menganalisa stabilitas konstruksi terhadap penurunan tanah (*settlement*) karena keterbatasan data.
6. Tidak merencanakan DED (*Detail Engineering Design*).

## **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari studi ini adalah :

Merencanakan pemecah gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur.

## **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah untuk menerapkan materi-materi yang didapat dari perkuliahan dengan bentuk perencanaan pemecah gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur.



## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Gelombang**

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut yang diakibatkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak dsb. Di antara beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting dalam bidang teknik pantai adalah gelombang pasang surut dan gelombang angin (Triatmodjo, 1999:11).

Analisa gelombang dalam perencanaan pelabuhan dibutuhkan untuk mengetahui tinggi gelombang di wilayah perairan pelabuhan, sehingga dapat diputuskan perlu atau tidaknya sebuah *breakwater* atau bangunan pelindung pelabuhan.

#### **2.1.1 Pembangkitan Gelombang**

##### **2.1.1.1 Angin**

Angin yang berhembus mengakibatkan permukaan air laut yang mulanya tenang menjadi timbul riak air atau gelombang kecil. Dengan bertambahnya kecepatan dan durasi hembusan maka riak tersebut akan menjadi semakin besar kemudian membentuk gelombang.

##### **a. Distribusi Kecepatan Angin**

Distribusi kecepatan angin di atas permukaan air laut dibagi menjadi tiga daerah sesuai dengan elevasi di atas permukaan. Di daerah geostropik yang berada

1000 meter di atas permukaan air laut, kecepatan angin adalah konstan. Daerah Ekman yang berada pada ketinggian 100 – 1000 meter dan daerah dimana tegangan konstan yang berada pada elevasi 10 – 100 meter, di daerah tersebut kecepatan dan arah angin berubah sesuai dengan elevasi, karena adanya gesekan dengan permukaan laut dan perbedaan temperature antara airdan udara.

Di daerah tegangan konstan, profil vertikal dari kecepatan angin mempunyai bentuk berikut :

$$U(y) = \frac{U^*}{K} \left\{ \ln \left( \frac{y}{y_0} \right) - \psi \left( \frac{y}{L} \right) \right\} \dots\dots\dots 2.1 \text{ (Triatmodjo : 1999)}$$

Dengan:

- U\* : kecepatan geser
- K : koefisien von Karman ( = 0,4 )
- y : elevasi terhadap muka air
- y<sub>0</sub> : tinggi kekasaran permukaan
- L : panjang campur yang tergantung pada perbedaan temperature antara air dan udara. (Δ T<sub>as</sub>)
- ψ : fungsi yang tergantung pada perbedaan temperature antara air dan udara. Di Indonesia, mengingat perbedaan antara air laut dan udara kecil, maka parameter ini diabaikan.

Apabila angin tidak diukur pada elevasi 10 meter, maka kecepatan angin harus dikonversi pada elevasi tersebut. Untuk memudahkan perhitungan, maka dapat digunakan persamaan yang sederhana berikut :

$$U(10) = U(y) \left( \frac{10}{y} \right)^{1/7} \dots\dots\dots 2.2 \text{ (Triatmodjo : 1999)}$$

**b. Data Angin**

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data angin dipermukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut diperoleh dari pengukuran

langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat kemudian di konversi menjadi data angin di laut. Kecepatan angin di ukur dengan Anemometer, dan biasanya dinyatakan dengan knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5 m/d. Dengan pencatatan jam-jaman tersebut akan diketahui angin dengan kecepatan tertentu dan durasinya, kecepatan angin maksimum, arah angin, dan dapat pula dihitung kecepatan angin rerata harian.

### c. Konversi Kecepatan Angin

Pengukuran gelombang dengan cara menganalisa data angin menggunakan data angin yang ada di laut, tetapi biasanya data angin yang ada adalah data angin hasil pengukuran di darat. Oleh karena itu perlu diadakan koreksi-koreksi antara data angin yang ada di darat dengan data angin yang ada laut.

#### 1. Koreksi terhadap letak pengukuran kecepatan angin

Rumus yang dipakai untuk menghitung koreksi pengukuran kecepatan angin akibat perbedaan ketinggian tempat pengukuran adalah :

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} \dots\dots\dots 2.3 \text{ (Triatmodjo : 1999)}$$

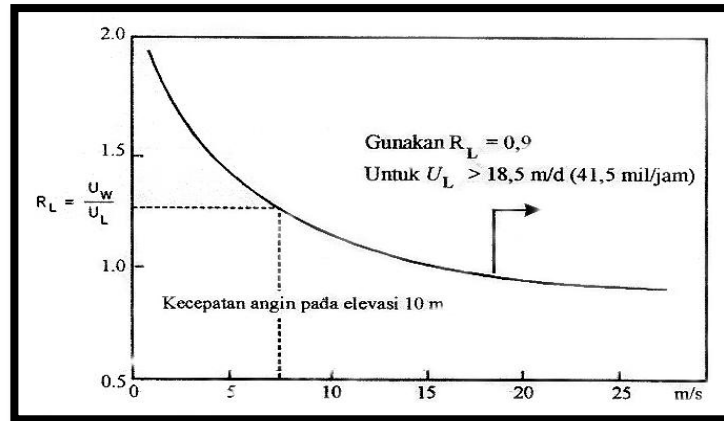
Dimana :

$R_L$  = faktor korelasi akibat perbedaan ketinggian

$U_w$  = kecepatan di atas permukaan laut (m/s)

$U_L$  = kecepatan angin di atas daratan (m/s)

Nilai koreksi ini juga bisa diketahui dengan melihat Grafik  $R_L$  seperti pada Gambar 2.7 berikut ini :



**Gambar 2.1 - Grafik Korelasi akibat Perbedaan Ketinggian,  $R_L$**   
(sumber: Triatmodjo – 1999)

2. Koreksi terhadap temperatur pada lokasi pengukuran

Pengukuran data angin dipermukaan laut adalah paling sesuai untuk peramalan gelombang. Hasil dari perhitungan kecepatan angin tersebut diatas kemudian dikonversikan menjadi faktor tegangan angin ( $U_A$ ) dengan menggunakan rumus:

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \dots\dots\dots 2.4 \text{ (Triatmodjo : 1999)}$$

Dimana  $U$  adalah kecepatan angin dalam  $m/s$ .

2.1.1.2 Fetch

Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga berbagai sudut terhadap arah angin. Panjang fetch adalah panjang laut dibatasi oleh pulau-pulau pada kedua ujungnya. Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots\dots\dots 2.5 \text{ (Triatmodjo : 1999)}$$

Dengan :

$F_{eff}$  : fetch rerata efektif

$X_i$  : panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch

$\alpha$  : deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan  $6^\circ$  sampai sudut sebesar  $42^\circ$  pada kedua sisi dari arah angin.

### 2.1.2 Deformasi Gelombang

#### 2.1.2.1 Refraksi Gelombang

Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah di mana kedalaman air lebih besar daripada setengah panjang gelombang, yaitu di laut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi di laut transisi dan laut dangkal, dasar laut mempengaruhi gelombang. Di daerah ini, apabila ditinjau suatu garis puncak gelombang, bagian dari puncak gelombang yang berada di air yang lebih dangkal akan menjalar dengan kecepatan yang lebih kecil dari daripada bagian di air yang lebih dalam. Akibatnya garis puncak gelombang akan membelok dan berusaha untuk sejajar dengan garis kedalaman laut. Garis orthogonal gelombang, yaitu garis yang tegak lurus dengan garis puncak gelombang dan menunjukkan arah penjalaran gelombang, juga akan membelok, dan berusaha untuk menuju tegak lurus dengan garis kontur dasar laut.

Adapun langkah-langkah dalam perhitungan refraksi menurut Triatmodjo dalam bukunya Teknik Pantai (2009) adalah sebagai berikut:

1. Menghitung panjang gelombang ( $L_o$ ) dan kecepatan jalar gelombang/*celerity* ( $C_o$ ), dimana :

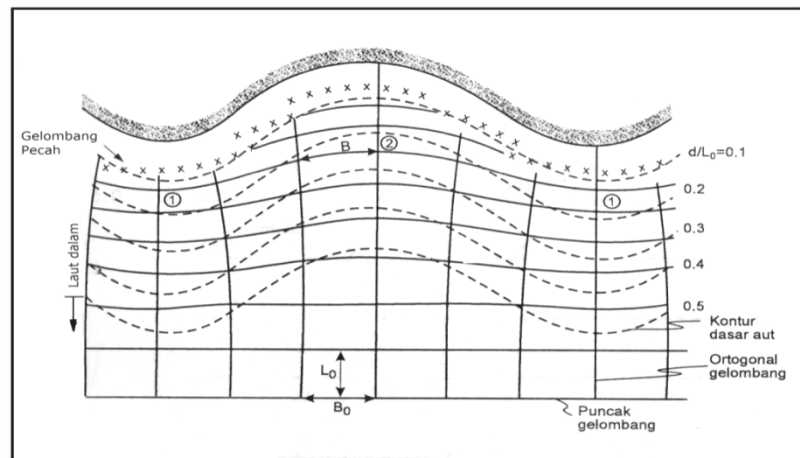
$$L_o = 1,56 \times T^2 \text{ dan } C_o = L_o/T$$

2. Menentukan kedalaman di depan *breakwater* yang ditinjau ( $d$ ) sehingga diperoleh nilai  $d/L_0$  dan dari tabel Fungsi  $d/L$  Untuk Pertambahan Nilai  $d/L_0$ , dapat diketahui nilai  $d/L$ .
3. Menghitung panjang ( $L$ ) dari nilai  $d/L$  di atas dan kecepatan jalar gelombang ( $C$ ) dari rumus  $C = L/T$ .
4. Menghitung besar sudut gelombang yang datang ( $\alpha$ ), dengan rumus :
 
$$\sin \alpha = \left( \frac{C}{C_0} \right) \sin \alpha_0$$
 ( $\alpha_0$  adalah sudut gelombang dalam).
5. Menghitung koefisien refraksi ( $K_r$ ) dengan rumus :
 
$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$
6. Menghitung koefisien pendangkalan ( $K_s$ ), dengan rumus :
 
$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n L}}$$
 dengan nilai  $n$  diperoleh dari tabel Fungsi  $d/L$  Untuk Pertambahan Nilai  $d/L_0$  dan  $n_0$  adalah 5.
7. Menghitung tinggi gelombang hasil refraksi dengan rumus :
 
$$H = H_0 \times K_r \times K_s$$

Untuk mengetahui energi gelombang yang mengenai daratan, maka dibuat sebuah diagram refraksi. Energi gelombang tiap luas penampang diasumsikan sama sehingga dapat disimpulkan semakin luas penampang gelombang yang mengenai daratan maka semakin kecil energi gelombangnya, begitu juga sebaliknya. Proses pembuatan diagram difraksi tersebut sama seperti langkah-langkah analisis refraksi di atas secara garis besar. Ada dua metode dalam pembuatan diagram refraksi yaitu metode puncak gelombang dan orthogonal gelombang. Pada metode puncak gelombang, ditarik sebuah garis lurus di lokasi laut dalam dengan arah sesuai

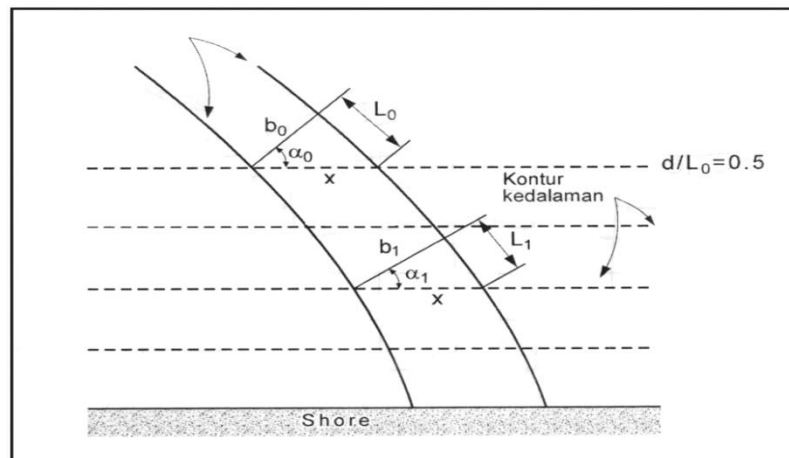
gelombang datang kemudian dibuat titik-titik dengan jarak yang sama. Analisa refraksi dimulai dari titik-titik tersebut. Dari titik-titik tersebut ditarik garis sesuai panjang gelombang refraksi dan arah sesuai arah gelombang refraksi.

Proses berbeloknya arah gelombang atau refraksi dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan gambar 2.3 berikut:



**Gambar 2.2 - Contoh Refraksi Gelombang di Daerah Pantai**

(sumber: Triatmodjo, 2009)

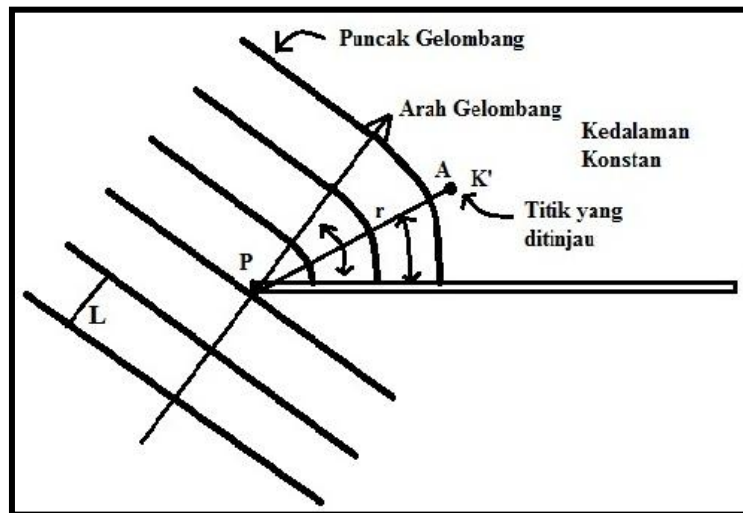


**Gambar 2.3 - Refraksi Gelombang pada Kontur lurus dan sejajar**

(sumber: Triatmodjo, 2009)

### 2.1.2.2 Difraksi Gelombang

Apabila gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung di belakangnya. Fenomena ini dikenal dengan difraksi gelombang. Dalam difraksi gelombang ini terjadi transfer energi dalam arah tegak lurus penjalaran gelombang menuju daerah terlindung. Apabila tidak terjadi difraksi maka daerah belakang rintangan akan tenang, namun karena adanya proses difraksi maka daerah tersebut terpengaruh oleh gelombang datang. Transfer energi ke daerah terlindung akan menyebabkan terbentuknya gelombang di daerah tersebut meskipun tidak sebesar gelombang di luar daerah terlindung. Pengetahuan tentang difraksi gelombang ini penting di dalam perencanaan pelabuhan dan pemecah gelombang sebagai pelindung pantai.



**Gambar 2.4 – Proses Difraksi Gelombang**

*(sumber: Triatmodjo, 2009)*

Pada rintangan (pemecah gelombang) tunggal, tinggi gelombang di suatu tempat di daerah terlindung tergantung pada jarak titik tersebut terhadap ujung rintangan  $r$ , sudut antara rintangan dan garis yang menghubungkan titik tersebut



dengan rintangan  $\beta$ , dan sudut antara rintangan  $\theta$ . Perbandingan antara tinggi gelombang datang di titik yang terletak di daerah terlindung dan tinggi gelombang datang disebut koefisien difraksi  $K'$ .

$$H_A = K' H_P \dots\dots\dots 2.6 \text{ (Triatmodjo, 1999)}$$

Dimana  $K' = f(\theta, \beta, \frac{r}{L})$

Dengan :

$H_A$  : Gelombang di belakang rintangan

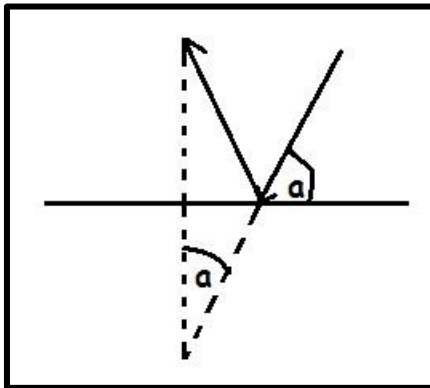
$K'$  : koefisien difraksi

$H_P$  : Gelombang di ujung rintangan

### 2.1.2.3 Refleksi Gelombang

Gelombang datang yang membentur suatu rintangan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Tinjauan refleksi gelombang penting di dalam perencanaan bangunan pantai, terutama pada bangunan pelabuhan. Refleksi gelombang di dalam pelabuhan akan menyebabkan ketidaktenangan di dalam perairan pelabuhan. Fluktuasi muka air ini akan menyebabkan gerakan pada kapal-kapal yang ditambat, dan dapat menimbulkan tegangan pada tali penambat. Untuk mendapatkan ketenangan muka air di kolam pelabuhan, maka dibutuhkan bangunan-bangunan yang dapat menyerap energi gelombang. Suatu bangunan yang terbuat dari tumpukan batu dan mempunyai sisi miring akan mampu menyerap energi gelombang yang lebih banyak dibandingkan bangunan yang bersisi tegak dan masif.

Proses pemantulan gelombang sama seperti proses pemantulan cahaya, seperti diberikan pada gambar di bawah ini :



**Gambar 2.5 – Proses Refraksi Gelombang**

(sumber: Triatmodjo, 2009)

#### 2.1.2.4 Gelombang Pecah

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang. Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\frac{H_b}{H'_o} = \frac{1}{3,3 (H'_o/L_0)^{1/3}} \dots\dots\dots(2.7) \text{ (Triatmodjo, 1999)}$$

Kedalaman air di mana gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut:

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - (aH_b/gT^2)} \dots\dots\dots(2.8) \text{ (Triatmodjo, 1999)}$$

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

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

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})}$$

Dengan :

$H_b$  : tinggi gelombang pecah

$H'_0$  : tinggi gelombang laut dalam ekuivalen

$L_0$  : panjang gelombang di laut dalam

$d_b$  : kedalaman air pada saat gelombang pecah

$m$  : kemiringan dasar laut

$g$  : percepatan gravitasi

$T$  : periode gelombang

Sudut datang gelombang pecah dapat diukur berdasarkan gambar refraksi pada kedalaman di mana terjadi gelombang pecah.

### 2.1.3 Statistik Gelombang

Menurut Triatmodjo dalam buku Teknik Pantai (1999), gelombang memiliki bentuk yang tidak teratur, dengan tinggi dan periode yang tidak konstan. Pengukuran gelombang di suatu tempat memberikan pencatatan muka air sebagai fungsi waktu. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu cukup panjang, sehingga data gelombang akan sangat banyak. Mengingat kekompleksan dan besarnya data tersebut maka gelombang akan dianalisa secara statistik untuk mendapatkan bentuk gelombang yang bermanfaat. Dalam bidang teknik sipil, parameter gelombang yang digunakan adalah tinggi gelombang.

Untuk keperluan perencanaan bangunan-bangunan pantai, perlu dipilih tinggi dan periode gelombang individu yang dapat mewakili satu spektrum gelombang. Gelombang tersebut disebut gelombang representatif. Apabila tinggi gelombang dari suatu pencatatan diurutkan dari yang terbesar sampai yang terendah atau sebaliknya, maka dapat ditentukan nilai  $H_n$  yang merupakan rerata dari  $n$  persen gelombang tertinggi. Dengan bentuk tersebut, maka akan diperoleh karakteristik gelombang alam dalam bentuk gelombang tunggal. Misalnya  $H_{10}$  adalah tinggi rerata dari 10 % gelombang tertinggi dari suatu pencatatan gelombang. Bentuk yang paling banyak

digunakan adalah  $H_{33}$  atau rerata dari 33 % gelombang tertinggi dari sebuah pencatatan gelombang; disebut juga  $H_s$  (tinggi gelombang signifikan).

## **2.2 Arus**

Arus adalah pergerakan air secara horizontal yang disebabkan adanya perubahan ketinggian muka air laut. Arus lautan global merupakan pergerakan masa air yang sangat besar dan arus ini yang mempengaruhi arah aliran air lautan dan terkait antara satu lautan dengan yang lain di seluruh dunia. Adanya arus lautan ini disebabkan oleh perputaran bumi, angin, dan suhu udara.

### **2.2.1 Arus Dekat Pantai**

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di daerah dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda. Daerah yang dilewati gelombang adalah daerah yang terbentang dari lokasi gelombang pecah ke arah laut (*offshore zone*), daerah antara gelombang pecah dan garis pantai (*surf zone*) dan daerah gelombang pecah (*swash zone*). Di daerah *offshore zone*, gelombang menimbulkan gerak orbit partikel air. Orbit lintasan partikel tidak tertutup sehingga menimbulkan transpor massa air. Transpor massa tersebut dapat disertai dengan terangkatnya sedimen dasar dalam arah menuju pantai (*onshore*) dan meninggalkan pantai (*offshore*). Pada daerah *surf zone*, gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen dasar. Setelah pecah gelombang melintasi *surf zone* menuju pantai. Di daerah ini kecepatan partikel air hanya bergerak dalam arah penjalaran gelombang. Pada daerah *swash zone*, gelombang yang sampai di garis pantai menyebabkan massa air bergerak ke atas dan kemudian turun kembali pada permukaan pantai. Gerak massa air tersebut disertai dengan terangkutnya sedimen.

### **2.2.2 Arus Sepanjang Pantai**

Gelombang yang pecah pada pantai yang miring akan menyebabkan terjadinya kenaikan gelombang (*wave set-up*) di pantai, yang menyebabkan naiknya elevasi muka air di atas elevasi muka air diam. Kenaikan muka air di sepanjang pantai adalah tidak sama karena tinggi gelombang pecah di sepanjang pantai berbeda. Hal ini dapat menimbulkan aliran air sepanjang pantai menuju ke tempat dengan muka air yang lebih rendah.

Arus sepanjang pantai (*longshore current*) dapat juga ditimbulkan oleh gelombang yang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai. Arus ini terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai. Parameter terpenting di dalam menentukan kecepatan arus sepanjang pantai adalah tinggi dan sudut datang gelombang pecah.

### **2.2.3 Transpor Sedimen Sepanjang Pantai**

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang diakibatkannya. Transpor sedimen yang dipelajari dalam bab ini adalah yang terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai.

Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transpor*) dan transpor sepanjang pantai (*longshore transpor*). Transpor menuju dan meninggalkan pantai memiliki arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedang transpor sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai.

Transpor sedimen sepanjang pantai terdiri dari dua komponen utama, yaitu transpor sedimen dalam bentuk mata gergaji di garis pantai dan transpor sepanjang pantai di *surf zone*. Pada waktu gelombang menuju pantai dengan membentuk sudut terhadap garis pantai maka gelombang tersebut akan naik ke pantai (*uprush*) yang juga membentuk sudut. Massa air yang naik itu kemudian akan naik lagi dalam arah tegak lurus pantai. Gerak air tersebut membentuk lintasan seperti mata gergaji, yang

disertai dengan terangkutnya sedimen dalam arah sepanjang pantai. Komponen kedua adalah transpor sedimen yang ditimbulkan oleh arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah. Transpor sedimen ini terjadi di *surf zone*.

