

BAB V

ANALISIS DATA

5.1 TINJAUAN UMUM

Perencanaan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) ini memerlukan berbagai data meliputi : data frekuensi kunjungan kapal, data peta *topografi*, *oceanografi*, dan data tanah. Data-data tersebut diperlukan sebagai dasar perhitungan perencanaan dermaga dan fasilitas pendukung lainnya. Data-data ini didapat dari instansi terkait yaitu Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Jawa Tengah dan dari BMG Cilacap.

5.2. Data Kapal dan Produksi Ikan Hasil Tangkapan

Dari data yang diperoleh, jumlah kapal ikan yang mendarat tiap tahunnya serta produksi ikan hasil tangkapan di TPI Karangduwur mulai tahun 2002 sampai dengan 2006 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.1. Data jumlah kapal dan produksi ikan

| Tahun | Jumlah Kapal Keseluruhan | Produksi Ikan (Kg) |
|--------------|---------------------------------|---------------------------|
| 2002 | 11597 | 291.946 |
| 2003 | 11793 | 312.386 |
| 2004 | 11953 | 348.921 |
| 2005 | 10261 | 267.104 |
| 2006 | 10443 | 293.116 |

(Sumber : Laporan Tahunan TPI Karangduwur Tahun 2007)

Untuk memprediksi jumlah kapal dan produksi ikan sampai dengan tahun 2032 berdasarkan data yang telah diperoleh dari tahun 2002 sampai dengan 2006, perhitungan statistiknya disajikan di bawah ini :

5.2.1. Perhitungan Jumlah Kapal Ikan Dengan Analisa Aritmatik

Diambil data pada tahun 2002 sampai dengan tahun 2006 sesuai dengan tabel 5.1 di atas. Rumus dasar analisa aritmatik sebagai berikut :

$$P_n = P_o + n.r$$

Tabel 5.2. Rasio perhitungan prediksi jumlah kapal ikan sesuai data dari tahun 2002– 2006

| Xi | Yi | r |
|-----------|-----------|------------------|
| 1 | 11597 | 0.017 |
| 2 | 11793 | 0.014 |
| 3 | 11953 | |
| 4 | 10261 | |
| 5 | 10443 | |
| | | $\Sigma = 0.030$ |

Keterangan : X_i = tahun, dimulai dari tahun 2002 sampai tahun 2006
 Y_i = jumlah kapal ikan
 $r = \frac{Y(i+1) - Y(i)}{Y(i)}$

Tabel 5.3. Prediksi jumlah kapal ikan sampai dengan tahun 2032 dengan analisa aritmatik

| n | Pn | n | Pn |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1 | 11953.010 | 14 | 11953.140 |
| 2 | 11953.020 | 15 | 11953.150 |
| 3 | 11953.030 | 16 | 11953.160 |
| 4 | 11953.040 | 17 | 11953.170 |
| 5 | 11953.050 | 18 | 11953.180 |
| 6 | 11953.060 | 19 | 11953.190 |
| 7 | 11953.070 | 20 | 11953.200 |
| 8 | 11953.080 | 21 | 11953.210 |
| 9 | 11953.090 | 22 | 11953.220 |
| 10 | 11953.100 | 23 | 11953.230 |
| 11 | 11953.110 | 24 | 11953.240 |
| 12 | 11953.120 | 25 | 11953.250 |
| 13 | 11953.130 | | |

Keterangan : n = 1 – 25 (dimulai dari tahun 2008 – 2032)
 $r_{rata2} = (\Sigma r) / 5$
 $P_0 = 11953$
 $P_n = P_0 + n.r$
 = jumlah kapal ikan dari tahun 2008-2032

Berdasarkan data di atas dapat dibuat grafik seperti pada gambar 5.1 di bawah ini :



Gambar 5.1. Grafik prediksi jumlah kapal ikan sampai tahun 2032 dengan analisa aritmatik

Berdasarkan tabel 5.1 dapat dilihat bahwa pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2006 jumlah kapal mengalami penurunan. Pada tahun 2004 jumlah kapal sebanyak 11.953 buah dan pada tahun 2005 mengalami penurunan menjadi 10.261 buah. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Bencana alam/ *tsunami* yang terjadi pada akhir tahun 2004 di Aceh dan pada tahun 2006 di Pantai Pangandaran secara tidak langsung mempengaruhi operasional para nelayan di Pantai Menganti.
2. Hantaman gelombang di Pantai Selatan yang besar khususnya pada malam hari sering membuat rusak kapal-kapal nelayan yang bersandar di bibir pantai.
3. Kenaikan harga BBM dan kelangkaan BBM membuat para nelayan sulit pergi melaut. Para nelayan di Pantai Kebumen pada umumnya masih menggunakan perahu yang bahan bakarnya berupa bensin, sehingga kelangkaan BBM (bensin) yang terjadi mempengaruhi operasional para nelayan.

Diasumsikan ukuran kapal yang dapat merapat ke dermaga PPI Menganti yaitu sebesar 10 GT, sehingga prediksi kapal ikan untuk 25 tahun mendatang (sampai dengan tahun 2032) berdasarkan analisa aritmatik di atas adalah sebanyak 11953,250 buah. Berikut ini prediksi kapal untuk 25 tahun mendatang :

- Prediksi jumlah kapal ikan pada tahun 2032 = 11953,250 buah
- Jumlah kapal perhari dihitung = 11953,250 : 250 hari efektif
= 47,813 ≈ 48 buah/hari

250 hari efektif dalam satu tahun dihitung dari :

- Selama satu bulan (30 hari) terjadi satu