Berikut ini akan dipelajari cara memprediksi transpor sedimen sepanjang pantai dengan menggunakan rumus empiris. Rumus yang ada untuk menghitung transpor sedimen sepanjang pantai dikembangkan berdasar data pengukuran model dan prototip pada pantai berpasir. Sebagian rumus tersebut merupakan hubungan sederhana antara transpor sedimen dan komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai dalam bentuk :

$$Q_s = K \cdot P_1^n \dots\dots\dots 2.9 \text{ (Triatmodjo : 1999)}$$

dimana  $P_1 = \frac{\rho g}{8} H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b$

Dengan :

- $Q_s$  : angkutan sedimen sepanjang pantai (m<sup>3</sup>/hari)
- $P_1$  : komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah (Nm/d/m)
- $\rho$  : rapat massa air laut (kg/m<sup>3</sup>)
- $H_b$  : tinggi gelombang pecah (m)
- $C_b$  : cepat rambat gelombang pecah (m/d) =  $\sqrt{g \cdot d_b}$
- $\alpha_b$  : sudut datang gelombang pecah
- $K, n$  : konstanta

Beberapa rumus transpor sedimen sepanjang pantai :

**Tabel 2.1 – Rumus Transpor Sedimen**

no	Nama	Rumus
1	Caldwell	$Q_s = 1,200 P_1^{0,8}$
2	Savage	$Q_s = 0,219 P_1$
3	Ijima, Sato, Aono, Ishii	$Q_s = 0,130 P_1^{0,54}$
4	Ichikawa, Achiai, Tomita, Murobuse	$Q_s = 0,130 P_1^{0,8}$
5	Manohar	$Q_s = 55,7D^{0,59} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right)^{0,41} P_1^{0,91}$
6	Ijima, Sato	$Q_s = 0,060 P_1$
7	Tanaka	$Q_s = 0,120 P_1$
8	Komar, Inman	$Q_s = 0,778 P_1$
9	Komar, Inman	$Q_s = 0,283 \frac{V P_1}{U_\infty \sin \alpha_b}$
10	Das	$Q_s = 0,325 P_1$
11	CERC	$Q_s = 0,401 P_1$

(Sumber : Triatmodjo - 1999)

### 2.3 Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya menarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil daripada massa matahari, tapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi jauh lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari.

Pengetahuan tentang pasang surut penting dalam perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan elevasi muka air terendah (surut) sangat penting untuk merencanakan bangunan-bangunan tersebut. Sebagai contoh, elevasi puncak bangunan pemecah gelombang, dermaga, dsb ditentukan oleh elevasi muka air pasang, sementara kedalaman alur pelayaran pada pelabuhan ditentukan oleh muka air surut.

### **2.3.1 Pembangkitan Pasang Surut**

Gaya-gaya pembangkit pasang surut ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari. Penjelasan terjadinya pasang surut dilakukan hanya dengan memandang suatu sistem bumi-bulan. Dalam penjelasan ini, dianggap bahwa permukaan bumi, yang apabila tanpa pengaruh gaya tarik bulan, tertutup secara merata oleh laut (bentuk permukaan air adalah bundar).

Gaya tarik-menarik antara bumi dan bulan tersebut menyebabkan sistem bumi-bulan menjadi satu sistem kesatuan yang beredar bersama-sama sekeliling sumbu perputaran bersama. Sumbu perputaran bersama ini adalah pusat berat dari sistem bumi-bulan. Selama perputaran tersebut, setiap titik di bumi beredar sekeliling jari-jari dari revolusi pusat massa bumi sekeliling sumbu perputaran bersama. Jari-jari orbit peredaran setiap titik yang ditinjau di bumi adalah sama, sehingga gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh peredaran tersebut sama besar.

Dengan adanya perputaran tersebut maka pada setiap titik di bumi, bekerja gaya sentrifugal yang sama besar dan arahnya. Arah gaya tersebut adalah berlawanan dengan posisi bulan. Selain itu, karena pengaruh gravitasi bulan, setiap titik di bumi mengalami gaya tarik dengan arah menuju massa bulan, sedang besar gayanya tergantung pada jarak antara titik yang ditinjau dengan massa bulan. Gaya pembangkit pasang surut adalah resultan dari kedua gaya tersebut. Pada sumbu bumi gaya gravitasi dan gaya sentrifugal adalah seimbang. Suatu elemen air yang letaknya pada sisi bumi yang terjauh dari bulan, memiliki gaya sentrifugal yang lebih besar dari gaya gravitasi. Sebaliknya, pada sisi yang terdekat dengan bulan, gaya gravitasi lebih besar dari gaya sentrifugal, sehingga resultannya keluar dan akibatnya permukaan air tertarik keluar.



### 2.3.2 Tipe Pasang Surut

Secara umum tipe pasang surut dapat dikelompokkan menjadi 4, yaitu :

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

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

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

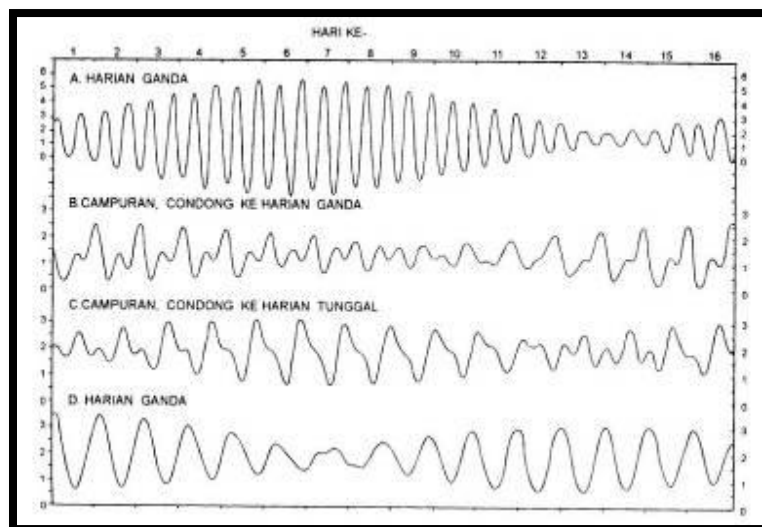
Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Periode pasang surut jenis ini adalah 24 jam 50 menit.

3. Pasang surut campuran cenderung ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*)

Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, namun tinggi gelombangnya berbeda, begitu juga periode gelombangnya.

4. Pasang surut campuran cenderung tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Pada tipe ini, terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari. Tetapi kadang-kadang, untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan periode dan tinggi gelombang yang berbeda.



**Gambar 2.6 – Tipe Pasang Surut**

(Sumber : Triatmodjo - 1999)

### 2.3.3 Pasang Surut Purnama Dan Perbani

Gaya tarik bulan dan matahari menyebabkan lapisan air yang semula berbentuk bola berubah menjadi elips. Karena perputaran bulan pada orbitnya, maka posisi bumi-bulan-matahari selalu berubah setiap saat. Revolusi bulan terhadap bumi ditempuh dalam waktu 29,5 hari. Pada setiap hari pertama dan ke-15, posisi bumi-bulan-matahari berada dalam satu garis lurus, sehingga gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memperkuat. Dalam kondisi ini, terjadi pasang surut purnama (*spring tide*) atau pasang besar, dimana tinggi pasang surut sangat besar dibandingkan hari-hari yang lain. Sedangkan pada hari ke-7 dan ke-21, posisi bulan dan matahari membentuk sudut siku-siku terhadap bumi sehingga gaya tariknya semakin mengurangi. Pada kondisi ini terjadi pasang surut perbani (*neap tide*) atau pasang kecil, dimana tinggi pasang surut lebih kecil dibandingkan hari-hari yang lain.

### 2.3.4 Elevasi Muka Air Laut

Dalam analisa pasang surut diperlukan suatu elevasi yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan suatu pelabuhan. Ada tiga macam elevasi antara lain:

1. Muka air tinggi atau *High Water Level* (HWL), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut;
2. Muka air rendah atau *Low Water Level* (LWL), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut;
3. Muka air tinggi rerata atau *Mean High Water Level* (MHWL), rerata dari muka air tertinggi selama periode 19 tahun;
4. Muka air rendah rerata atau *Mean Low Water Level* (MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun;
5. Muka air rata-rata atau *Mean Sea Level* (MSL), muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.
6. Muka air tinggi tertinggi atau *Highest High Water Level* (MHWL), air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati;

7. Air rendah terendah atau *Lowest Low Water Level (LLWL)*, air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan purnama.

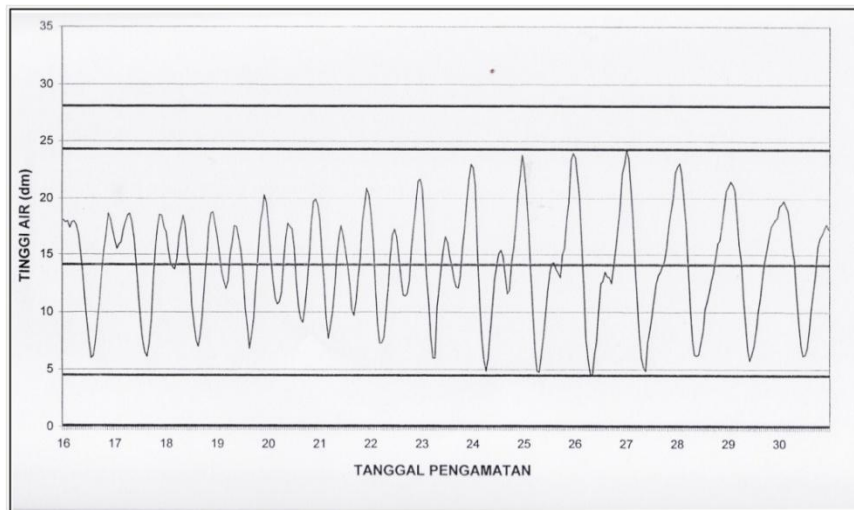
### 2.3.5 Elevasi Muka Air Pasang Surut Rencana

Perencanaan bangunan pantai dibatasi oleh waktu, biasanya 6 bulan sampai satu tahun atau lebih. Dengan demikian untuk mendapatkan data pasang surut dilokasi pekerjaan sepanjang 19 tahun tidak dapat dilakukan. Dalam hal ini muka air laut ditentukan berdasarkan pengukuran pasang surut selama minimum 15 hari.

Dengan pengamatan selama 15 hari tersebut, maka didapat siklus pasang surut yang meliputi pasang purnama dan perbani. Pengamatan muka air ini dapat menggunakan alat otomatis (*automatic water level recorder*) atau secara manual dengan bak ukur dengan interval pengamatan setiap jam, siang dan malam. Untuk dapat melakukan pembacaan dengan baik tanpa terpengaruh gelombang, maka pengamatan dilakukan di tempat terlindung, seperti muara sungai atau teluk.

Dari data pengamatan selama 15 hari atau 30 hari dapat diramalkan pasang surut untuk periode berikutnya dengan menggunakan metode Admiralty atau metode kuadrat terkecil (*least square method*).

Kurva pasang surut disediakan di bawah ini :



**Gambar 2.7 – Kurva Pasang Surut**

(Sumber : Triatmodjo - 1999)

### **2.3.6 Elevasi Muka Air Laut Rencana**

Elevasi muka air laut rencana merupakan parameter yang sangat penting di dalam perencanaan bangunan pantai. Elevasi tersebut merupakan penjumlahan dari beberapa parameter yaitu pasang surut, tsunami, kenaikan muka air karena gelombang (*wave set-up*), dan kenaikan muka air karena angin (*wind set-up*) dan kenaikan muka air karena perubahan suhu global. Namun kemungkinan terjadinya semua parameter ini dalam waktu yang bersamaan adalah sangat kecil. Penetapan berdasarkan MHWL atau HHWL tergantung pada kepentingan bangunan yang direncanakan.

## **2.4 Pelabuhan Perikanan**

### **2.4.1 Definisi Pelabuhan Perikanan**

Pelabuhan Perikanan mempunyai peranan penting dan strategis dalam menunjang peningkatan produksi perikanan, memperlancar arus lalu lintas kapal perikanan, mendorong pertumbuhan perekonomian masyarakat perikanan serta mempercepat pelayanan terhadap seluruh kegiatan yang bergerak di bidang usaha perikanan.

Menurut Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: Kep.10/Men/2004 tentang Pelabuhan Perikanan, menjelaskan bahwa Pelabuhan Perikanan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai kegiatan pemerintahan dan kegiatan sistem bisnis perikanan yang dipergunakan sebagai tempat kapal perikanan bersandar, berlabuh dan/bongkar muat ikan yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang Pelabuhan Perikanan.

### **2.4.2 Kelas Pelabuhan Perikanan**

Berdasarkan keputusan menteri kelautan dan perikanan No. 165 tahun 2000, Pelabuhan Perikanan dapat diklasifikasikan menjadi empat kelas berikut ini (Triatmodjo : 2009):

1. Kelas A: Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS), dengan kriteria:
  - a. Melayani kapal ikan yang beroperasi di perairan lepas pantai (perairan nusantara), perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI), dan laut bebas (internasional),
  - b. Memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal perikanan berukuran  $> 60$  GT,
  - c. Panjang dermaga sekurang-kurangnya 300 m, dan kedalaman kolam  $\geq 3$  m,
  - d. Mampu menampung 100 kapal atau jumlah keseluruhan 6.000 Gt sekaligus,
  - e. Ikan yang didaratkan sebagai tujuan ekspor,
  - f. Terdapat industri perikanan
  
2. Kelas B: Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN), dengan kriteria:
  - a. Melayani kapal ikan yang beroperasi di laut teritorial dan perairan ZEEI,
  - b. Memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal perikanan berukuran sekurang-kurangnya 30 GT
  - c. Panjang dermaga sekurang-kurangnya 150 m, dengan kedalaman kolam sekurang-kurangnya  $- 3$  m,
  - d. Mampu menampung 75 kapal atau jumlah keseluruhan 2.259 GT sekaligus,
  - e. Terdapat industri perikanan
  
3. Kelas C: Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP), dengan kriteria:
  - a. Melayani kapal ikan yang beroperasi di perairan pedalaman, perairan kepulauan dan laut teritorial,
  - b. Memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal perikanan berukuran sekurang-kurangnya 10 GT,
  - c. Panjang dermaga sekurang-kurangnya 100 m, dengan kedalaman kolam sekurang-kurangnya  $- 2$  m
  - d. Mampu menampung sekurang-kurangnya 30 kapal atau 300 GT sekaligus.

4. Kelas D: Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI), dengan kriteria:
  - a. Melayani kapal ikan yang beroperasi di di perairan pedalaman, perairan kepulauan
  - b. Memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal perikanan berukuran ssekurang-kurangnya 3GT
  - c. Panjang dermaga sekurang-kurangnya 50 m, dengan kedalaman kolam sekurang-kurangnya – 2 m,
  - d. Mampu menampung sekurang-kurangnya 20 kapal atau 60 GT sekaligus.

(Triatmodjo : 2009)

### **2.4.3 Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI)**

Pangkalan Pendaratan Ikan adalah pelabuhan khusus yang merupakan pusat pengembangan ekonomi perikanan, baik dilihat dari aspek produksinya maupun aspek pemasarannya. Dengan demikian maka Pangkalan Pendaratan Ikan merupakan prasarana ekonomi yang berfungsi sebagai penunjang bagi perkembangan usaha perikanan laut maupun pelayaran. Pangkalan Pendaratan Ikan merupakan tempat para nelayan mendaratkan ikan hasil tangkapannya dan menurut statusnya menjadi Unit Pelaksana Teknis (UPT) daerah.

Pada umumnya Pangkalan Pendaratan Ikan berfungsi memberikan pelayanan yang optimal terhadap segenap aktifitas ekonomi perikanan yang di dalam implementasinya bersifat ganda yaitu :

- 1) Pelayanan terhadap kapal perikanan sebagai sarana produksi. Pelayanan ini meliputi :
  - a) Sebagai tempat pemusatan (*home bas*) armada perikanan
  - b) Menjamin kelancaran bongkar muat ikan hasil tangkapan
  - c) Menyediakan suplai logistik kapal-kapal perikanan berupa es, air tawar dan BBM.
- 2) Pelayanan terhadap nelayan sebagai unsur tenaga dalam factor produksi. Pelayanan ini meliputi :

- a) Aspek pengolahan
- b) Aspek pemasaran
- c) Aspek pembinaan masyarakat nelayan

Kebijakan operasional pengembangan prasarana perikanan di Jawa Timur dimaksudkan untuk menunjang strategi pembangunan perikanan dengan penyediaan sarana dan prasarana produksi, pasca panen, pengolahan serta pemasaran dalam suatu alur kegiatan yang saling terkait dan serasi didalam kawasan lingkungan kerja Pangkalan Pendaratan Ikan.

Untuk memacu pertumbuhan dan perkembangan perikanan serta peningkatan taraf hidup nelayan, pemerintah menyediakan fasilitas yang dibutuhkan nelayan dengan dibangunnya beberapa pangkalan pendaratan ikan di Jawa Timur. Berdasarkan produktifitas yang dihasilkan prasarana Pangkalan Pendaratan Ikan di Jawa Timur dibagi menjadi 4 (empat) kelas yaitu sebagai berikut:

- 1) Kelas I (IA, IB, dan IC)
- 2) Kelas II (IIA, IIB, dan IIC)
- 3) Kelas III (IIIA, IIIB, dan III C)
- 4) Kelas IV

Di Jawa Timur batas kelas Pangkalan Pendaratan Ikan ditentukan berdasarkan nilai jual ikan yang dilelang. Pembagian kelas tersebut dilakukan oleh Dinas Perikanan Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur dengan menerbitkan surat keputusan klasifikasi untuk masing-masing pangkalan pendarat ikan oleh Kepala Dinas dan berlaku untuk satu tahun anggaran. Klasifikasi ini dilakukan untuk mempermudah pengawasan, penambahan dan pengurangan masing-masing personil tempat pelelangan ikan karena tiap kelas tempat pelelangan ikan mempunyai jumlah personil yang berbeda sesuai dengan kegiatannya, memberikan insentip, pemberian sarana dan lain-lain.

Batas kelas untuk masing-masing pangkalan pendaratan ikan adalah sebagai berikut :

- 1) Pangkalan pendaratan ikan kelas I, sub kelas a s/d d bagi pangkalan pendaratan ikan yang nilai jual ikan yang dilelang tahun sebelumnya lebih besar dari Rp. 1 (satu) milyar.
- 2) Pangkalan pendaratan ikan kelas II, sub kelas a s/d d bagi pangkalan pendaratan ikan yang nilai jual ikan yang dilelang tahun sebelumnya antara Rp. 200 juta s/d Rp. 1 (satu) milyar
- 3) Pangkalan pendaratan ikan kelas III, sub kelas a s/d d bagi pangkalan pendaratan ikan yang nilai jual ikan yang dilelang tahun sebelumnya antara Rp. 50 juta s/d Rp. 200 juta
- 4) Pangkalan pendaratan ikan kelas IV, tanpa sub kelas bagi pangkalan pendaratan ikan yang nilai jual ikan yang dilelang tahun sebelumnya <Rp. 50 juta.  
(Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo : 2006)

#### **2.4.4 Kebutuhan Ruang Pelabuhan Perikanan**

##### **2.4.4.1 Dermaga**

Pelabuhan perikanan menyediakan tempat bagi kapal-kapal ikan untuk melakukan kegiatan penangkapan ikan dan memberikan pelayanan yang diperlukan. Berbeda dengan pelabuhan umum yang semua kegiatannya seperti bongkar muat barang, pengisian perbekalan, perawatan dan perbaikan ringan dilakukan di dermaga yang sama. Pada pelabuhan perikanan, sarana dermaga disediakan secara terpisah untuk berbagai kegiatan.

Untuk bisa memberikan pelayanan hasil tangkapan ikan dengan cepat, maka dermaga pada pelabuhan perikanan dibagi menjadi 3 (tiga) macam (Triatmodjo, 2009:411) :



1. Dermaga Pendaratan/Bongkar

Dermaga ini digunakan oleh kapal-kapal yang baru datang dari melaut untuk membongkar tangkapan ikan. Setelah merapat ke dermaga, ikan segera dibawa ke TPI untuk dilelang.

Pada dermaga pendaratan, kapal-kapal yang sedang membongkar muatan di sini biasanya ditambatkan searah dermaga. Panjang dermaga diberikan dengan rumus berikut ini:

$$L_d = \frac{N}{\gamma}(L + 0,15L) \dots\dots\dots 2.10 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dengan :

- L<sub>d</sub> : panjang dermaga pendaratan
- N : jumlah kapal berlabuh tiap hari
- $\gamma$  : perbandingan antara waktu operasional pelabuhan dan waktu bongkar muat ikan
- L : panjang kapal

2. Dermaga Tambat

Sesuai dengan namanya, dermaga tambat digunakan untuk menambat kapal-kapal yang sedang tidak beroperasi. Selain itu, pada dermaga ini dilakukan perawatan dan perbaikan alat penangkap ikan.

Pada dermaga ini, biasanya kapal ditambatkan tegak lurus arah dermaga mengingat jumlah kapal yang ditambatkan cukup banyak. Panjang dermaga tambat dapat dihitung dengan rumus :

$$L_T = n(B + 0,5B) \dots\dots\dots 2.11 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dengan :

- L<sub>T</sub> : panjang dermaga tambat

- n : jumlah kapal ikan yang ditambatkan tiap hari
- B : lebar kapal

### 3. Dermaga Perbekalan/Perlengkapan

Ketika kapal akan beroperasi lagi, maka kapal yang berada di dermaga tambat dibawa ke dermaga perbekalan terlebih dahulu untuk mempersiapkan perbekalan yang akan dibawa ke laut.

Serupa dengan dermaga pendaratan atau bongkar, pada dermaga perbekalan, kapal – kapal ditambatkan searah dermaga dengan rumus berikut ini :

$$Lp = \frac{N'}{\gamma'} (L + 0,15) \dots\dots\dots 2.12 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dengan :

- Lp : panjang dermaga perbekalan
- N' : jumlah kapal berlabuh tiap hari
- $\gamma'$  : perbandingan antara waktu operasional pelabuhan dan waktu pelayanan tiap kapal
- L : panjang kapal

### 4. Lebar Dermaga

Dalam perhitungan lebar dermaga harus memperhitungkan beberapa hal, antara lain :

- a. Jarak tepi pada salah satu dermaga dengan balok tepi diambil, sehingga segala hal yang akan beroperasi di atas dermaga dapat berjalan dengan aman.
- b. Posisi truk atau alat angkut yang akan beroperasi di dermaga dan lebar area pada saat melakukan manuver.

#### 2.4.4.2 Alur Pelayaran

##### a. Kedalaman Alur/Kolam Pelabuhan

Kedalaman alur pelayaran dan kolam pelabuhan dapat dihitung dengan memperhitungkan draft kapal, gerak vertikal kapal karena squat dan gelombang, ruang kebebasan bersih, ketelitian pengukuran, pengendapan sedimen antara dua pengerukan, dan toleransi pengerukan. Tepatnya dengan rumus berikut ini :

$$H = d + G + R + P + S + \dots \dots \dots 2.13 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dengan :

- H : kedalaman alur
- d : draft kapal
- G : gerak vertikal kapal karena gelombang dan squat
- R : ruang kebebasan bersih
- P : ketelitian pengukuran (diambil 0,25)
- S : pengendapan sedimen (diambil 0,25)
- K : toleransi pengukuran (diambil 0,25)

##### b. Panjang Alur

Panjang alur dihitung mulai dari posisi kapal mengurangi kecepatan sampai posisi bertambat di dermaga adalah sebesar 5 kali panjang kapal (Tambunan, 2006):

$$Sd = 5 \times L = 5 \times 17,6 \text{ m} = 88 \text{ m} \dots \dots \dots 2.14 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

##### c. Lebar Alur

Lebar alur tergantung pada beberapa faktor (Tiatmodjo, 2009:152), yaitu :

1. Lebar, kecepatan dan gerakan kapal
2. Trafik kapal, alur direncanakan untuk satu atau dua jalur

3. Kedalaman alur
4. Angin, gelombang dan arus melintang dalam alur

Cara menentukan lebar alur ditentukan oleh OCDI (1991) dalam Triatmodjo (2009) yang disajikan dalam tabel di bawah ini :

**Tabel 2.2 – Lebar Alur Pelayaran**

Panjang Alur	Kondisi Pelayaran	Lebar
Relatif Panjang	Sering bersimpangan	2 Loa
	Tidak sering bersimpangan	1,5 Loa
Selain dari Alur di atas	Sering bersimpangan	1,5 Loa
	Tidak sering bersimpangan	Loa

(Sumber : Triatmodjo - 2009)

#### 2.4.4.3 Kolam Putar

Kolam putar adalah perairan yang diperlukan oleh kapal untuk memutar arah pada waktu akan merapat ke dermaga. Kolam putar berbentuk lingkaran. Agar gerak kapal lebih mudah, maka jari-jari kolam putar adalah dua kali panjang kapal terbesar.

$$A_p = \pi R^2 = \pi(2Loa)^2 \dots\dots\dots 2.15 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

#### 2.4.4.4 Kolam Dermaga

##### a. Kolam Pendaratan

Luas kolam pendaratan dapat dihitung dengan menganggap kapal ditambatkan searah dermaga dengan rumus berikut ini :

$$A_1 = \Sigma L_1 B_1 \dots\dots\dots 2.16 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dengan :

- A<sub>1</sub> : luas kolam pendaratan
- L<sub>1</sub> : panjang dermaga pendaratan = 1,15 L
- B<sub>1</sub> : lebar perairan untuk pendaratan = 1,5 B

L : panjang kapal

B : lebar kapal

b. Kolam Tambat

Pada dermaga tambat, kapal ditambatkan tegak lurus dengan arah dermaga untuk menghemat panjang dermaga, maka luas kolam tambat dapat dihitung dengan rumus:

$$A_2 = \Sigma L_2 B_2 \dots\dots\dots 2.17 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dengan :

$A_2$  : luas kolam tambat

$L_2$  : panjang dermaga tambat = 1,1 L

$B_2$  : lebar perairan untuk tambat = 1,5 B

L : panjang kapal

B : lebar kapal

c. Kolam Perbekalan

Seperti pada dermaga pendaratan, kapal pada dermaga perbekalan ditambatkan searah dengan dermaga sehingga luas kolam perbekalan dapat dihitung dengan cara yang sama seperti luas kolam pendaratan.

2.4.4.5 Perairan untuk Manuver

Perairan untuk manuver adalah ruang perairan dengan lebar dan kedalaman yang cukup untuk kapal-kapal berputar arah pada waktu merapat dan meninggalkan dermaga. Luas perairan manuver dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$A_3 = L_3 W \dots\dots\dots 2.18 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dimana  $L_3 = 2L$

Dengan :

$A_3$  : luas perairan untuk manuver

$L_3$  : lebar untuk manuver

$L$  : panjang kapal

$W$  : lebar kapal

#### 2.4.4.6 Luas Kolam Pelabuhan

Luas kolam pelabuhan pada kondisi minimal adalah jumlah luas dari kolam pendaratan, kolam perbekalan, kolam tambat, perairan untuk manuver dan kolam putar. Jadi luas kolam pelabuhan seluruhnya dapat dihitung dengan rumus :

$$A_{\text{pelabuhan}} = A_{\text{pendaratan}} + A_{\text{perbekalan}} + A_{\text{tambat}} + A_{\text{manuver}} + A_{\text{putar}}$$

..... 2.19 (Triatmodjo, 2009)

## 2.5 Pemecah Gelombang

### 2.5.1 Definisi

Pemecah gelombang (*breakwater*) merupakan pelindung utama bagi pelabuhan utama. Tujuan utama mengembangkan *breakwater* adalah melindungi daerah pedalaman perairan pelabuhan, yaitu memperkecil tinggi gelombang laut, sehingga kapal dapat berlabuh dengan tenang guna dapat melakukan bongkar muat. Untuk memperkecil gelombang pada perairan dalam, tergantung pada tinggi gelombang ( $H$ ), lebar muara ( $b$ ), lebar perairan pelabuhan ( $B$ ) dan panjang perairan pelabuhan ( $L$ ), mengikuti rumus empiris *Thomas Stevenson*.

(Kramadibrata, 2002)

### 2.5.2 Jenis – jenis *Breakwater*

#### 2.5.2.1 Berdasarkan Material Penyusunnya

##### 1. *Breakwater* batu (*Rubble Mounds Breakwater*)

Jenis *breakwater* ini adalah jenis yang akan dipakai dalam mengembangkan jenis *breakwater* selanjutnya. Dari segi konstruksi *breakwater* ini menahan gaya-gaya

horizontal yang timbul sebagai akibat gelombang-gelombang statis dan dinamis; gaya-gaya vertikal timbul sebagai akibat dari gaya-gaya gravitasi konstruksi. Bentuk ini memiliki fleksibilitas yang tinggi dalam hal pemeliharaan.

Telah dinyatakan bahwa semakin ke dalam, kekuatan gelombang akan semakin berkurang (mengecil). Berdasarkan keadaan ini, untuk memecahkan energi gelombang tersebut besar/berat batu yang digunakan makin bertambah ke dalam, makin mengecil sesuai dengan mengecilnya tekanan gelombang tersebut. Berat batu terkecil yang digunakan dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menahan arus air laut.

Dasar konstruksi terdiri dari inti di tengah dan di sekelilingnya dipasang batu-batu besar sebagai pelindung terhadap gerakan dan sapuan (*wash away*) akibat gelombang. Pelindung ini terdiri dari beberapa lapis, terutama pada ujung dasar dengan kemiringan tertentu.

## 2. *Breakwater* batu buatan

Dalam melaksanakan suatu *breakwater* batu (*rubble mound*) sering dijumpai kesulitan dalam mendapatkan ukuran batu yang sesuai dengan yang direncanakan. Kelemahan lain adalah bentuk dan berat yang tidak sama. Untuk mengatasinya, dibuat batu buatan yang memenuhi persyaratan berat dan secara konstruktif dirancang sedemikian rupa sehingga satu sama lainnya saling mengikat diri lebih rapat dan kuat menahan energi gelombang.

Tipe-tipe yang telah dikembangkan yaitu : *tetrapods*, *quadripods*, *hexapods*, *modified cubs* dan *dolos*. Batu-batuan ini biasanya ditempatkan pada lokasi yang gelombangnya mencapai ketinggian yang berbahaya dan utamanya pada ujung (mulut) *breakwater*.

## 3. *Breakwater* ”dinding”

*Breakwater* ini biasanya dipakai bila keadaan tanah dasar laut mempunyai daya dukung yang kuat (berlapis pasir), sehingga kuat menahan muatan di atasnya.

Bentuknya dapat berupa blok-blok dinding, kaisan yang berupa kotak atau silindris. Fungsi dinding vertikal adalah merefraksi gelombang sampai energinya hilang. Telah dinyatakan bahwa gelombang akan pecah pada ketinggian (1,5-2) H. Dan dengan suatu asumsi faktor keamanan, tinggi minimum dari dinding ini adalah 5 H. Pada keadaan dasar laut dengan kondisi daya dukung yang kurang sempurna, dapat dibuat suatu pondasi dari *rubble mounds*. Konstruksi semacam ini disebut *breakwater* majemuk (*composite break water*). Perlu diperhatikan bahwa dalam merencanakan konstruksi semacam ini, ada jaminan terhadap pergeseran blok dinding dan faktor guling yang mungkin terjadi. (Kramadibrata : 2002)

#### 2.5.2.2 Berdasarkan Tipe Bangunannya

##### 1. *Breakwater* Sisi Miring

Menurut Bambang Triatmodjo dalam bukunya Pelabuhan – 1999, *breakwater* sisi miring memiliki bentuk trapesium (dilihat dari potongan melintang). Biasanya *breakwater* tipe ini terbuat dari tumpukan batu atau blok beton yang dibuat khusus untuk menggantikan batu alam seperti *tetrapod*, *quadripods*, *tripod*, *dolos* dll. Tipe ini dipilih jika kondisi daya dukung tanah pada lokasi perencanaan kecil. Pada jenis tanah seperti ini harus dipilih konstruksi dengan dimensi yang kecil atau alternative lainnya adalah memperlebar bagian dasar bangunan dengan tujuan agar tekanan yang dibuat oleh berat bangunan kecil.

##### 2. *Breakwater* Sisi Tegak

Menurut Bambang Triatmodjo dalam bukunya Pelabuhan-1999, *breakwater* sisi tegak dapat digunakan pada lokasi perencanaan yang memiliki daya dukung yang besar sehingga mampu menahan berat bangunan yang besar. Selain itu, jika kedalaman perencanaan cukup besar, maka pembangunan *breakwater* tipe miring akan memakan biaya yang sangat besar sehingga digunakan *breakwater* sisi tegak.



Biasanya *breakwater* tipe ini dibuat dari kaisan, sel – sel turap baja, atau blok beton massa yang disusun secara vertikal.

### 3. *Breakwater* Campuran

Menurut Bambang Triatmodjo dalam bukunya Pelabuhan-1999, *breakwater* campuran adalah *breakwater* yang terdiri dari *breakwater* sisi tegak yang berdiri di atas *breakwater* sisi miring. Bangunan ini digunakan jika kedalaman rencana cukup besar namun kondisi tanah tidak dapat menahan beban bangunan *breakwater* sisi tegak. Pada waktu air surut bangunan berfungsi sebagai *breakwater* sisi miring sedangkan jika air sedang pasang, maka bangunan tersebut berfungsi sebagai pemecah gelombang sisi tegak.

#### 2.5.2.3 Berdasarkan Posisinya terhadap Pantai

##### 1. *Breakwater* Lepas Pantai

*Breakwater* lepas pantai adalah bangunan *breakwater* yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai. Bangunan ini direncanakan untuk melindungi pantai dari serangan gelombang. Tergantung panjang pantai yang dilindungi, *breakwater* atau beberapa seri *breakwater* yang dipisahkan oleh celah. Perlindungan oleh *breakwater* ini terjadi karena pengurangan energi gelombang yang sampai di perairan di belakang bangunan.

##### 2. *Breakwater* Sambung Pantai

*Breakwater* sambung pantai digunakan untuk melindungi perairan pelabuhan. *Breakwater* mempunyai salah satu ujung terletak di daratan dan ujung lainnya terletak pada perairan. Bangunan *breakwater* sambung pantai ini terdiri dari dua bangunan *breakwater* yang dipisahkan oleh celah yang juga berfungsi sebagai mulut pelabuhan.

### 2.5.3 Dimensi *Breakwater*

#### 2.5.3.1 Elevasi Puncak *Breakwater*

##### 1. *Wave Run-up*

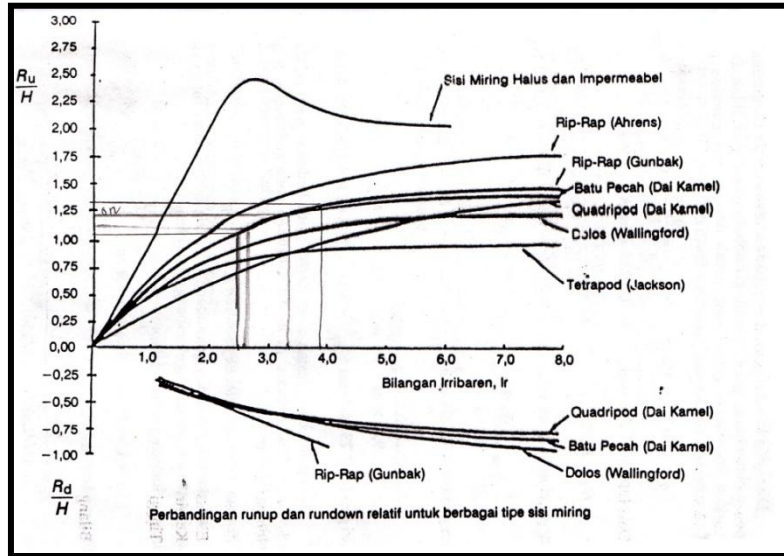
Pada waktu gelombang menghantam suatu bangunan, gelombang tersebut akan naik (run-up) pada permukaan bangunan. Elevasi (tinggi) bangunan yang direncanakan tergantung pada run-up dan limpasan yang diijinkan. Run-up tergantung pada bentuk dan kekasaran bangunan, kemiringan dasar laut di depan bangunan, dan karakteristik gelombang. Karena banyaknya variabel yang berpengaruh, maka besarnya run-up sangat sulit ditentukan secara analitis.

Berbagai penelitian tentang run-up gelombang telah dilakukan di laboratorium. Hasil penelitian berikut berupa grafik-grafik yang dapat digunakan untuk menentukan tinggi run-up. Gambar dibawah merupakan hasil percobaan yang dilakukan oleh Iribaren untuk menentukan besar run-up gelombang pada bangunan dengan permukaan miring untuk berbagai tipe material, sebagai fungsi bilangan Iribaren untuk berbagai jenis lapis lindung yang mempunyai bentuk berikut :

$$I_r = \frac{\tan \theta}{(H/L_0)^{0,5}} \dots\dots\dots 2.20 \text{ (Triatmodjo, 1999)}$$

Dengan :

- $I_r$  : bilangan Iribaren
- $\theta_r$  : sudut kemiringan sisi *breakwater*
- $H$  : tinggi gelombang di lokasi bangunan
- $L_0$  : panjang gelombang di laut dalam



**Gambar 2.9 – Grafik Run-up Gelombang**

(Sumber : Triatmodjo – 1999)

Grafik tersebut juga dapat digunakan untuk menghitung run down ( $R_d$ ) yaitu turunnya permukaan air karena gelombang pada sisi *breakwater*. Kurva pada gambar tersebut mempunyai bentuk tak berdimensi untuk runup relatif  $R_u/H$  atau  $R_d/H$  sebagai fungsi dari bilangan Iribaren, di mana  $R_u$  dan  $R_d$  adalah runup dan run down yang dihitung dari muka air laut rerata.

## 2. Elevasi puncak

Elevasi puncak *breakwater* dihitung berdasarkan kenaikan (*run-up*) gelombang yang tergantung pada karakteristik gelombang. Elevasi puncak *breakwater* dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Elevasi puncak} = \text{HWS} + \text{Run Up} + \text{tinggi kebebasan} \dots \dots \dots 2.21$$

(Triatmodjo, 1999)

Dengan :

HWS : muka air pasang

*Run up* : tinggi limpasan air pada bangunan

Tinggi kebebasan : diasumsikan 0,5 m

### 2.5.3.2 Lebar *Breakwater*

Lebar puncak juga tergantung pada limpasan yang diijinkan. Selain itu, lebar puncak juga harus cukup lebar untuk keperluan operasi peralatan pada waktu pelaksanaan dan perbaikan. Lebar puncak *breakwater* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$B = n \cdot k\Delta \left[ \frac{W}{\gamma r} \right]^{1/3} \dots\dots\dots 2.22 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dengan :

- B : lebar puncak
- n : jumlah armour unit tiap lapisan
- $k\Delta$  : koefisien lapis
- W : berat butir armour unit
- $\gamma r$  : berat jenis armour unit

### 2.5.3.3 Berat Unit Lapisan *Breakwater*

Berat unit Armour dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$W = \frac{\gamma r \cdot H^3}{K_D \cdot (Sr - 1)^3 \cot \theta} \dots\dots\dots 2.23 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dimana  $Sr = \frac{\gamma r}{\gamma a}$

Dengan :

- W : berat butir pelindung
- $\gamma r$  : berat jenis armour
- $\gamma a$  : berat jenis air laut
- H : tinggi gelombang rencana
- $\theta$  : sudut kemiringan sisi *breakwater*
- $K_D$  : koefisien stabilitas

#### 2.5.3.4 Jumlah Unit pada Lapisan *Breakwater*

Tebal lapis pelindung dari sebuah *breakwater* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$t = nk_{\Delta} \left[ \frac{W}{\gamma r} \right]^{1/3} \dots\dots\dots 2.24 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Sedangkan jumlah armour unit yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah:

$$N = A n k_{\Delta} \left[ 1 - \frac{P}{100} \right] \left[ \frac{\gamma t}{W} \right]^{2/3} \dots\dots\dots 2.25 \text{ (Triatmodjo, 2009)}$$

Dengan :

- t : tebal lapis pelindung
- n : jumlah unit armour dalam lapis pelindung
- $k_{\Delta}$  : koefisien lapis
- A : luas permukaan
- P : porositas rerata lapis pelindung
- N : jumlah armour unit untuk satuan luas permukaan A
- $\gamma t$  : berat jenis armour

#### 2.5.4 Stabilitas *Breakwater*

Untuk menjamin kestabilan dari konstruksi *breakwater* diatas perlu dicek terhadap stabilitas daya dukung tanah yang bekerja di struktur dan stabilitas terhadap geser.

##### 2.5.4.1 Stabilitas Daya Dukung Tanah

Kontrol ini dipakai untuk mengetahui apakah tanah dibawah *breakwater* dapat menahan berat sendiri konstruksi *breakwater* tersebut. Untuk dasar pondasi segi

empat ( $L \times B$ ) besar daya dukung tanah dasar menurut Terzaghi adalah sebagai berikut:

$$ql = \left(1 - 0,2 \times \frac{B}{L}\right) \gamma \cdot \frac{B}{2} \cdot N\gamma + \left(1 + 0,2 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot C \cdot Nc + \gamma \cdot D \cdot Nq \dots 2.26$$

$$Qult = ql \times B \dots 2.27$$

$$W = A \times \gamma \text{ armour} \dots 2.28$$

(Sunggono : 1982)

Syarat kestabilan daya dukung tanah adalah sebagai berikut :

$$SF = \frac{Qult}{W} > 2$$

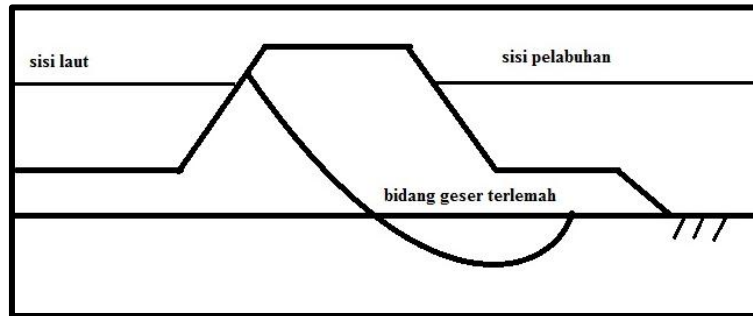
Dengan :

- $\gamma_{\text{tanah}}$  = berat jenis tanah ( $t/m^3$ )
- $\gamma_w$  = berat jenis air laut ( $t/m^3$ )
- $\gamma_{\text{armour}}$  = berat jenis batu pelindung ( $t/m^3$ )
- $\phi$  = sudut geser dalam tanah ( $^\circ$ )
- D = kedalaman konstruksi *breakwater* di dalam tanah (m)
- B = lebar *breakwater* (m)
- L = panjang *breakwater* (m)
- W = berat sendiri konstruksi (t/m)
- A = luas penampang struktur ( $m^2$ )

#### 2.5.4.2 Stabilitas terhadap Geser

Struktur *breakwater* sangat rentan terhadap bahaya kelongsoran atau geser. Oleh karena itu, harus dipastikan struktur tersebut memiliki gaya penahan momen penggeser / *Resisting Momen* ( $M_r$ ) yang lebih besar dari gaya yang menimbulkan momen penggeser / *Driving Momen* ( $M_d$ ). Menurut Soedjono Kamadibrata dalam

bukunya Perencanaan Pelabuhan, suatu struktur *breakwater* akan stabil jika memiliki nilai Faktor Keamanan (FS) =  $\frac{Mr}{Md} > 1,25$ .



**Gambar 2.10 – Bentuk Umum Bidang Geser Terlemah Breakwater**

(Sumber: Kramadibrata – 2001)

Analisa stabilitas ini dilakukan dengan metode irisan stabilitas lereng, yaitu menghitung nilai Mr dan Md dengan rumus :

$$FS = \frac{M_r}{M_d} \dots\dots\dots 2.29$$

$$FS = \frac{\sum(c \cdot \Delta L_n + W \cos \alpha_n \cdot \tan \phi)}{\sum(W \sin \alpha_n)}$$

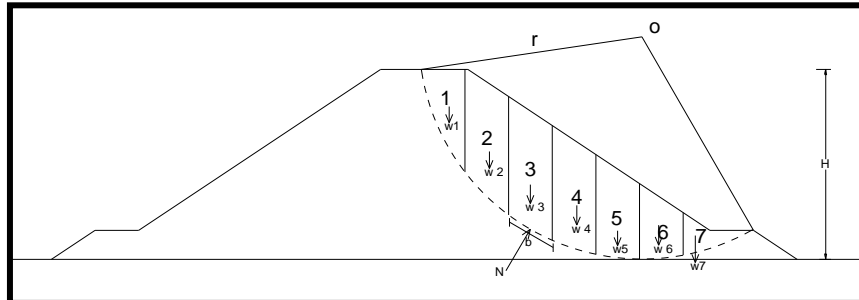
dimana  $\Delta L_n = \frac{b_n}{\cos \alpha_n}$

(Kramadibrata : 2001)

Dengan :

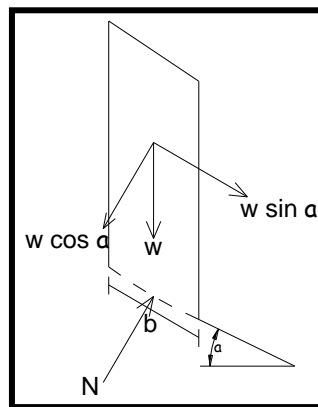
- c : kohesi tanah
- b : lebar irisan
- $\phi$  : sudut geser tanah
- FS : faktor keamanan stabilitas

Untuk lebih jelasnya, dapat melihat gambar di bawah ini :



**Gambar 2.11 – Irisan pada *Breakwater***

(Sumber : Soenggono – 1982)



**Gambar 2.12 – Detail Irisan pada *Breakwater***

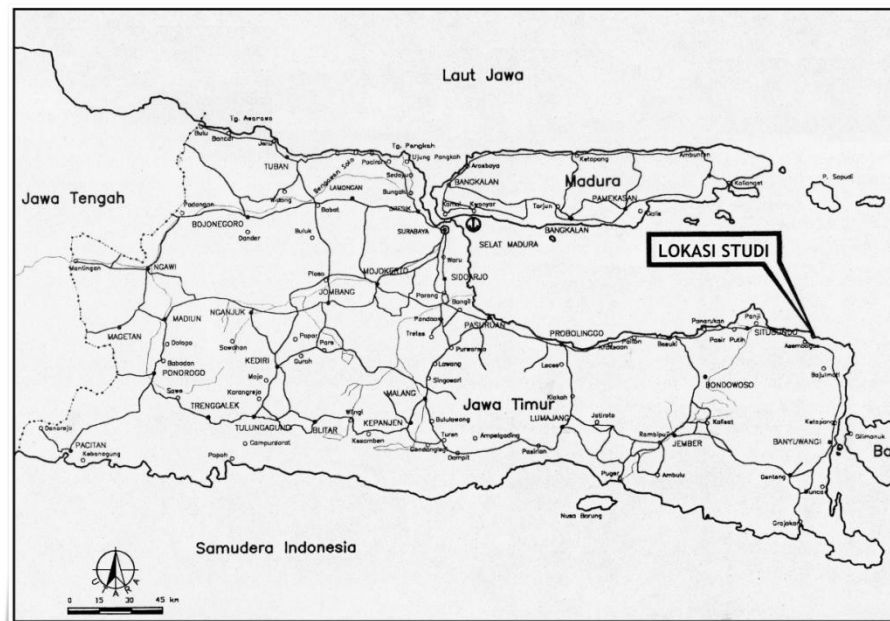
(Sumber : Soenggono – 1982)

## 2.6 Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo

### 2.6.1 Kondisi Geografis

Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Pondok Mimbo merupakan sebuah pelabuhan perikanan kelas pangkalan dan pendaratan ikan. PPI Pondok Mimbo terletak di Desa Sumberanyar, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo. Tepatnya pada posisi  $7^{\circ} 35'$  sampai  $7^{\circ} 44'$  Lintang Selatan dan  $113^{\circ}30'$  sampai  $114^{\circ}42'$  Bujur Timur. Luas area PPI Pondok Mimbo adalah  $\pm 2250$  ha.





**Gambar 2.13 – Lokasi Studi**

*(Sumber : Studi Kelayakan PPI Pondok Mimbo - 2006)*

PPI Pondok Mimbo merupakan PPI yang memiliki potensi yang sangat prospektif untuk dikembangkan, melihat dari segi sumber daya yang tersedia cukup besar, sumber daya manusia (nelayan), armada penangkapan, dan alatnya yang cukup memenuhi syarat dengan rincian sebagai berikut :

1. Nelayan asli setempat 230 orang;
2. Armada penangkapan 226 unit;
3. Alat tangkap 223 unit;
4. Hasil tangkapan berkisar antara 15-30 ton per hari.

Hingga saat ini potensi sumber daya tersebut belum dimanfaatkan secara optimal karena sarana yang belum memadai.

*(Dinas Perikanan Kabupaten Situbondo : 1999)*

## **2.6.2 Kondisi Eksisting**

### **2.6.2.1 Kondisi Tata Letak Pelabuhan**

Area operasional pelabuhan ikan ini menempati lahan seluas  $\pm 2250 \text{ m}^2$  dengan sarana dan prasarana yang dimiliki meliputi : fasilitas dasar, fungsional, dan tambahan. Tata letak PPI Pondok Mimbo disajikan dalam gambar 2.12.

#### **a. Fasilitas dasar**

- Plengsengan sepanjang 140 meter, lebar 75 centimeter, bahan bangunan terdiri dari batu dan semen.
- Lahan PPI, seluas  $\pm 2250 \text{ m}^2$  dengan batas, di sebelah kiri adalah jalan dan berdiri bangunan penduduk cukup padat.

#### **b. Fasilitas fungsional**

- Gedung I Tempat Pelelangan Ikan seluas  $200 \text{ m}^2$ .
- Gedung II Tempat Pelelangan Ikan seluas  $160 \text{ m}^2$ .
- Gedung Balai Penyuluhan seluas  $200 \text{ m}^2$ .
- Rumah dinas seluas  $36 \text{ m}^2$ .
- Pertokoan seluas  $54 \text{ m}^2$ .
- Menara air.

#### **c. Jalan masuk dan jalan keluar**

Jalan masuk dan keluar PPI ini adalah jalan aspal yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat dan truk. Panjang jalan menuju lokasi dari jalan utama sekitar 650 meter dengan lebar jalan  $\pm 8$  meter. Untuk lebih jelasnya, gambar kondisi eksisting PPI Pondok Mimbo dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut ini :



## 2. Pasang surut

Kondisi pasang surut pada Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo seragam dengan tipe pasang surut pada perairan Situbondo atau perairan utara Pulau Jawa pada umumnya. Tipe pasang surutnya adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Hal ini berarti dalam sehari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Dari hasil penelitian, diketahui bahwa tunggang air pasang tertinggi dengan surut terendah sama dengan 2,67 meter.

## 3. Pola arus

Pola arus perairan Laut Jawa (perairan Situbondo) dipengaruhi oleh sistem pola angin *moonsun*. Angin *moonsun* ini memiliki pola sirkulasi massa air yang berbeda dan bervariasi antar musim. Selain itu, pola arus perairan Laut Jawa dipengaruhi oleh massa air Lautan Pasifik yang melintasi perairan Indonesia menuju Lautan Hindia melalui sistem arus lintas Indonesia.

Sirkulasi perairan Situbondo berada antara musim barat dan musim timur. Pada musim barat, massa air umumnya mengalir ke arah timur perairan Situbondo. Pada musim timur, massa air akan mengalir ke arah barat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pola arus pada musim timur adalah arah barat laut – tenggara sedangkan pada musim barat adalah timur laut – barat daya.

## 4. Gelombang

Pada daerah sepanjang pantai utara Pulau Jawa, tinggi gelombang berkisar antara 0,5–2,5 meter. Khusus di daerah Situbondo, telah diteliti bahwa gelombang terbesar berasal dari arah barat laut – timur laut dengan  $H = 1,625$  meter dan  $T = 6,132$  detik dengan lokasi perairan Situbondo bagian timur.

## 5. Angin

Pada bulan November sampai Maret, arah angin dominan adalah arah barat dengan kecepatan dominan 7-11 knot. Pada bulan April, arah angin dominan adalah

timur dengan kecepatan 11-17 knot. Pada bulan Mei-September, arah angin dominan adalah tenggara dengan kecepatan 11-17 knot. Sedangkan pada bulan Oktober, arah angin dominan adalah tenggara dengan kecepatan 11-17 knot. Jika disimpulkan, maka dalam setahun arah angin dominan adalah arah tenggara dengan kecepatan 11-17 knot. (Kajian Potensi Sumber Daya Bumi Kabupaten Situbondo : 2006)

## **BAB 3. METODOLOGI**

### **3.1 Waktu dan Tempat**

#### **3.1.1 Waktu**

Studi perencanaan ini dimulai pada bulan Juli 2011 dan direncanakan selesai pada bulan November 2011.

#### **3.1.2 Tempat**

PPI Pondok Mimbo terletak di Desa Sumberanyar, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo. Tepatnya pada posisi  $7^{\circ}35'$  sampai  $7^{\circ}44'$  Lintang Selatan dan  $113^{\circ}30'$  sampai  $114^{\circ}42'$  Bujur Timur. Batas-batas administratif lokasi ini adalah :

- a. Sebelah utara berbatasan dengan Selat Madura
- b. Sebelah timur berbatasan dengan Dusun Krajan
- c. Sebelah selatan berbatasan dengan Dusun Bindung dan Dusun Ranurejo
- d. Sebelah barat berbatasan dengan pusat Desa Sumberejo

Jarak lokasi PPI Pondok Mimbo dari ibukota Kabupaten Situbondo adalah  $\pm$  40 km ke arah timur. Area operasional PPI ini menempati lahan seluas  $\pm$  2250 ha.

### **3.2 Alat dan Bahan**

#### **3.2.1 Alat**

Alat yang akan digunakan pada studi perencanaan ini adalah :

1. *Software* Auto-Cad 2007;
2. Peta kerja : Peta Batimetri Perairan PPI Pondok Mimbo tahun 2006 oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo.

### **3.2.2 Bahan**

Bahan yang akan diolah pada studi perencanaan ini berupa data sekunder, antara lain :

1. Peta batimetri dan topografi lokasi Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo tahun 2006.
2. Data arus perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.
3. Data gelombang perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.
4. Data pasang surut perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.
5. Data bor tanah perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.
6. Data angin perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.

Semua data sekunder di atas adalah data yang diperoleh melalui survey pada tahun 2006 oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo.

### **3.3 Metode Perencanaan**

#### **3.3.1 Pengumpulan Data**

Data sekunder yang akan digunakan pada studi perencanaan ini diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo, dengan rincian sebagai berikut :

1. Peta Batimetri dan Topografi lokasi Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.  
Bentuk data : Hardcopy Peta Batimetri dan Topografi PPI Pondok Mimbo, skala 1:1000.  
Jumlah data : 1 (satu) lembar.
2. Data arus perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.  
Bentuk data : Hardcopy  
Jumlah data : 100 data (4 hari pengamatan x 25 jam).
3. Data gelombang perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.  
Bentuk data : Hardcopy  
Jumlah data : 360 data (15 hari pengamatan x 24 jam)
4. Data pasang surut perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.

Bentuk data : Hardcopy

Jumlah data : 360 data (15 hari pengamatan x 24 jam)

5. Data bor tanah perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.

Bentuk data : Hardcopy stratigafi tanah di lokasi studi.

Jumlah data : 1 lembar.

6. Data angin perairan Pelabuhan Ikan Pondok Mimbo.

Bentuk data : Hardcopy prosentase arah dan kecepatan angin.

Jumlah data : 1 eksemplar.

Data-data tersebut dapat dilihat pada lampiran 1 (Data Hasil Studi Kelayakan PPI Pondok Mimbo tahun 2006).

### **3.3.2 Analisa Data**

Analisa data diperlukan untuk mengolah data sekunder yang telah diperoleh menjadi data yang siap digunakan untuk perencanaan. Adapun analisa data yang dibutuhkan untuk perencanaan antara lain :

1. Tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ );
2. Tinggi gelombang laut dalam ( $H_o$ );
3. Tinggi gelombang pada daerah operasi pelabuhan.

### **3.3.3 Penentuan Layout dan Tipe *Breakwater***

1. Penentuan layout *breakwater* berdasarkan beberapa faktor, antara lain :
  - a. faktor tinggi gelombang;
  - b. arah dominan gelombang;
  - c. frekuensi gelombang;
  - d. ketinggian dan lokasi gelombang pecah;
  - e. analisa refraksi, difraksi dan refraksi gelombang;
  - f. analisa sedimentasi;



- g. kebutuhan ruang pelabuhan;
- h. titik Bench Mark.

2. Penentuan tipe *breakwater* berdasarkan pada faktor-faktor yang disebutkan di bawah ini, yaitu :

- a. Ketersediaan material;
- b. Kondisi dasar laut (daya dukung tanah);
- c. Kondisi pasang surut perairan.

### **3.3.4 Perencanaan Struktur *Breakwater***

#### **1. Wave Run-up**

Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus 2.20 yang ada di bab sebelumnya. Hasil perhitungan ini untuk menghitung elevasi puncak *breakwater* yang direncanakan.

#### **2. Elevasi Puncak**

Perhitungan elevasi puncak ini dihitung dengan rumus 2.21.

#### **3. Berat Unit**

Berat unit Armour dapat dihitung dengan analisis Hudson yang telah dibahas pada rumus 2.23 pada bab sebelumnya.

#### **3. Tebal Lapisan**

Perhitungan tebal lapisan (*layer*) pada perencanaan ini juga dihitung dengan analisis Hudson. Rumus perhitungannya telah disebutkan pada bab sebelumnya yaitu rumus 2.24.

#### **4. Lebar Puncak**

Lebar puncak *breakwater* dapat dihitung dengan rumus 2.22 yang telah disebutkan pada bab sebelumnya.

## 5. Jumlah Unit

Perhitungan ini untuk merencanakan kebutuhan Armour unit tiap satuan luas. Perhitungan ini dihitung dengan rumus 2.25 yang terdapat pada bab sebelumnya.

### 3.3.5 Stabilitas *Breakwater*

#### 1. Stabilitas daya dukung tanah

Untuk mengecek apakah tanah di bawahnya dapat menahan berat konstruksi itu sendiri. Perhitungan dilakukan dengan rumus 2.26, 2.27 dan 2.28 yang terdapat pada bab sebelumnya.

#### 2. Stabilitas terhadap geser

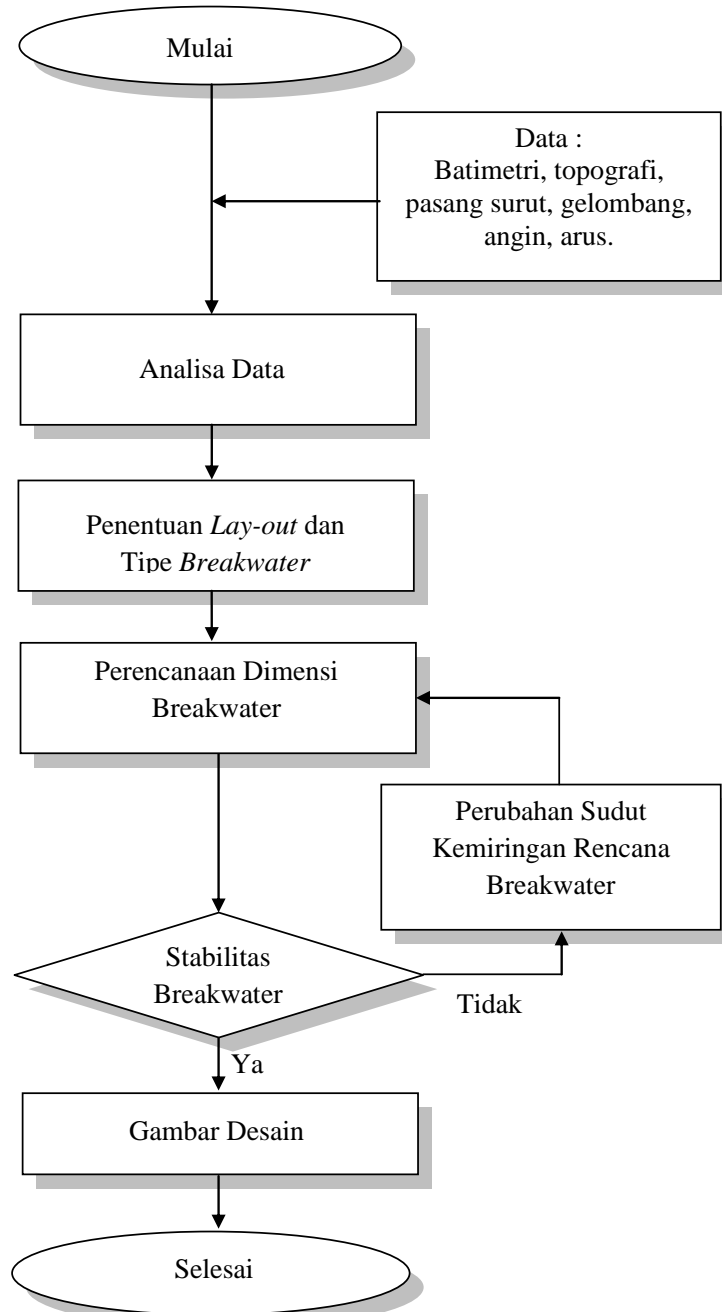
Untuk menghitung faktor keamanan terhadap stabilitas geser struktur *breakwater* tersebut maka digunakan metode irisan kestabilan lereng dengan rumus 2.29 pada bab sebelumnya.

### 3.3.6 Gambar Desain

Gambar desain hasil perencanaan *breakwater* ini akan digambar dengan spesifikasi berikut, yaitu :

1. Gambar *layout* penentuan lokasi *breakwater* pada Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo.
2. Gambar *plotting breakwater*.
3. Gambar potongan melintang *breakwater* (gambar dimensi) pada bagian ujung dan lengan.

### 3.4 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.1 – Diagram Alir Perencanaan

### **3.5 Matrik Penelitian**

Agar memudahkan pemahaman akan tugas akhir ini, maka diperlukan sebuah matrik penelitian yang memaparkan tentang judul, indikator, variabel dll. Matrik penelitian tersebut disajikan pada lampiran 6.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perencanaan Kebutuhan Ruang Pelabuhan

#### 4.1.1 Kapal Rencana

Berikut ini adalah rincian armada kapal di PPI Pondok Mimbo :

**Tabel 4.1 – Jumlah dan Bobot Kapal di PPI Pondok Mimbo**

<b>Bobot kapal</b>	<b>Jumlah (unit)</b>
1-5 GT	145
6-10 GT	37
11-15 GT	1
16-30 GT	1
Jumlah	184

*Sumber :Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo*

Dari tabel di atas, dapat diperoleh kesimpulan bahwa kapal terbesar di PPI Pondok Mimbo adalah kapal dengan bobot 30 GT. Maka selanjutnya akan digunakan dimensi kapal tersebut untuk keperluan perencanaan. Berikut adalah dimensi kapal tersebut :

**Tabel 4.2 – Dimensi Kapal Bobot 30 GT**

<b>Bobot</b>	<b>Loa</b>	<b>Lebar</b>	<b>Draft</b>
30 GT	17,6 m	4,30 m	1,35 m

*Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo*

#### 4.1.2 Perencanaan Alur Pelayaran

Alur pelayaran berfungsi mengarahkan kapal masuk dan keluar kolam pelabuhan dari/ke laut. Alur pelayaran harus cukup tenang terhadap pengaruh gelombang dan arus. Perencanaan alur pelayaran pada sebuah pelabuhan sangat bergantung pada dimensi kapal terbesar yang menggunakan pelabuhan tersebut.

1. Kedalaman alur pelayaran dan kolam pelabuhan dapat dihitung dengan memperhitungkan draft kapal, gerak vertikal kapal karena squat dan gelombang, ruang kebebasan bersih, ketelitian pengukuran, pengendapan sedimen antara dua pengerukan, dan toleransi pengerukan. Tepatnya dengan rumus 2.13 pada Bab Tinjauan Pustaka. Pada mulut pelabuhan dengan gelombang besar, ruang kebebasan bruto (G+R) adalah sebesar 20 % dari draft kapal (Brunn (1981)) dalam Bambang Triatmodjo (2009:147) sehingga :

$$H = 1,35 + 1,35 \times 20\% + 0,25 + 0,25 + 0,25 = 2,37 \text{ m} \approx 2,5 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan, maka diperoleh kedalaman alur pelayaran yang dibutuhkan adalah 2,5 mLWS.

2. Lebar alur pelayaran dihitung berdasarkan lebar kapal yang paling besar yaitu 4,3 m. Alur pelayaran ini direncanakan untuk dua kapal yang dapat bersimpangan mengingat jumlah kapal di PPI Pondok Mimbo yang jumlahnya cukup banyak. Perhitungan menggunakan ketentuan lebar alur yang terdapat pada tabel 2.2 (Bab Tinjauan Pustaka). Dari perhitungan, diperoleh lebar alur pelayaran sebagai berikut :

$$B_{alur} = 7,6 \times 4,3 = 32,68 \text{ m} = 33 \text{ m}$$

3. Panjang alur pelayaran sebuah pelabuhan adalah lima kali panjang kapal terbesar pada pelabuhan tersebut atau dengan rumus 2.14 sehingga diperoleh:

$$Sd = 5 \times 17,6 \text{ m} = 88 \text{ m}$$

### 4.1.3 Perencanaan Kolam Pelabuhan

Kolam pelabuhan adalah bagian dari fasilitas pelabuhan yang berfungsi untuk tempat kapal melakukan kegiatan seperti maneuver, tambat, dan bongkar muat. Kolam pelabuhan dapat diklasifikasikan sbb :

#### 1. Kolam Pendaratan

Kolam Pendaratan di hitung dengan persamaan 2.16. Kebutuhan ruang untuk pendaratan ikan di hitung dengan menganggap kapal-kapal ikan bertambat sepanjang dermaga. Luasan kolam pendaratan dihitung berdasarkan bobot kapal terbesar yaitu 30 GT. Berdasarkan dimensi kapal tersebut dan jumlah kapal yang bertambat di dermaga pendaratan adalah 2 kapal maka luas kolam pendaratan adalah :

$$A_1 = 2 (1,15 \times 17,6) \times (1,5 \times 4,3) = 261,096 \text{ m}^2 \approx 262 \text{ m}^2$$

#### 2. Kolam Perbekalan/perlengkapan

Luas kolam yang diperlukan di hitung dengan cara yang sama dengan kolam pendaratan (persamaan 2.16). Kapal-kapal yang bertambat searah panjang dermaga.

$$A_1 = 2 (1,15 \times 17,6) \times (1,5 \times 4,3) = 261,096 \text{ m}^2 \approx 262 \text{ m}^2$$

#### 3. Kolam Tambat

Kolam tambat adalah perairan di depan dermaga tambat yang di gunakan kapal bertambat/menunggu sebelum melaut kembali. Diperairan ini kapal bertambah searah tegak lurus dermaga. Luas kolam tambat dapat dihitung dengan persamaan 2.17. Jumlah kapal yang menggunakan dermaga tambat adalah 36 kapal sehingga luas kolam tambat adalah:

$$A_2 = 36 (1,1 \times 17,6) \times (1,5 \times 4,3) = 4495,39 \text{ m}^2 \approx 4500 \text{ m}^2$$

#### 4. Perairan Untuk Manuver

Luas perairan untuk manuver kapal di hitung dengan persamaan 2.18. Perairan untuk manuver ditentukan berdasarkan kapal terbesar yang menggunakan pelabuhan yaitu 30 GT.

Luas kolam manuver di depan dermaga pendaratan :

$$A_{m1} = (2 \times 17,6) \times 68 = 2393,6 \text{ m}^2 \approx 2400 \text{ m}^2$$

Luas kolam manuver di depan dermaga perbekalan :

$$A_{m2} = (2 \times 17,6) \times 68 = 2393,6 \text{ m}^2 \approx 2400 \text{ m}^2$$

Luas kolam manuver di depan dermaga tambat :

$$A_{m3} = (2 \times 17,6) \times 240 = 8448 \text{ m}^2 \approx 8500 \text{ m}^2$$

#### 5. Kolam Putar

Luas kolam putar di hitung dengan persamaan 2.15. Agar gerak kapal dapat lebih mudah, jari jari kolam putar adalah dua kali panjang kapal terbesar Luas kolam putar ditentukan berdasarkan kapal terbesar yang menggunakan pelabuhan yaitu 30 GT.

$$A_p = 3,14 (2 \times 17,6)^2 = 3890,58 \text{ m}^2 \approx 3900 \text{ m}^2$$

#### 6. Luas Kolam Pelabuhan

Luas kolam pelabuhan dihitung dengan persamaan 2.19. Sehingga luas kolam pelabuhan adalah:

$$A_{\text{pelabuhan}} = A_{\text{pendaratan}} + A_{\text{perbekalan}} + A_{\text{tambat}} + A_{\text{manuver 1+2+3}} + A_{\text{putar}}$$

$$A_{\text{pelabuhan}} = 262 + 262 + 4500 + 13300 + 3900$$

$$A_{\text{pelabuhan}} = 22224 \text{ m}^2 \approx 2,2 \text{ ha}$$



#### 4.1.4 Perencanaan Layout Dermaga

Perhitungan dimensi dermaga pada perencanaan ini hanya untuk menentukan layout peletakan kolam pelabuhan sehingga nantinya akan ditemukan lokasi rencana untuk *breakwater*.

a. Panjang Dermaga

- Dermaga pendaratan / bongkar

$\gamma = 12$ , dengan anggapan bahwa jumlah kapal merapat di pelabuhan adalah 40 kapal per hari dengan anggapan bahwa waktu bongkar muat adalah 1 jam dan waktu operasional pelabuhan adalah 12 jam. Perhitungan menggunakan rumus 2.10 pada bab Tinjauan Pustaka.

Maka panjang dermaga adalah :

$$L_d = \frac{40}{12} (17,6 + 0,15 \times 17,6) = 67,5 \text{ m} = 68 \text{ m}$$

Digunakan untuk merapat 3 kapal dengan jarak antar kapal yaitu 0,15 L.

- Dermaga perbekalan

Perhitungan panjang dermaga perbekalan dianggap sama dengan panjang dermaga pendaratan yaitu 68 meter. Digunakan untuk merapat 2 kapal dengan jarak antar kapal yaitu 0,15 L.

- Dermaga tambat

Jumlah kapal yang menggunakan dermaga pendaratan dan dermaga perbekalan adalah masing-masing 2 kapal. Sedangkan jumlah kapal yang merapat setiap harinya di PPI Pondok Mimbo adalah 40 kapal. Jadi jumlah kapal yang menggunakan dermaga tambat adalah  $n = 40 - 5 - 5 = 36$  kapal. Dengan rumus 2.11 (pada Bab Tinjauan Pustaka) maka dapat dihitung panjang kebutuhan dermaga tambat adalah :

$$L_T = 30(4,3 + 0,5 \times 4,3) = 173,5 \text{ m} = 180 \text{ m}$$

b. Lebar Dermaga

Lebar minimum dermaga yang dibutuhkan adalah :

Jarak sisi dermaga dengan balok tepi = 3 meter

Lebar saat 2 pick-up bersimpangan = 5 meter

Total = 8 meter

## 4.2 Perencanaan Layout *Breakwater*

### 4.2.1 Tinggi Gelombang Di Laut Dalam

Perhitungan peramalan gelombang di laut dalam dilakukan berdasarkan data kecepatan angin dan panjang fetch efektif. Tinggi gelombang di laut dalam nantinya akan digunakan dalam analisa refraksi, difraksi serta dimensi *breakwater*. Berikut ini adalah hasil perhitungannya :

**Tabel 4.3 – Fetch di Perairan PPI Pondok Mimbo**

no	$\alpha$	$\cos \alpha$	xi (km)	$\cos \alpha \cdot xi$
1	42	0.743	81.5049	60.5582
2	36	0.809	77.2997	62.5354
3	30	0.866	75.529	65.4081
4	24	0.914	64.9162	59.3334
5	18	0.951	65.4032	62.1984
6	12	0.978	71.2795	69.7113
7	6	0.995	81.3389	80.9323
8	0	1	83.508	83.508
9	6	0.995	68.0813	67.7408
10	12	0.978	69.7966	68.261
11	18	0.951	80.4979	76.5535
12	24	0.914	71.7	65.5338
13	30	0.866	75.9938	65.8106
14	36	0.809	84.6478	68.4801
15	42	0.743	88.3219	65.6232
total		13.512		1022.19

*Sumber : Hasil Analisa Perhitungan Fetch*

Sehingga

$$F_{eff} = 75,65 \text{ km. (rumus 2.5 pada bab Tinjauan Pustaka)}$$

Hasil kecepatan angin maksimum adalah hasil pengukuran kecepatan angin di darat sehingga perlu dikonversikan menjadi kecepatan angin di laut yaitu dengan grafik hubungan kecepatan angin di darat dan di laut yang akan disajikan berikut ini:



Kecepatan angin maksimum adalah 17 knot = 8,74 m/s, sehingga diperoleh :

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} = 1,2$$

Kecepatan angin di laut diperoleh :

$$U_w = R_L \cdot U_L = 1,2 \times 8,74 = 10,488 \text{ m/s}$$

Tegangan angin dihitung dengan menggunakan rumus 2.4 (Bab Tinjauan Pustaka):

$$U_A = 0,71(10,488)^{1,23} = 12,785 \text{ m/s}$$

Hasil peramalan gelombang diperoleh dari grafik peramalan gelombang yang akan disajikan pada lampiran dengan mengetahui nilai tegangan angin ( $U_A$ ) dan fetch

efektif, sehingga didapat tinggi gelombang laut dalam beserta periodenya seperti pada tabel di bawah ini :

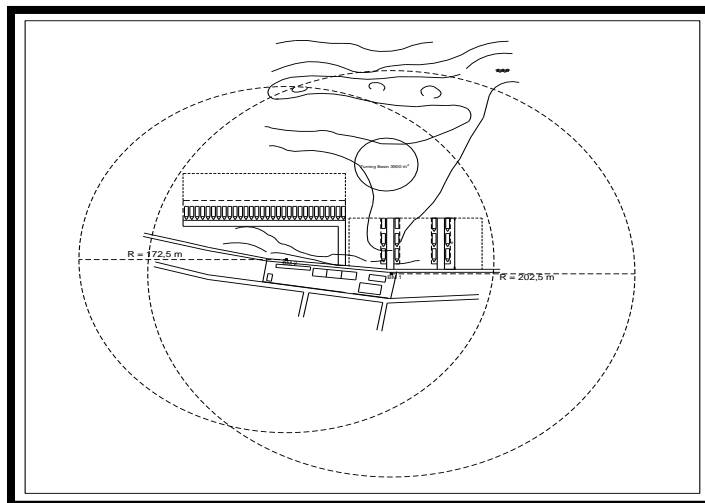
**Tabel 4.4 – Parameter dan Tinggi Gelombang di Laut Dalam Perairan  
PPI Pondok Mimbo**

Kecepatan angin maksimum	17 Knot
Panjang fetch efektif	75,65 km
Kecepatan angin di laut	9,6375 m/s
Tegangan angin	11,522 m/s
Tinggi gelombang	1,625 m
Periode gelombang	6 s

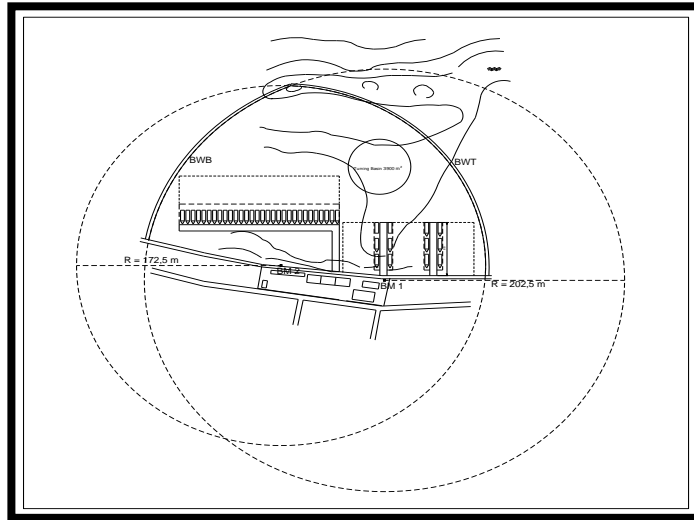
Sumber : Hasil Perhitungan Peramalan Gelombang

#### 4.2.2 Penentuan Lokasi Rencana *Breakwater*

Pada lokasi rencana terdapat dua titik acuan yaitu BM 1 yang terletak pada ( $X = 201703$ ;  $Y = 9142582$ ) dan BM 2 pada ( $X = 201586,705$ ;  $Y = 9142600,939$ ). BWB adalah *breakwater* sebelah barat dan BWT adalah *breakwater* timur. BWB diplot pada lingkaran berjari-jari 202,5 meter dengan pusat BM 1 sedangkan BWT diplot pada lingkaran berjari-jari 172,5 meter dengan pusat BM 2. Untuk lebih jelasnya dapat melihat gambar 4.1 dan 4.2 pada halaman berikutnya.

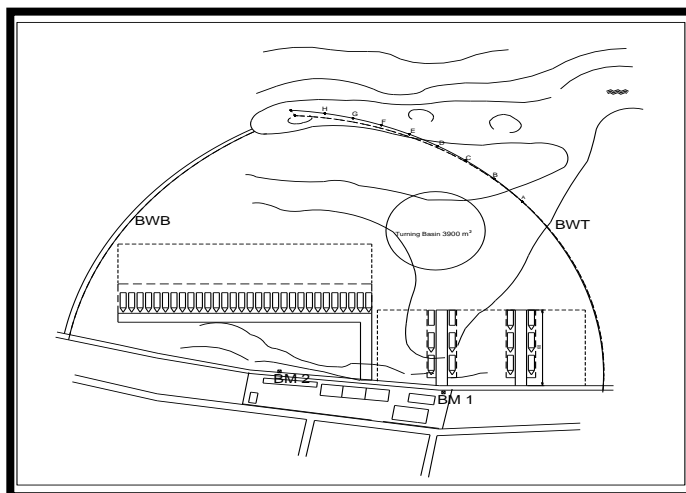


**Gambar 4.1 – Plotting dari 2 Lingkaran**



**Gambar 4.2 – Perpotongan 2 Lingkaran**

Perpotongan kedua lingkaran ini terletak pada ( $X = 201597,71$ ;  $Y = 9142830,62$ ). Untuk kepentingan menutup alur pelayaran dan mulut pelabuhan yang berorientasi ke arah barat daya karena arah gelombang datang adalah tenggara dan utara, maka ujung BWT dipindah 5,65 meter ke arah Barat Daya. Karena perpindahan tersebut, maka BWT mengalami beberapa reposisi titik lokasi. Lebar mulut pelabuhan disesuaikan dengan lebar alur pelayaran yang dibutuhkan yaitu 33 meter. Untuk lebih jelasnya, dapat melihat gambar 4.3 sbb :



**Gambar 4.3 – Reposisi BWT**

Khusus untuk BWT, karena mengalami reposisi lokasi ujung, maka BWT merupakan lingkaran berjari-jari 172,5 meter yang berpusat pada BM 2 sampai pada koordinat (X = 201750,92; Y = 9142754,24). Selanjutnya lokasi BWB, BWT, dan reposisi BWT disajikan pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.5 – Lokasi Rencana *Breakwater***

Nama <i>Breakwater</i>	Bagian	X	Y
BWB	Pangkal	201430,03	9142633,85
	Ujung	201561,80	914281213
BWT	Pangkal	201816,33	9142580,02
	A	201750,92	9142754,24
	B	201730,19	9142774,62
	C	201718,19	9142790,82
	D	201690,19	9142803,82
	E	201670,19	9142814,21
	F	201658,19	9142822,34
	G	201638,19	9142828,48
	H	201618,19	9142832,72
	Ujung	201544,80	9142835,47

Sumber : Hasil Analisa Lokasi Rencana

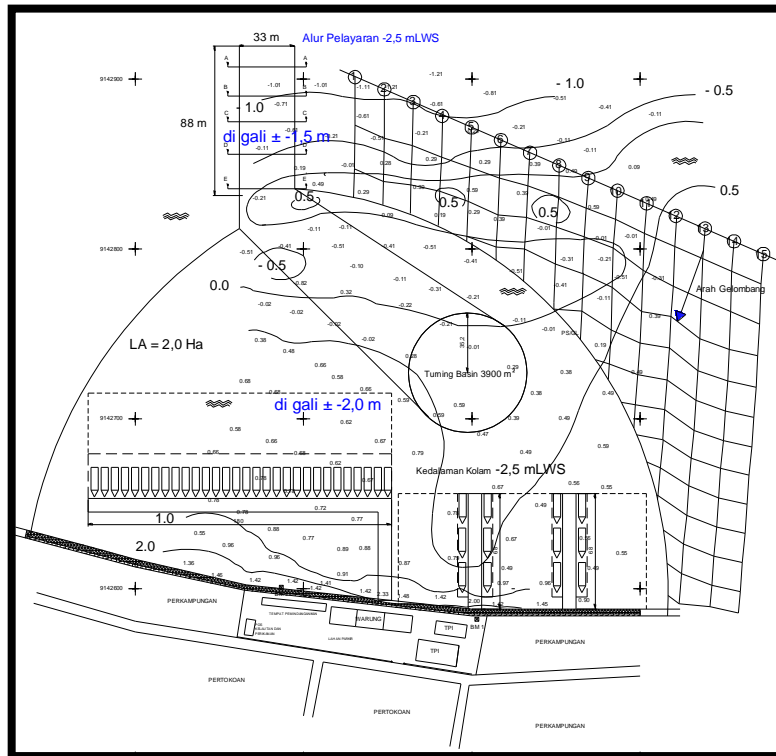
### 4.2.3 Analisa *Breakwater* terhadap Stabilitas Gelombang

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi gelombang di lokasi rencana setelah ada *breakwater* tersebut. Analisa ini dilakukan dengan menganalisa refraksi, difraksi, dan refleksi gelombang terhadap *breakwater* yang sedang direncanakan. Hasil dari analisa ini adalah meninjau apakah *breakwater* dengan bentuk layout yang didapat dari plotting pada penentuan lokasi sebelumnya cukup efektif meredam gelombang sebelum sampai ke kolam pelabuhan.

#### 1. Refraksi

Gelombang datang dari arah 20° dari utara kemudian menyesuaikan dengan kontur sehingga arah datang gelombang cenderung dari utara. Saat menghantam bangunan yang melengkung, energi gelombang disalurkan dengan menyebar dan merata. Hal ini menguntungkan karena *breakwater* tersebut akan menerima energi gelombang yang lebih kecil sehingga struktur tersebut tidak rentan rusak. Langkah-

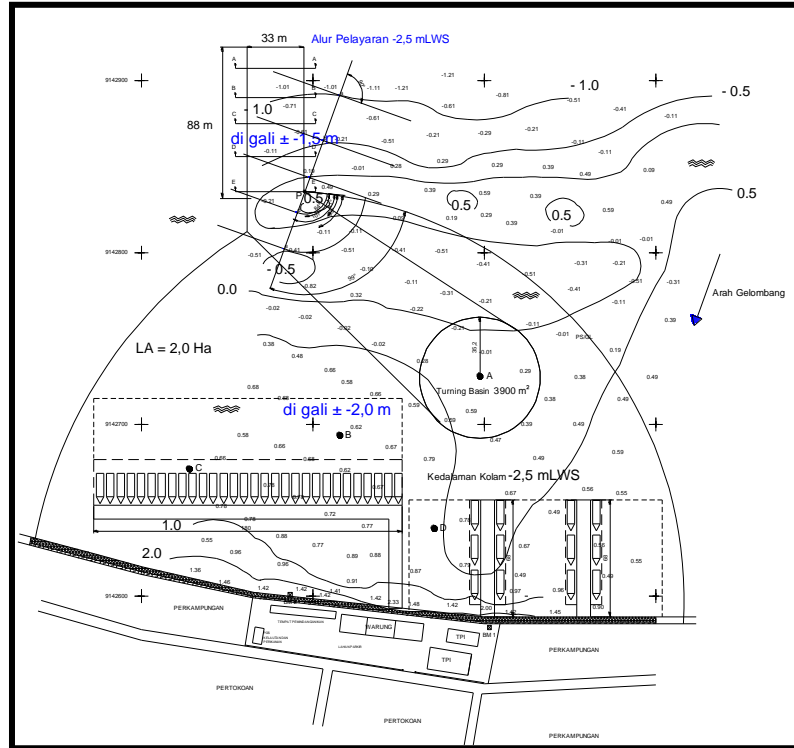
langkah untuk membuat sebuah diagram refraksi telah dijelaskan pada Bab Tinjauan Pustaka (halaman 8) . Untuk lebih jelasnya, dapat melihat diagram refraksi pada gambar di bawah berikut.



**Gambar 4.4 – Diagram Refraksi pada Rencana Breakwater**

## 2. Difraksi

Teori difraksi digunakan untuk memperkirakan tinggi gelombang yang terjadi di kolam pelabuhan akibat penetrasi gelombang dengan adanya pemasangan *breakwater*. Gelombang datang membelok di sekitar ujung *breakwater* dan membentuk sudut  $75^\circ$  terhadap BWT. Langkah-langkah perhitungan difraksi telah dijelaskan pada bab 2.



**Gambar 4.5 – Proses Difraksi pada Rencana *Breakwater***

Dilakukan analisa difraksi dengan mengambil 4 titik pada kolam pelabuhan, dengan hasil seperti berikut :

**Tabel 4.4 - Analisa Difraksi pada *Breakwater***

Titik	X/L	Y/L	K'	H	H 1/3	Keterangan
A	3,6	3,9	0,15	0,18	0,3	OK
B	0,7	5,0	0,25	0,3	0,3	OK
C	2,4	5,7	0,24	0,288	0,3	OK
D	2,7	6,9	0,25	0,3	0,3	OK

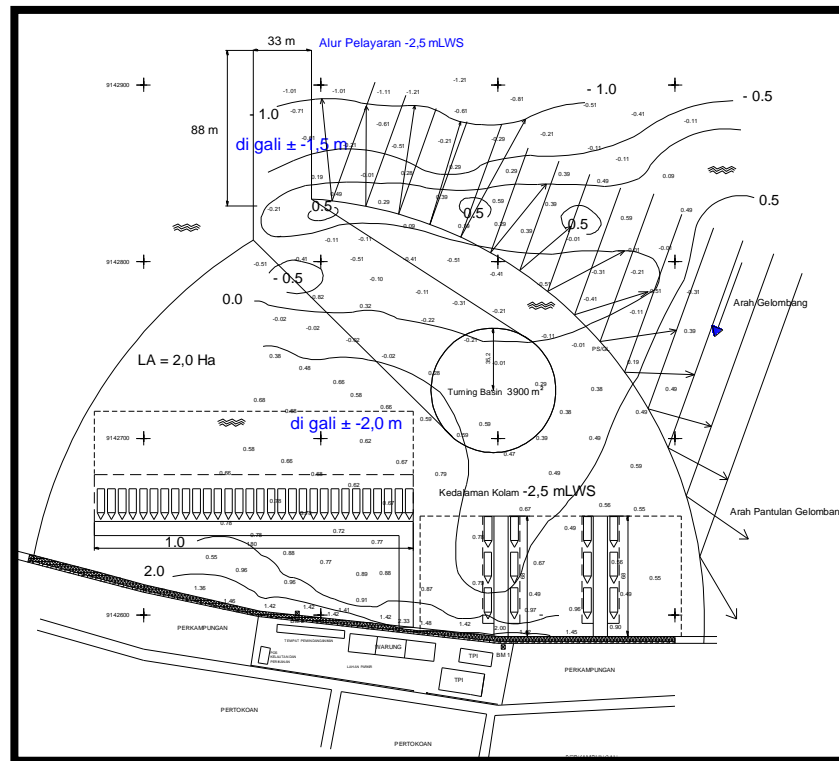
*Sumber : Analisa Perhitungan Difraksi*

Dari tabel yang disajikan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa dapat meredam gelombang sehingga sesuai dengan batas maksimal tinggi gelombang untuk kapal sedang yaitu 0,3 meter.



### 3. Refleksi

Analisa refleksi gelombang ini diperlukan untuk mengetahui arah pantul gelombang yang menghantam struktur *breakwater*. Sesuai dengan teori refleksi bahwa pemantulan gelombang sama dengan pemantulan cahaya. Hasil analisa refleksi dapat dilihat pada gambar di lampiran. Di sana terlihat bahwa gelombang pantul dipantulkan jauh dari mulut gelombang sehingga hal itu menguntungkan untuk menjaga daerah alur pelayaran tetap tenang.



**Gambar 4.6 – Proses Refleksi pada Rencana *Breakwater***

Dari ketiga analisa tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa *breakwater* dengan bentuk rencana layak dan efektif untuk meredam gelombang di daerah perairan Pondok Mimbo.

#### **4.2.4 Penentuan Tipe *Breakwater***

##### 4.2.4.1 Kondisi Tanah dan Kedalaman Rencana

Kondisi lapisan tanah di lokasi studi didominasi oleh campuran rata-rata 73 % lanau dan lempung dengan sedikit kerikil. Sifat tanah ini memiliki daya dukung tanah yang sedang sehingga kondisi tanah seperti ini cocok untuk menahan pondasi dangkal.

Kedalaman rencana lokasi pembangunan *breakwater* adalah pada kedalaman - 0,5 LWS sesuai analisa layout perairan pada sub bab sebelumnya. Karena lokasi rencana pembangunan *breakwater* tidak terlalu dalam, maka jenis *breakwater* yang akan digunakan pada studi ini adalah jenis *breakwater* dengan sisi miring, tujuannya karena strukturnya menyerupai pondasi dangkal dan lebih ekonomis daripada *breakwater* sisi tegak.

##### 4.2.4.2 Ketersediaan Material di Sekitar Lokasi Perencanaan

Pada jarak  $\pm$  40 km dari lokasi perencanaan, terdapat pegunungan batu yang dapat dijadikan sumber material. Oleh karena itu, *breakwater* yang akan direncanakan pada studi ini adalah tipe *breakwater* Rubble Mounds dari batu belah.

##### 4.2.4.3 Transpor Sedimen Sepanjang Pantai

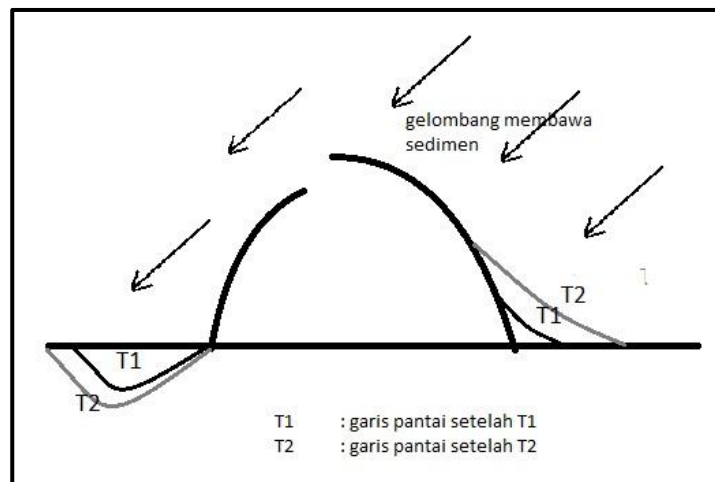
Perhitungan transpor sedimen sepanjang pantai (*longshore sediment*) dilakukan untuk menentukan tipe *breakwater* sambung atau lepas pantai. Adapun volum sedimen sepanjang pantai di perairan PPI Pondok Mimbo dapat dihitung dengan rumus 2.9 pada Bab Tinjauan Pustaka.

**Tabel 4.7 – Parameter dan Volum Tranpor Sedimen Sepanjang Pantai di Perairan PPI Pondok Mimbo**

$\rho$	1030 kg/m <sup>3</sup>
$C_b$	2.43 m/s
$\alpha_b$	6,2 °
$K$	0,401 (CERC)
$P_i$	116870,5 ton – m/hari/m
$Q_s$	46865,08 m <sup>3</sup> /hari

Sumber : Analisa Perhitungan

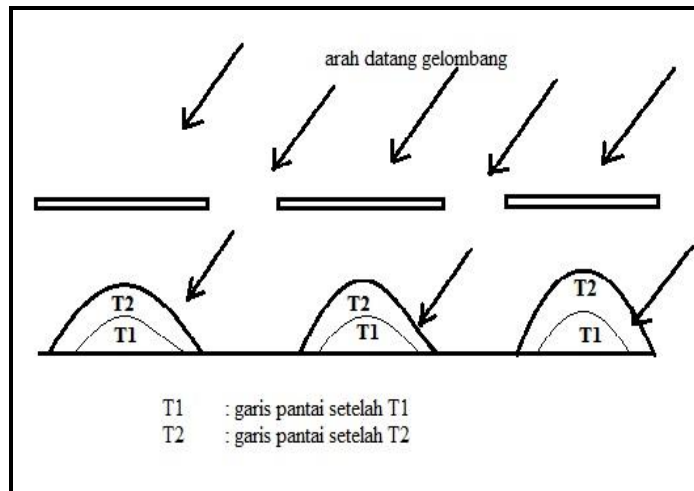
Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa volum tranpor sedimen sepanjang pantai setiap harinya cukup tinggi. Gambar 4.7 dan 4.8 berikut ini menjelaskan dugaan sedimentasi pada lokasi tersebut dengan pemilihan penggunaan tipe *breakwater* sambung pantai atau lepas pantai.



**Gambar 4.7 –**

**Dugaan Analisa Sedimentasi pada *Breakwater* Sambung Pantai**

Gelombang yang datang membawa sedimen yang akan mengendap pada sisi sebelah kanan *breakwater* dan akan mengakibatkan majunya garis pantai sesuai dengan lamanya waktu. Sedangkan pada sebelah kiri *breakwater*, gelombang datang akan menggerus daratan sehingga mengakibatkan mundurnya garis pantai.



**Gambar 4.8 –**

### **Dugaan Analisa Sedimentasi pada *Breakwater* Lepas Pantai**

Sedangkan pada *breakwater* lepas pantai, gelombang datang membawa sedimen yang akan mengendap di belakang *breakwater*. Hal tersebut akan berakibat majunya garis pantai sehingga tidak menguntungkan jika daerah di belakang *breakwater* digunakan untuk daerah operasi pelabuhan. Pendangkalan pada daerah kolam pelabuhan akan mengakibatkan biaya lebih untuk perawatan (pengerukan). Oleh karena itu, pemilihan *breakwater* tipe sambung pantai akan lebih efisien daripada tipe lepas pantai.

## **4.3 Dimensi *Breakwater***

### **4.3.1 Kondisi Gelombang di Lokasi Rencana**

Dilakukan penyelidikan apakah pada lokasi rencana gelombang pecah atau tidak. Hal ini diperlukan untuk menentukan nilai  $K_D$  yang akan digunakan untuk perencanaan dimensi *breakwater*. Tinggi dan kedalaman gelombang pecah dapat dihitung menggunakan rumus 2.7 dan 2.8 pada Bab Tinjauan Pustaka. Berikut adalah parameter-parameter tinggi gelombang rencana :

$$H'_0 : Kr \times H_o$$

$$Kr : 1,003$$

$L_0$  : 56,16 meter  
 $m$  : 1 : 20 ( data sekunder )  
 $g$  : 9,81 m/s<sup>2</sup>  
 $T$  : 6 detik

**Tabel 4.8 – Kondisi Gelombang Pecah**

Panjang Gelombang ( $L_0$ )	56,16 m
Tinggi Gelombang Ekuivalen ( $H'_0$ )	1,63 m
Tinggi Gelombang Pecah ( $H_b$ )	2,03 m
Kedalaman Gelombang Pecah ( $d_b$ )	0,68 m

Sumber : Analisa Perhitungan Gelombang Pecah

Kedalaman gelombang pecah adalah - 0,68 LWS. Sedangkan kedalaman rencana adalah - 0,5 LWS jadi pada lokasi rencana kondisi gelombang adalah pecah.

#### 4.3.2 Gelombang Rencana

Tinggi gelombang rencana digunakan untuk menghitung elevasi *breakwater*. Perhitungan gelombang rencana dilakukan dengan menggunakan analisis refraksi pada kedalaman rencana. Kedalaman yang diambil adalah kedalaman yang paling dalam dan yang paling dangkal untuk mengetahui di mana lokasi gelombang dengan tinggi gelombang maksimal. Langkah-langkah analisa refraksi dapat dilihat pada bab 2. Tabel berikut ini memuat hasil analisa refraksi pada masing-masing kedalaman. Gelombang rencana adalah tinggi gelombang yang terbesar yaitu 2.02 ≈ 2.00 meter.

**Tabel 4.9 – Tinggi Gelombang Rencana**

Tinggi Gelombang Laut Dalam (m)	Tinggi Gelombang (m)	
	D = +0,51 LWS	D = - 0,51 LWS
1,625	2,02	1,74

Sumber : Analisa Refraksi Pada Kedalaman Rencana

### 4.3.3 Elevasi *Breakwater*

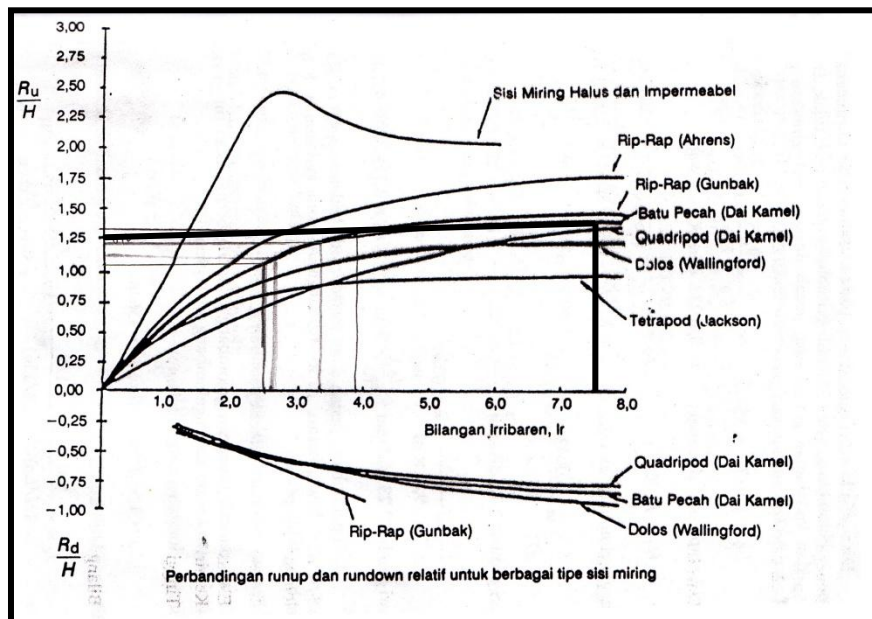
Menggunakan parameter-parameter seperti kemiringan rencana *breakwater* yaitu 1 : 1,5 dan tinggi gelombang rencana yaitu 2,02 meter. Nilai *wave run-up* diperoleh dengan rumus 2.20 (Bab Tinjauan Pustaka) dengan parameter-parameter sbb:

$$\theta_r : 33,7^\circ \text{ (kemiringan 1 : 1,5)}$$

$$H : 2,02 \text{ meter}$$

$$L_0 : 56,16 \text{ meter}$$

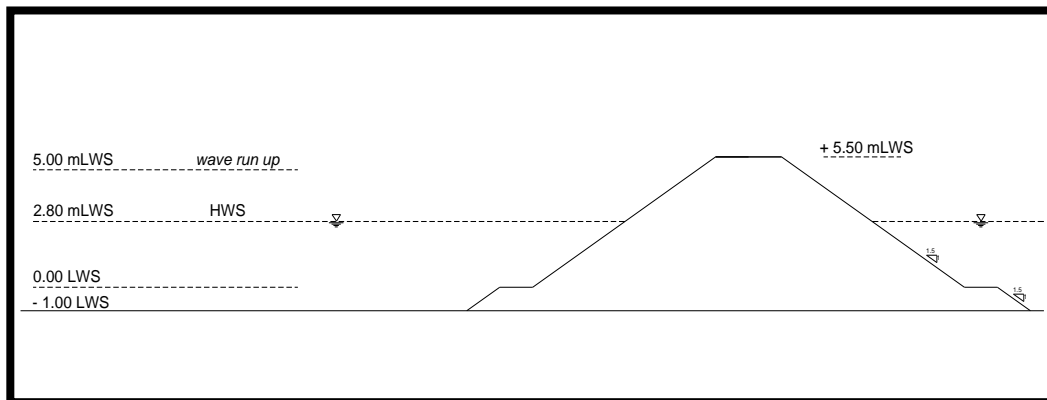
Sehingga diperoleh bilangan Iribaren adalah 7,41. Selanjutnya mencari nilai  $Ru/H$  dengan grafik di bawah ini.



Dari grafik diatas, maka diperoleh  $\frac{R_u}{H} = 1,25$  sehingga  $Ru = 1,25 H = 1,25 \times 2,03 = 2,25 \text{ m}$ .

Maka elevasi puncak *breakwater* terhadap LWS ditentukan sebagai berikut:

- HWS : + 2.80 m
  - Wave Run-up : + 2.25 m
  - Tinggi kebebasan : + 0.50 m
- Jadi elevasi puncak adalah : + 5.55 m



**Gambar 4.9 – Elevasi *Breakwater***

#### 4.3.4 Berat Butir Lapis Lindung

Berat unit Armour dapat dihitung dengan rumus Hudson berikut. Nilai  $K_D$  untuk batu pecah, bersudut kasar,  $n = 3$ , penempatan acak, dan kondisi gelombang pecah, menurut Bambang Triatmodjo dalam Pelabuhan (1999:135) adalah 2. Sedangkan nilai  $\gamma_r$  dan  $\gamma_a$  berturut-turut adalah  $2650 \text{ kg/m}^3$  dan  $1030 \text{ kg/m}^3$ . Kemiringan *breakwater* rencana adalah 1 : 1,5. Berat butir lapis lindung dihitung dengan rumus 2.23 (Bab Tinjauan Pustaka) dengan parameter-parameter sbb:

- $\gamma_r$  :  $2,65 \text{ t/m}^3$
- $\gamma_a$  :  $1,03 \text{ t/m}^3$   $\longrightarrow$   $\gamma_r$  dan  $\gamma_a$  diperoleh dari perencanaan *breakwater* di lokasi yang berdekatan dengan lokasi rencana, dengan quarry (batu) yang sama yaitu Gunung Pecaron, Situbondo.
- H : 2,03 meter
- $\theta$  :  $33,7^\circ$  (kemiringan 1 : 1,5)

$K_D$  : 2,1 (ujung) dan 2,2 (lengan) → diperoleh dari tabel koefisien stabilitas  $K_D$  (Bambang Triatmodjo, Pelabuhan) dengan lapis lindung batu bersudut kasar,  $n \geq 3$ , penempatan acak dan keadaan gelombang pecah.

**Tabel 4.10 – Berat Unit Lapis *Breakwater***

<b>Primary Layer</b>	$\gamma_w$	$\gamma_w$	<b>kD</b>	<b>Cot <math>\Theta</math></b>	<b>W (kg)</b>
Ujung	1,03	2,65	2,1	2	1800
Lengan	1,03	2,65	2,2	2	1600
<b>Secondary Layer</b>	$\gamma_w$	$\gamma_w$	<b>kD</b>	<b>Cot <math>\Theta</math></b>	<b>W (kg)</b>
Ujung	1,03	2,65	2,1	2	180
Lengan	1,03	2,65	2,2	2	160
<b>Core Layer</b>	$\gamma_w$	$\gamma_w$	<b>kD</b>	<b>Cot <math>\Theta</math></b>	<b>W (kg)</b>
Ujung	1,03	2,65	2,1	2	9
Lengan	1,03	2,65	2,2	2	8

*Sumber : Analisa Hitungan Dimensi Breakwater*

Keterangan :

1. Berat unit *secondary layer* adalah  $\frac{W_{primary}}{10}$ .
2. Berat unit *core layer* adalah  $\frac{W_{primary}}{200}$ .
3. Untuk berat batu pada *toe-berm*, adalah sama dengan berat batu *secondary layer* yaitu  $\frac{W_{primary}}{10}$ .

#### 4.3.5 Lebar Puncak *Breakwater*

Lebar puncak *breakwater* untuk  $n = 3$  dapat dihitung dengan rumus 2.23 pada bab Tinjauan Pustaka, dengan parameter-parameter sbb :

$n$  : 2 (*primary layer*); 3 (*secondary layer*)

$k\Delta$  : 1,1 → diperoleh dari tabel koefisien lapis (Bambang Triatmodjo, Pelabuhan) dengan lapis lindung batu bersudut kasar,  $n \geq 3$ , penempatan acak.



W : berat butir armour unit.

$\gamma_r$  : 2,65 t/m<sup>3</sup>

**Tabel 4.11 – Lebar Puncak *Breakwater***

Segmen	n	$\gamma_r$	k $\Delta$	W (kg)	B (m)
Ujung	3	2,65	1,1	1300	3
Lengan	3	2,65	1,1	1300	2,7

Sumber : Analisa Hitungan Dimensi *Breakwater*

Keterangan :

1. Lebar *secondary* dan *core layer* menyesuaikan dengan lebar *primary layer*.
2. Lebar *toe-berm* adalah sama dengan lebar puncak *breakwater (primary layer)*.

#### 4.3.6 Tebal Lapis Lindung

Tebal lapis pelindung dari sebuah *breakwater* dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.25 pada bab 2, dengan parameter-parameter sbb :

n : 2 (*primary layer*); 3 (*secondary layer*)

k $\Delta$  : 1,1

W : berat butir armour unit

$\gamma_r$  : 2,65 t/m<sup>3</sup>

**Tabel 4.12 – Tebal Lapisan *Breakwater***

Primary Layer	n	$\gamma_r$	k $\Delta$	W (kg)	T (m)
Ujung	2	2,65	1,1	1300	2
Lengan	2	2,65	1,1	1300	1,8
Secondary Layer	n	$\gamma_r$	k $\Delta$	W (kg)	T (m)
Ujung	3	2,65	1,1	130	1,5
Lengan	3	2,65	1,1	130	1,4

Sumber : Analisa Hitungan Dimensi *Breakwater*

Keterangan :

1. Tebal *core layer* disesuaikan dengan lebar *primary* dan *secondary layer*.
2. Tebal suatu lapisan tidak boleh kurang dari 2 kali diameter batunya sehingga dapat diketahui bahwa batu pada *primary layer* berdiameter  $\pm 0.9 - 1$  meter dan pada *secondary layer* berdiameter  $\pm 0,4 - 0.5$  meter.

#### 4.3.7 Jumlah Batu Pelindung

Jumlah batu pelindung pada *breakwater* ini dihitung tiap  $10 \text{ m}^2$ . Analisa hitungannya menggunakan rumus 2.26 pada bab 2 dengan parameter-parameter sbb:

- t : tebal lapis pelindung  
n : 2 (*primary layer*); 3 (*secondary layer*)  
 $k\Delta$  : 1,1  
A : luas permukaan  
P : 40  $\longrightarrow$  diperoleh dari tabel koefisien lapis (Bambang Triatmodjo, Pelabuhan) dengan lapis lindung batu bersudut kasar,  $n \geq 3$ , penempatan acak.  
 $\gamma_r$  :  $2,65 \text{ t/m}^3$

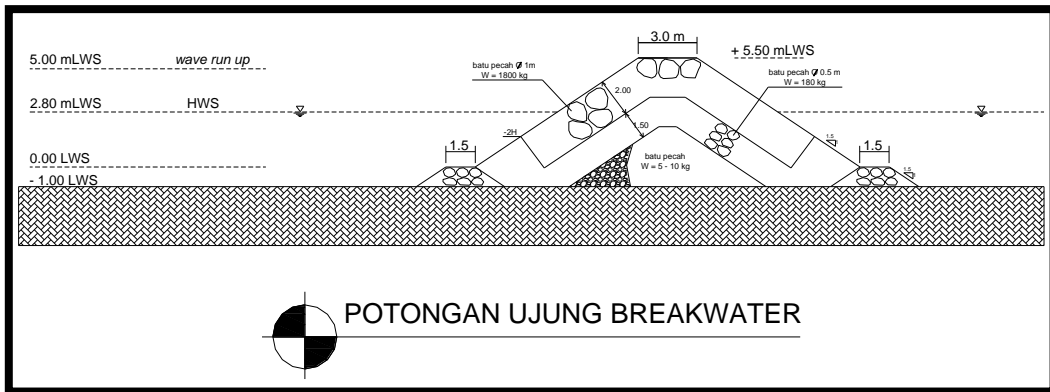
**Tabel 4.13 – Jumlah Batu Pelindung *Breakwater***

Primary Layer	n	$\gamma_r$	$k\Delta$	W (kg)	P	A ( $\text{m}^2$ )	N
Ujung	2	2,65	1,1	1300	40	10	17
Lengan	2	2,65	1,1	1300	40	10	18
Secondary Layer	n	$\gamma_r$	$k\Delta$	W (kg)	P	A ( $\text{m}^2$ )	N
Ujung	3	2,65	1,1	130	40	10	119
Lengan	3	2,65	1,1	130	40	10	129

Sumber : Analisa Hitungan Dimensi *Breakwater*

Keterangan :

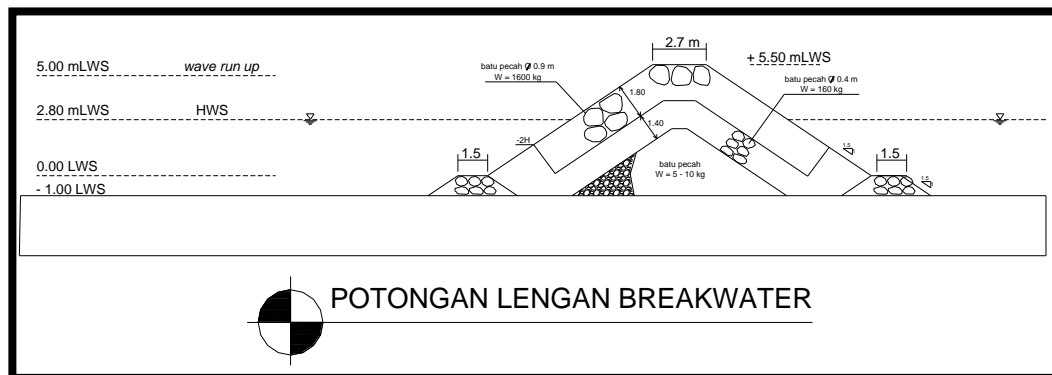
Jumlah batu pada *core layer* disesuaikan dengan tebal dan lebarnya (sisa ruang pada *breakwater*).



**Gambar 4.10 – Potongan *Breakwater* Bagian Ujung**

Keterangan :

Gambar tanpa skala.



**Gambar 4.11 – Potongan *Breakwater* Bagian Lengan**

Keterangan :

Gambar tanpa skala.

#### 4.4 Stabilitas *Breakwater*

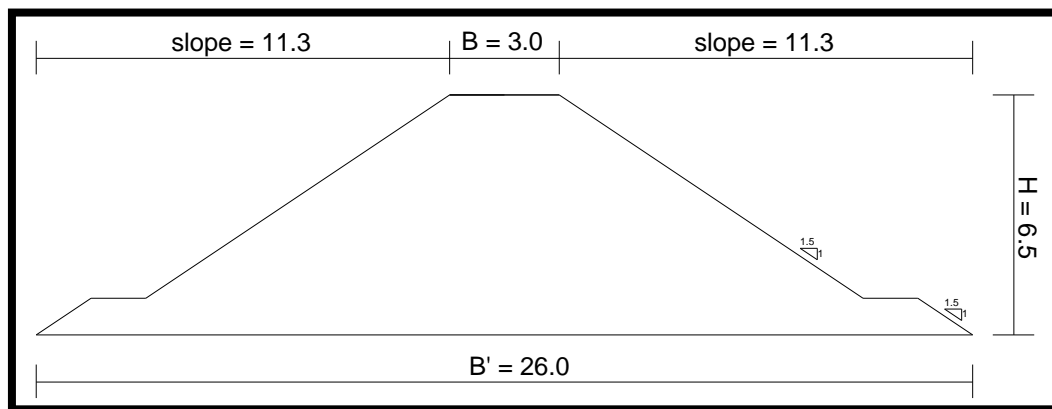
##### 4.4.1 Stabilitas *Breakwater* terhadap Daya Dukung Tanah

Kontrol ini dipakai untuk mengetahui apakah tanah dibawah *breakwater* dapat menahan berat sendiri konstruksi *breakwater* tersebut (daya dukung tanah). Perhitungan menggunakan perhitungan untuk pondasi dangkal karena sesuai syarat untuk pondasi dangkal yaitu  $D < B$ , sedangkan struktur ini memiliki  $D = 0,5$  meter

dan  $B = 32$  meter sehingga  $D < B$ . Tanah yang akan diuji stabilitasnya adalah tanah pada kedalaman  $-0,5$  LWS karena ini merupakan kedalaman yang paling besar.

**Dimensi *Breakwater* :**

Lebar <i>Breakwater</i> ( $B'$ )	= 26	meter
Tinggi <i>Breakwater</i> ( $H$ )	= 6.5	meter
Panjang <i>Breakwater</i> ( $L$ )	= 372	meter
Lebar Puncak ( $B$ )	= 3	meter
Lebar Slope sisi Pelabuhan	= 11.3	meter
Lebar Slope sisi Laut	= 11.3	meter



**Gambar 4.12 – Sketsa Dimensi *Breakwater***

Perhitungan dilakukan pada kondisi terdrainase karena pada kondisi lapangan kondisi tanah di bawah *breakwater* kecil kemungkinannya untuk mengalami kondisi tidak terdrainase dimana air tidak dapat dialirkan keluar sehingga ikut menahan beban yang diletakkan di atasnya.

**Parameter Daya Dukung Tanah :**

Jenis tanah	= Pasir Berlanau (dari hasil boring pada kedalaman $-0,5$ s/d $-1.00$ LWS)
Kedalaman <i>Breakwater</i>	= $0,5$ meter

$\gamma$ armour (batu)	= 2,65 t/m <sup>3</sup>
$\gamma$ air laut	= 1,03 t/m <sup>3</sup>
$N_{SPT}$	= 16 (dari hasil boring pada kedalaman -0,5 s/d -1.00 LWS)
$N_{design}$	= 21,7 (dari hasil analisis konversi $N_{SPT}$ berdasarkan <i>Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Bangunan Air -2005</i> )
$D_r$	= 59,7 % (dari tabel kepadatan relatif versus $N_{60}$ ( $N_{design}$ ) ( <i>Jamiolkowski et al.1988</i> ) dalam <i>Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Bangunan Air -2005</i> ).
$\phi$ tanah	= 38,4° (dari tabel kepadatan relatif dan uji tanah di lapangan, <i>Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Bangunan Air -2005</i> ).
$\gamma$ pasir	= 1,4 t/m <sup>3</sup> (berat jenis material pasir)
$\gamma'$	= (1,4 – 1,03) = 0,37 t/m <sup>3</sup>
$C$	= 0 t/m <sup>2</sup> (karena pasir merupakan jenis tanah non kohesif sehingga tidak memiliki lekatan antar partikel tanah).

**Tabel 4.14 – Nilai  $N_c$ ,  $N_\gamma$ , dan  $N_q$**

Sudut Geser		$N_c$	$N_\gamma$	$N_q$
$\phi$	38,4 °	77,5	77,9	61,55

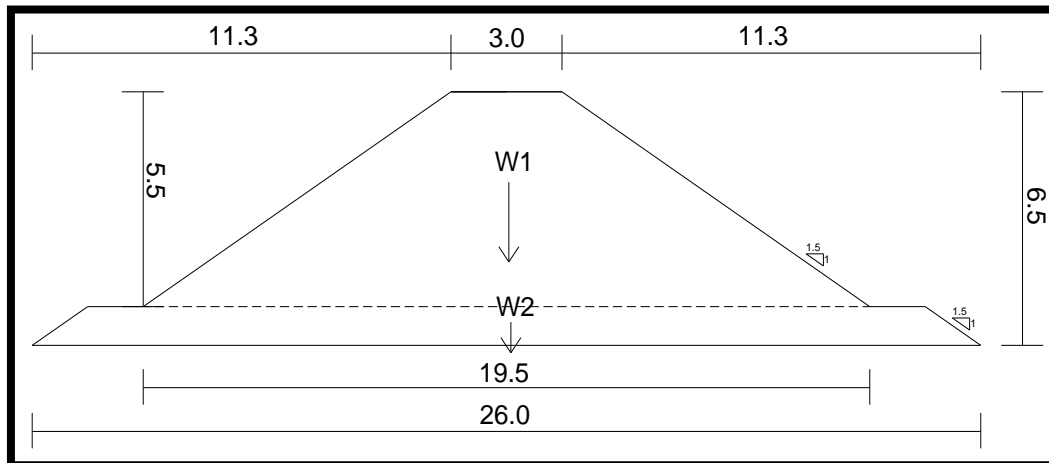
*Sumber : Tabel Faktor Daya Dukung Terzhagi (Bowless, 1988)*

Untuk dasar pondasi segi empat (LxB) besar daya dukung tanah dasar menurut Terzaghi adalah menggunakan rumus 2.27 pada bab 2, sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned}
 ql &= \left(1 - 0,2 \times \frac{26}{372}\right) 0,37 \cdot \frac{26}{2} \cdot 77,9 + \left(1 + 0,2 \frac{26}{372}\right) \cdot 0,77,5 + 0,37 \cdot 0,5 \cdot 61,55 \\
 &= 57,569 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= 57,569 \times 26 \\
 &= 1496,805 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

Beban *breakwater* yang bekerja diperlihatkan oleh gambar dibawah ini dan dapat dihitung dengan rumus 2.28 (Bab Tinjauan Pustaka):



**Gambar 4.13 – Sketsa Beban pada *Breakwater***

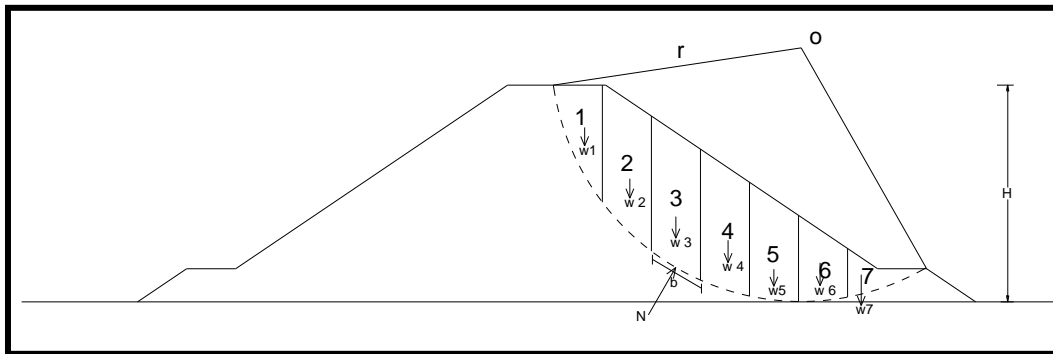
$$\begin{aligned}
 W_{total} &= \left(\frac{(3 + 19,5)}{2} \times 5,5 \times 2,65\right) + \left(\frac{(23 + 26)}{2} \times 1 \times 2,65\right) \\
 &= 228,363 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{Q_{ult}}{W} > 2 \\
 &= \frac{1496,805}{228,363} > 2 \\
 &= 6,554 > 2 \dots\dots\dots\text{OK}
 \end{aligned}$$

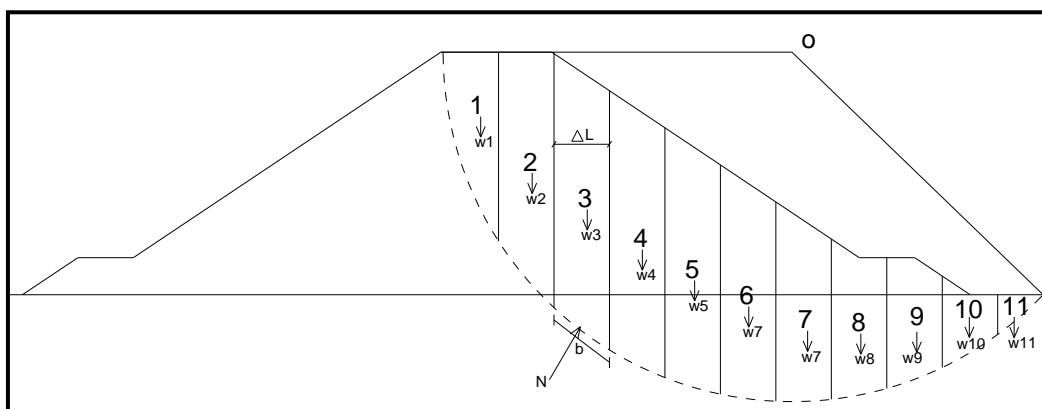
#### 4.4.2 Stabilitas *Breakwater* terhadap Geser dan Guling

Kontrol ini diperlukan untuk mengetahui apakah struktur *breakwater* memiliki gaya-gaya penahan momen penggeser lebih besar (*Resisting Momen* =  $M_r$ ) dari gaya-gaya yang menimbulkan momen penggeser (*Driving Momen* =  $M_d$ ). Menurut Soedjono Kamadibrata, *safety factor* untuk stabilitas *breakwater* tipe *rubblemound* adalah  $> 1,25$ . Kontrol stabilitas ini menggunakan metode irisan.

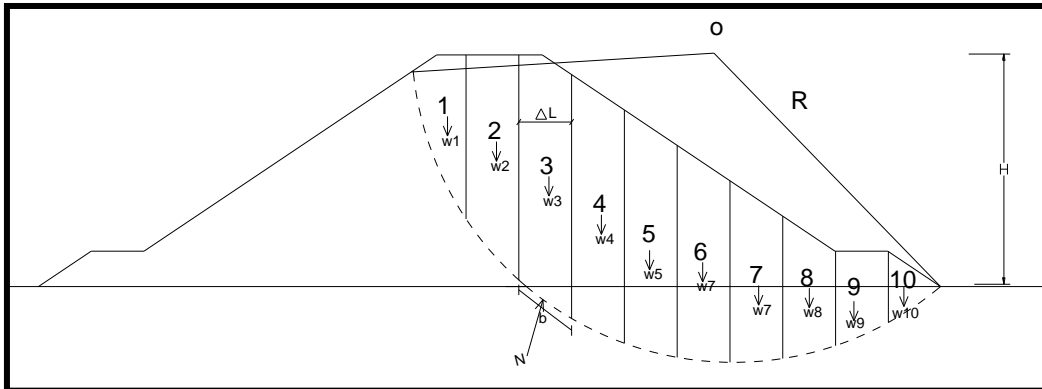
Untuk memperoleh bidang geser terlemah, dilakukan tiga kali analisa stabilitas *breakwater* dengan tiga bidang geser yang berbeda. Berikut adalah gambar dugaan bidang geser terlemah :



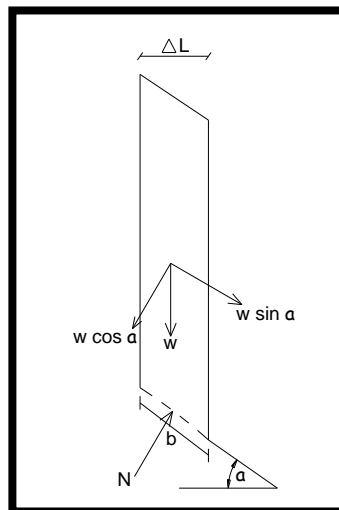
Gambar 4.14 – Bidang Geser Terlemah 1



Gambar 4.15 – Bidang Geser Terlemah 2



**Gambar 4.16 – Bidang Geser Terlemah 3**



**Gambar 4.17 – Detail Irisan pada Breakwater**

Dari gambar 4.17 dapat dilihat bahwa gaya normal  $N = W \cos \alpha$ . Safety factor untuk struktur *breakwater* di atas dapat dihitung dengan :

$$FS = \frac{M_r}{M_d}$$

$$FS = \frac{\sum(c \cdot \Delta L_n + W \cos \alpha_n \cdot \tan \phi)}{\sum(W \sin \alpha_n)}$$

dimana  $\Delta L_n = \frac{b_n}{\cos \alpha_n}$



$\phi = 30^\circ$  (sudut geser batu pecah)  $\rightarrow$  *Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Bangunan Air - 2005.*

Tabel 4.15, 4.16 dan 4.17 memuat tentang *Resisting* dan *Driving* Momen pada masing-masing bidang geser.

**Tabel 4.15 – *Resisting* dan *Driving* Momen Bidang Geser 1**

<b>n</b>	<b><math>\gamma_{\text{batu}}</math></b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>W (t/m)</b>	<b><math>\alpha</math> (°)</b>	<b>b</b>	<b>C pasir</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>Mr</b>	<b>Md</b>
1	2.65	3.115	8.255	47	3.8445	0	30	3.47969	6.03711
2	2.65	5.7765	15.308	39	2.107	0	30	7.9348	9.54161
3	2.65	6.0331	15.988	26	1.7357	0	30	9.5312	6.9286
4	2.65	5.5478	14.702	12	1.5755	0	30	3.70805	3.49767
5	2.65	4.5309	12.007	4	1.509	0	30	7.50854	0.76551
6	2.65	3.0537	8.092	6	1.5058	0	30	5.36799	0.84587
7	2.65	1.4488	3.839	18	2.4998	0	30	2.43549	1.16338
$\Sigma$								37.9657	28.7798

*Sumber : Analisa Stabilitas Geser*

**Tabel 4.16 – *Resisting* dan *Driving* Momen Bidang Geser 2**

<b>n</b>	<b><math>\gamma_{\text{batu}}</math></b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>W (t/m)</b>	<b><math>\alpha</math> (°)</b>	<b>b</b>	<b>C pasir</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>Mr</b>	<b>Md</b>
1	2.65	5.1807	13.729	56	5.34	0	30	5.06573	11.2993
2	2.65	8.9737	23.780	42	2.34	0	30	11.7867	15.7694
3	2.65	10.3957	27.549	30	1.899	0	30	15.8947	13.7743
4	2.65	10.3099	27.321	20	1.68	0	30	17.1244	9.34441
5	2.65	9.703	25.713	10	1.58	0	30	16.8898	4.46505
6	2.65	8.6801	23.002	9	1.521	0	30	14.3864	3.57524
7	2.65	7.2464	19.203	4	1.51	0	30	12.0086	1.22438
8	2.65	5.7087	15.1281	11	1.54	0	30	9.90505	2.93197
9	2.65	4.6687	12.3721	21	1.61	0	30	7.70405	4.37179
10	2.65	2.4689	6.54259	24	1.76	0	30	3.9866	2.65452
11	2.65	0.5685	1.50653	34	1.631	0	30	0.82703	0.83339
$\Sigma$								82.1663	65.2438

*Sumber : Analisa Stabilitas Geser*

**Tabel 4.17 – Resisting dan Driving Momen Bidang Geser 3**

n	$\gamma_{\text{batu}}$	A (m <sup>2</sup> )	W (t/m)	$\alpha$ (°)	b	C pasir	$\phi$	Mr	Md
1	2.65	4.437	11.758	55	4.453	0	30	3.89661	9.55929
2	2.65	8.2524	21.869	41	2.287	0	30	9.53262	14.3241
3	2.65	10.132	26.850	29	1.854	0	30	13.564	11.6797
4	2.65	10.121	26.821	19	1.66	0	30	14.6178	8.7328
5	2.65	9.4435	25.025	9	1.565	0	30	13.5526	3.88893
6	2.65	8.3471	22.120	2	1.516	0	30	12.6853	0.76977
7	2.65	6.87	18.206	4	1.513	0	30	9.85465	1.16078
8	2.65	4.9911	13.2264	13	1.544	0	30	7.44002	2.97594
9	2.65	3.498	9.2697	17	1.649	0	30	5.10193	2.71046
10	2.65	1.46	3.869	27	1.807	0	30	1.99029	1.75653
$\Sigma$								89.7692	57.5583

Sumber : Analisa Stabilitas Geser

Dari tabel di atas maka diketahui nilai Mr dan Md sehingga :

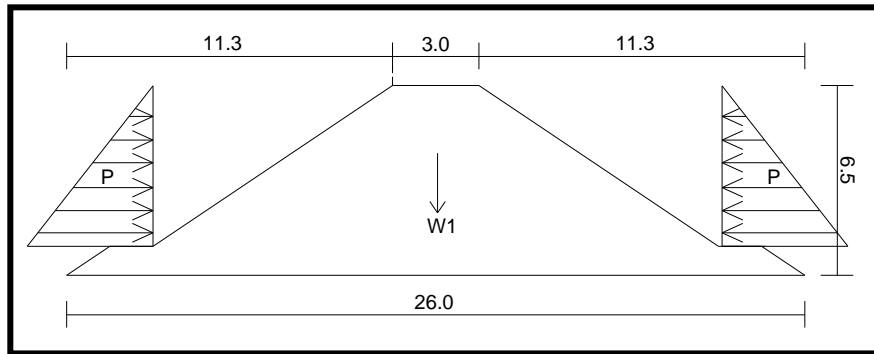
**Tabel 4.17 – Faktor Keamanan Bidang Geser**

Bidang Geser	FS	FS syarat
1	1,321	1,25
2	1,261	1,25
3	1,35	1,25

Sumber : Analisa Stabilitas Geser

Jadi dapat disimpulkan bahwa bidang geser terlemah adalah bidang geser kedua dengan nilai FS yang terkecil namun memenuhi FS syarat yaitu  $1,261 > 1,25$ .

Sedangkan untuk analisa stabilitas guling tidak diperlukan karena kedua sisi struktur *breakwater* menahan tekanan yang sama yang berasal dari tekanan hidrostatis air laut. Berikut adalah gambar gaya-gaya yang bekerja pada struktur *breakwater* rencana:



**Gambar 4.18 –**

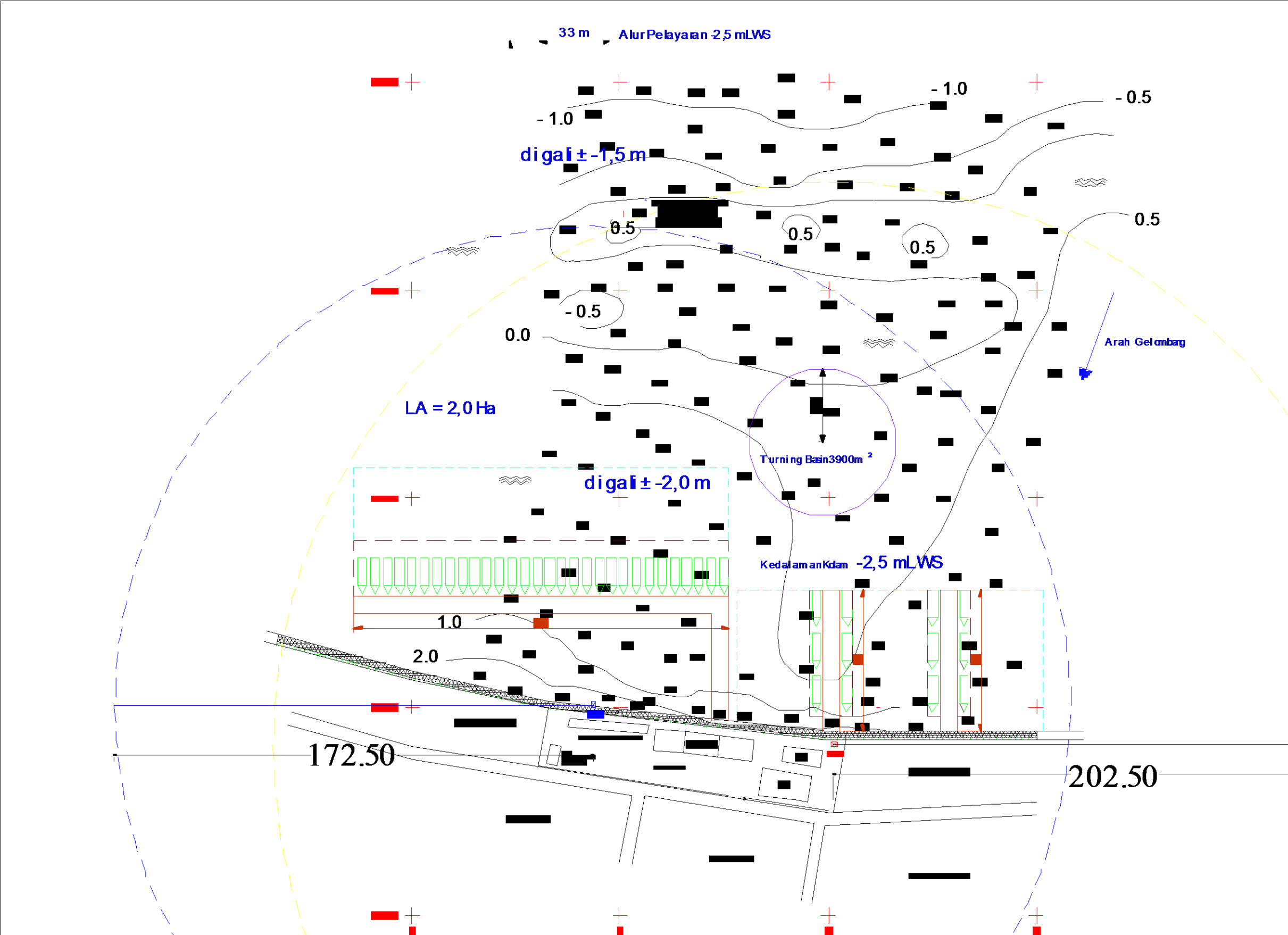
**Gaya-Gaya yang Bekerja Pada *Breakwater* Rencana**

Gambar di atas menunjukkan bahwa tekanan yang diterima oleh masing-masing sisi adalah sama sehingga struktur *breakwater* rencana tersebut stabil terhadap guling.

**4.5 Gambar Desain**

Output dari tugas akhir ini adalah gambar desain. Ada 4 jenis gambar desain sebagai hasil akhir dari skripsi ini, yaitu :

1. Gambar plotting *breakwater*;
2. Gambar lokasi *breakwater*;
3. Gambar layout *breakwater*;
4. Gambar potongan melintang / dimensi *breakwater* rencana.









## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa kebutuhan pelayaran di PPI Pondok Mimbo, maka perencanaan *breakwater* sebagai berikut:

1. Kondisi perairan pelabuhan perikanan Pondok Mimbo membutuhkan sebuah *breakwater* rencana berupa *breakwater* sambung pantai, tipe bangunan dinding miring, tipe *rubblemounds* dari batu alam dan tipe bentuk lingkaran.
2. *Breakwater* sebelah barat (BWB) merupakan lingkaran berjari-jari 202,5 m dengan pusat BM1 sedangkan *breakwater* sebelah timur (BWT) merupakan lingkaran berjari-jari 172,5 m dengan pusat BM2 dan mengalami reposisi ujung  $\pm 5,65$  m ke arah Barat Daya.
3. *Breakwater* rencana memiliki tinggi bangunan 6,5 m, lebar puncak 3 m (*head*) dan 2,7 m (*trunk*), lebar dasar 26 m dan kemiringan 1:1,5. *Breakwater* rencana memiliki 3 lapisan dengan spesifikasi sbb :

a. *Breakwater* bagian ujung (*head*) :

*Primary Layer* : batu ( $W = 1800$  kg;  $d = \pm 1$  m) dan  $t = 2$  m;

*Secondary Layer* : batu ( $W = 180$  kg;  $d = \pm 0,75$  m) dan  $t = 1,5$  m;

*Core Layer* : batu ( $W = 5 - 10$  kg;  $d = \pm 0,1$  m).

b. *Breakwater* bagian lengan (*trunk*) :

*Primary Layer* : batu ( $W = 1600$  kg;  $d = \pm 0,9$  m) dan  $t = 1,8$  m;

*Secondary Layer* : batu ( $W = 160$  kg;  $d = \pm 0,6$  m) dan  $t = 1,2$  m;

*Core Layer* : batu ( $W = 5 - 10$  kg;  $d = \pm 0,1$  m).



4. Sesuai dengan fungsinya sebagai sebuah bangunan *breakwater*, *breakwater* rencana mampu meredam gelombang yang semula setinggi 2,43 meter (pada daerah operasi pelabuhan) menjadi  $\leq 0,3$  meter.

## **5.2 Saran**

Sebagai sebuah karya tulis ilmiah, tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Keterbatasan data hidro - oseanografi lokasi studi merupakan kendala utamanya. Oleh karena itu, untuk menyempurnakan keakuratan perencanaan ini maka perlu memperoleh data yang lebih lengkap (data pengamatan satu piantan).

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang PU. 2006. *Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Bangunan Air*. Jakarta : Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Penerbit Universitas Jember. 2010. *Pedoman penulisan Karya Ilmiah*, Edisi Ketiga Cetakan Ketiga. Jember : Badan Penerbit Universitas Jember.
- Badan Perencanaan Daerah Kabupaten Situbondo. 2006. *Kajian Potensi Sumber Daya Bumi Kabupaten Situbondo Jawa Timur*.
- Badan Perencanaan Daerah Kabupaten Situbondo. 2010. *Situbondo dalam Angka*.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo. 1999. *Draft Final Report Studi Kelayakan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kabupaten Situbondo 1999 - 2000*.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo. 2006. *Revisi Fisibility Study (FS), Pondok Mimbo desa Sumberanyar Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo*.
- Firdaus, Badruttamam. 2009. *Perencanaan Detail Dermaga dan Breakwater Pelabuhan Peti Kemas TanjungBulupandan, Madura*. Surabaya : Penerbit ITS.
- Ir, Sunggono. 1982. *Mekanika Tanah*. Bandung : Penerbit Nova.
- Kramadibrata, Soedjono. 2002. *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung : Penerbit ITB
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Wahyumaudi, Imam. 2009. *Buku Ajar Pelabuhan*. Banten : Penerbit Unisula.

LAMPIRAN 1

DATA HASIL STUDI KELAYAKAN PPI PONDOK  
MIMBO TAHUN 2006

## **1.1 Batimetri dan topografi**

Data batimetri dan topografi lokasi PPI Pondok Mimbo digambarkan oleh sebuah peta batimetri dan topografi lokasi studi. Peta batimetri tersebut adalah seluas  $\pm$  (300 x 300) m<sup>2</sup>. Kondisi perairan PPI pondok Mimbo cukup landai, kedalaman berkisar antara + 3 mLWS sampai – 1 mLWS.

## 1.2 Arus

### a. Arus Umum

- Kondisi *neap tide*

lokasi	Arah	Kecepatan maksimum (m/s)		
		0,2 d	0,6 d	0,8 d
<b>Cm 1</b>	<b>Barat laut – barat daya</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>
<b>Cm 2</b>	<b>Barat laut – barat daya</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>

- Kondisi *spring tide*

lokasi	Arah	Kecepatan maksimum (m/s)		
		0,2 d	0,6 d	0,8 d
<b>Cm 1</b>	<b>Barat laut – tenggara</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,1</b>
<b>Cm 2</b>	<b>Barat laut – tenggara</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>

### b. Arus Pasang Surut

Metode analisa : analisa arus pasang surut dilakukan dengan metode vektor data arus umum.

Hasil :

- Kondisi *neap tide*

lokasi	Arah	Kecepatan maksimum (m/s)
<b>Cm 1</b>	<b>Timur laut – barat daya</b>	<b>0,10</b>
<b>Cm 2</b>	<b>Barat laut – tenggara</b>	<b>0,14</b>

- Kondisi *spring tide*

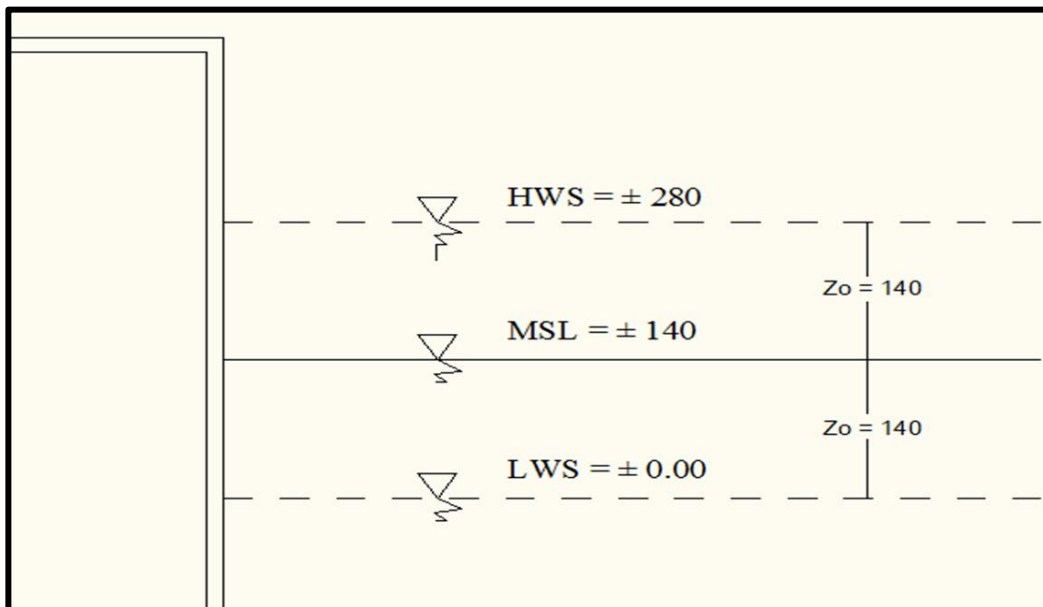
lokasi	Arah	Kecepatan maksimum (m/s)
<b>Cm 1</b>	<b>Barat laut – tenggara</b>	<b>0,05</b>
<b>Cm 2</b>	<b>Barat daya – tenggara</b>	<b>0,07</b>

Keterangan :

Cm 1 : titik pengamatan pertama

Cm 2 : titik pengamatan kedua

### 1.3 Pasang surut



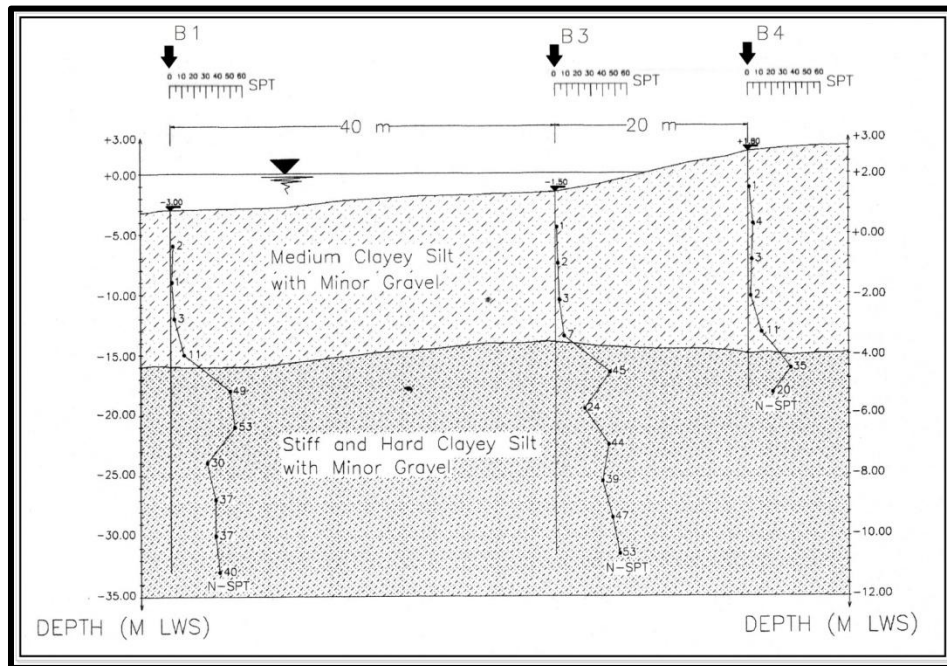
### 1.4 Pengamatan gelombang

$H_{\text{maksimum}} = 1,15$  meter

Arah =  $20^\circ$

Periode = 1,8 detik

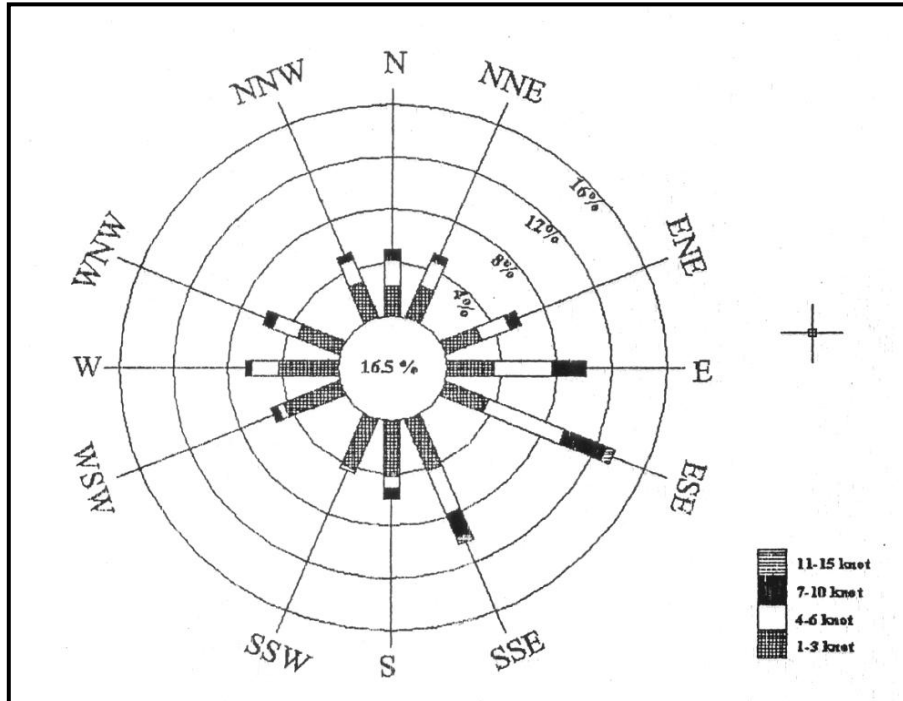
## 1.5 Stratigrafi tanah



Tanah di lokasi studi terdiri dari pasir berlanau; lempung dan lanau dengan sedikit kerikil. Nilai SPT berkisar antara 1 s/d 53.

## 1.6 Angin

Kondisi angin pada lokasi studi adalah dengan arah dominan tenggara dan kecepatan dominan 4-6 knot.





LAMPIRAN 2

ANALISA DATA STUDI KELAYAKAN PPI  
PONDOK MIMBO TAHUN 2006

## 2.1 Tinggi Gelombang Signifikan

Jumlah Data : 360

H Signifikan : 33 % x jumlah data

$$33 \% \times 360 = 118.8 \approx 119 \text{ data}$$

no urut	H	arah	no urut	H	arah
1	1.15	20	60	0.65	360
2	1.04	360	61	0.65	20
3	0.95	360	62	0.65	360
4	0.94	360	63	0.65	340
5	0.9	360	64	0.65	350
6	0.9	360	65	0.65	360
7	0.9	360	66	0.63	355
8	0.9	360	67	0.63	5
9	0.9	360	68	0.62	355
10	0.85	360	69	0.62	355
11	0.85	360	70	0.62	360
12	0.82	360	71	0.61	360
13	0.8	360	72	0.6	360
14	0.8	350	73	0.6	360
15	0.8	360	74	0.6	5
16	0.8	360	75	0.6	360
17	0.8	360	76	0.6	360
18	0.8	360	77	0.6	350
19	0.8	360	78	0.6	350
20	0.8	360	79	0.6	360
21	0.8	350	80	0.6	360
22	0.8	360	81	0.6	360
23	0.8	360	82	0.6	360
24	0.8	360	83	0.6	360
25	0.8	360	84	0.6	360
26	0.8	340	85	0.6	360
27	0.8	340	86	0.6	355
28	0.8	360	87	0.6	350
29	0.8	360	88	0.6	360
30	0.79	350	89	0.6	360
31	0.77	360	90	0.6	360
32	0.77	360	91	0.6	360
33	0.77	360	92	0.6	360
34	0.75	360	93	0.6	360
35	0.75	20	94	0.6	360
36	0.75	360	95	0.6	360
37	0.75	360	96	0.6	360
38	0.75	360	97	0.6	360
39	0.75	10	98	0.6	360
40	0.75	360	99	0.6	360
41	0.73	360	100	0.59	360
42	0.7	360	101	0.59	360
43	0.7	360	102	0.59	360
44	0.7	360	103	0.57	20
45	0.7	360	104	0.57	360
46	0.7	360	105	0.56	360
47	0.7	360	106	0.56	350
48	0.7	20	107	0.56	360
49	0.7	360	108	0.56	360
50	0.7	360	109	0.55	350
51	0.7	360	110	0.55	360
52	0.7	360	111	0.55	10
53	0.7	360	112	0.55	360
54	0.69	360	113	0.55	360
55	0.69	360	114	0.55	350
56	0.69	360	115	0.55	350
57	0.68	360	116	0.55	360
58	0.68	360	117	0.55	350
59	0.68	360	118	0.55	360
			119	0.55	360
$\Sigma$			81.92		

$$H_s = \frac{\Sigma_{\text{gelombang}}}{N_{\text{data}}} = \frac{81,92}{119} = 0,694 \approx 0,7 \text{ meter.}$$

## 2.2 Tinggi Gelombang Laut Dalam

### Fetch di Perairan PPI Pondok Mimbo

no	$\alpha$	$\cos \alpha$	xi (km)	$\cos \alpha \cdot xi$
1	42	0.743	81.5049	60.5582
2	36	0.809	77.2997	62.5354
3	30	0.866	75.529	65.4081
4	24	0.914	64.9162	59.3334
5	18	0.951	65.4032	62.1984
6	12	0.978	71.2795	69.7113
7	6	0.995	81.3389	80.9323
8	0	1	83.508	83.508
9	6	0.995	68.0813	67.7408
10	12	0.978	69.7966	68.261
11	18	0.951	80.4979	76.5535
12	24	0.914	71.7	65.5338
13	30	0.866	75.9938	65.8106
14	36	0.809	84.6478	68.4801
15	42	0.743	88.3219	65.6232
total		13.512		1022.19

Sehingga

$$F_{eff} = \frac{\Sigma (xi \cos \alpha)}{\Sigma (\cos \alpha)} = 75,65 \text{ km.}$$

Kecepatan angin maksimum adalah 17 knot = 8,74 m/s, sehingga diperoleh :

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} = 1,2$$

Kecepatan angin di laut dihitung dengan rumus :

$$U_w = R_L \cdot U_L = 1,2 \times 8,74 = 10,488 \text{ m/s}$$

Tegangan angin dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}U_A &= 0,71 (U)^{1,23} \\ &= 0,71(10,488)^{1,23} = 12,785 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Dari tabel dibawah ini diperoleh :

$$H_o = 1,625 \text{ meter dan } T = 6 \text{ detik}$$

### 2.3 Analisa Refraksi Pada Lokasi Aktivitas Pelabuhan

Kedalaman pada daerah aktivitas PPI Pondok Mimbo pada kondisi eksisting bervariasi, berkisar antara – 0,5 LWS s/d +1.00 LWS. Oleh karena itu, maka dilakukan analisa refraksi pada kedalaman yang paling dalam dan paling dangkal.

kedalaman - 0.5 LWS

Lo	d	d/Lo	d/L	L	Co	C	$\sin \alpha_0$	$\sin \alpha$	$\alpha$	$\cos \alpha_0$	$\cos \alpha$	Kr	n	Ks	Hs (m)
56.16	0.51 (LWS)	0.009	0.03821	13.34729	9.36	2.224549	0.342	0.081282	4.662258	0.93969	0.99369	0.972449	0.9813	1.464202	2.031476
56.16	1.91 (MSL)	0.034	0.07629	25.03605	9.36	4.172674	0.342	0.152463	8.763688	0.93969	0.98332	0.977563	0.9309	1.097651	1.743662
56.16	3.31 (HWS)	0.059	0.10331	32.03949	9.36	5.339915	0.342	0.195112	11.23127	0.93969	0.98384	0.977305	0.883	0.996266	1.582191

kedalaman + 1.00 LWS

Lo	d	d/Lo	d/L	L	Co	C	$\sin \alpha_0$	$\sin \alpha$	$\alpha$	$\cos \alpha_0$	$\cos \alpha$	Kr	n	Ks	Hs (m)
56.16	0.41 (MSL)	0.007	0.03363	12.1915	9.36	2.031916	0.342	0.074243	8.763688	0.93969	0.98332	0.977563	0.9854	1.528846	2.428634
56.16	1.8 (HWS)	0.032	0.07385	24.37373	9.36	4.062288	0.342	0.14843	11.23127	0.93969	0.98384	0.977305	0.9348	1.110141	1.763038

Dari tabel perhitungan refraksi di atas, maka diperoleh H maksimal adalah 2,43 meter.

LAMPIRAN 3

**ANALISA REFRAKSI PADA *BREAKWATER*  
RENCANA**

**PANJANG DAN SUDUT GELOMBANG BERDASARKAN ANALISA  
REFRAKSI PADA *BREAKWATER* RENCANA  
(DIAGRAM REFRAKSI METODE PUNCAK GELOMBANG)**

titik	dLWS	d/Lo	d/L	L1	C	Co	anti $\alpha$	$\alpha$
1	-1.11	0.045	0.0886	28.44244	4.740406	9.36	0.173	9.962
2	-1.21	0.047	0.0906	28.91832	4.81972	9.36	0.176	10.137
3	-0.61	0.036	0.0786	25.69975	4.283291	9.36	0.157	9.032
4	-0.51	0.034	0.0765	25.09804	4.183007	9.36	0.153	8.803
5	-0.29	0.030	0.0718	23.67688	3.946147	9.36	0.144	8.273
6	-0.11	0.027	0.06763	22.47523	3.745872	9.36	0.137	7.874
7	0.29	0.020	0.05754	19.46472	3.24412	9.36	0.119	6.834
8	0.39	0.018	0.05481	18.60974	3.101624	9.36	0.113	8.809
9	0.49	0.016	0.0519	17.7264	2.954399	9.36	0.108	6.203
10	0.59	0.015	0.04894	16.75521	2.792535	9.36	0.102	5.854
11	0.49	0.016	0.0519	17.7264	2.954399	9.36	0.108	6.203
12	0.5	0.016	0.05164	17.622	2.937	9.36	0.107	6.142
13	0.5	0.016	0.05164	17.622	2.937	9.36	0.107	6.142
14	0.5	0.016	0.05164	17.622	2.937	9.36	0.107	6.142
15	0.5	0.016	0.05164	17.622	2.937	9.36	0.107	6.142

titik	dLWS	d/Lo	d/L	L2	C	Co	anti $\alpha$	$\alpha$
1	-0.61	0.036	0.07867	25.67688	4.27948	9.36	0.156	8.975
2	-0.51	0.034	0.07629	25.16713	4.194521	9.36	0.153	8.803
3	-0.21	0.029	0.07007	23.11974	3.85329	9.36	0.141	8.104
4	0.29	0.020	0.05611	19.96079	3.326799	9.36	0.122	7.008
5	0.29	0.020	0.05611	19.96079	3.326799	9.36	0.122	7.008
6	0	0.025	0.06478	21.76598	3.627663	9.36	0.133	7.642
7	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.543
8	0.5	0.016	0.05132	17.73188	2.955313	9.36	0.108	6.203
9	0.59	0.015	0.04791	17.11542	2.852571	9.36	0.104	5.939
10	0.59	0.015	0.04791	17.11542	2.852571	9.36	0.104	5.939
11	-0.01	0.025	0.06478	21.92035	3.653391	9.36	0.133	7.642
12	-0.31	0.031	0.07261	23.6882	3.948033	9.36	0.144	8.273
13	-0.31	0.031	0.07261	23.6882	3.948033	9.36	0.144	8.273
14	-0.31	0.031	0.07261	23.6882	3.948033	9.36	0.144	8.273
15	-0.31	0.031	0.07261	23.6882	3.948033	9.36	0.144	8.273

titik	dLWS	d/Lo	d/L	L3	C	Co	anti $\alpha$	$\alpha$
1	-0.01	0.025	0.06478	21.92035	3.653391	9.36	0.133	7.642
2	0.39	0.032	0.07385	24.37373	4.062288	9.36	0.148	8.511
3	0.39	0.032	0.07385	24.37373	4.062288	9.36	0.148	8.511
4	0.5	0.034	0.07969	23.96788	3.994646	9.36	0.146	8.393
5	0.59	0.036	0.07867	25.42265	4.237109	9.36	0.155	8.273
6	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.543
7	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.543
8	-0.01	0.025	0.06478	21.92035	3.653391	9.36	0.133	7.642
9	0.01	0.025	0.06478	21.61161	3.601935	9.36	0.132	7.583
10	-0.21	0.029	0.07007	23.11974	3.85329	9.36	0.141	8.103
11	0.51	0.034	0.07969	24.09336	4.01556	9.36	0.147	8.453
12	0.5	0.016	0.05132	17.73188	2.955313	9.36	0.108	6.203
13	-0.31	0.031	0.07261	23.6882	3.948033	9.36	0.144	8.273
14	-0.11	0.027	0.06747	22.52853	3.754755	9.36	0.137	7.874
15	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.546

titik	dLWS	d/Lo	d/L	L4	C	Co	anti $\alpha$	$\alpha$
6	-0.51	0.034	0.07629	25.16713	4.194521	9.36	0.153	8.804
7	-0.51	0.034	0.07629	25.16713	4.194521	9.36	0.153	8.804
8	-0.31	0.031	0.07621	22.56922	3.761536	9.36	0.137	7.874
9	-0.31	0.031	0.07621	22.56922	3.761536	9.36	0.137	7.874
10	-0.51	0.034	0.07629	25.16713	4.194521	9.36	0.153	8.804
11	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.546
12	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.546
13	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.546
14	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.546
15	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.546



titik	dLWS	d/Lo	d/L	L5	C	Co	anti $\alpha$	$\alpha$
8	-0.41	0.032	0.07385	24.64455	4.107425	9.36	0.150	8.623
9	-0.11	0.027	0.06747	22.52853	3.754755	9.36	0.137	7.874
10	0.19	0.022	0.06057	20.14198	3.356997	9.36	0.123	7.065
11	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.546
12	0.39	0.018	0.05456	18.69501	3.115836	9.36	0.114	6.546
13	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257
14	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257
15	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257

titik	dLWS	d/Lo	d/L	L6	C	Co	anti $\alpha$	$\alpha$
10	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257
11	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257
12	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257
13	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257
14	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257
15	0.49	0.016	0.05132	17.92673	2.987789	9.36	0.109	6.257







LAMPIRAN 4

ANALISA DIFRAKSI PADA *BREAKWATER*  
RENCANA

**PANJANG GELOMBANG MENUJU *BREAKWATER* :**

titik	dLWS	d/Lo	d/L	L
a	-1	0.042913	0.08664	27.81625
b	-0.21	0.028846	0.07007	23.11974
c	0	0.025107	0.06478	21.76598
d	-2.5	0.026709	0.06747	22.2321

**TINGGI GELOMBANG DI TITIK P (MULUT *BREAKWATER*) :**

Lo	d	d/Lo	d/L	L	Co	C	$\sin \alpha$	$\sin \alpha$	$\alpha$	$\cos \alpha$	$\cos \alpha$	Kr	n	Ks	Hs (m)
56.16	2.5 (LWS)	0.045	0.08883	28.14365	9.36	4.690607527	0.342	0.171388	9.904	0.93969	0.935	1.002505	0.9095	1.047387	1.207512

**DIFRAKSI PADA *BREAKWATER* RENCANA :**

titik	d/Lo	d/L	L	x	y	$x/L$	$y/L$	K'	HA	H 1/3	KETERANGAN
A	0.044516	0.08883	28.14365	102.2	108.50	3.6	3.9	0.15	0.18	0.3	OK
B	0.044516	0.08883	28.14365	20.55	141.79	0.7	5.0	0.25	0.3	0.3	OK
C	0.044516	0.08883	28.14365	67.33	161.48	2.4	5.7	0.24	0.288	0.3	OK
D	0.044516	0.08883	28.14365	75.42	195.57	2.7	6.9	0.25	0.3	0.3	OK

LAMPIRAN 5

ANALISA REFLEKSI PADA *BREAKWATER*  
RENCANA

LAMPIRAN 6

MATRIKS PENELITIAN



**MATRIKS PENELITIAN**

JUDUL	RUMUSAN MASALAH	VARIABEL	INDIKATOR	SUMBER DATA	METODE PERENCANAAN
Perencanaan <i>Breakwater</i> Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur	Bagaimana desain <i>breakwater</i> pada Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo Jawa timur?	Perencanaan <i>breakwater</i>	a. Penentuan lokasi, layout dan tipe	1. Data kapal PPI Pondok Mimbo tahun 2010 oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo; 2. Data ketersediaan material di Kabupaten Situbondo pada Kajian Potensi Sumber Daya Bumi Kabupaten Situbondo – Jawa Timur oleh Badan Perencanaan Daerah Kabupaten Situbondo; 3. Peta Batimetri, data gelombang, dan daya dukung tanah di lokasi PPI Pondok Mimbo pada hasil survei <i>hidro-oceanografi</i> PPI Pondok Mimbo tahun 2006 oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo.	a. Analisa kebutuhan ruang pelabuhan; b. Plotting <i>breakwater</i> rencana; c. Analisa refraksi, difraksi dan refraksi terhadap <i>breakwater</i> rencana; d. Analisa pemilihan tipe <i>breakwater</i> (berdasarkan daya dukung tanah, ketersediaan material, dan sedimentasi transpor sepanjang pantai).
			b. Dimensi bangunan	1. Data Gelombang dan daya kondisi pasang surut di lokasi PPI	a. Cek kondisi Gelombang di lokasi perencanaan

---

Pondok Mimbo pada hasil survei *hidro-oceanografi* PPI Pondok Mimbo tahun 2006 oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo. (gelombang pecah atau tidak);  
 b. Menghitung gelombang rencana pada lokasi;  
 c. Menghitung elevasi *breakwater*;  
 d. Menghitung berat butir lapis lindung;  
 e. Menghitung lebar puncak *breakwater*;  
 f. Menghitung tebal lapis lindung dan jumlah butir lapis lindung.

c. Kestabilan konstruksi

1. Data daya dukung tanah di lokasi PPI Pondok Mimbo pada hasil survei *hidro-oceanografi* PPI Pondok Mimbo tahun 2006 oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo.  
 b. Cek kestabilan konstruksi terhadap daya dukung tanah;  
 c. Cek kestabilan konstruksi terhadap geser dan guling.

d. Gambar desain

a. Gambar desain dengan spesifikasi sbb :  
 - Gambar langkah-langkah plotting *breakwater*.  
 - Gambar layout *breakwater* rencana.  
 - Gambar dimensi

---

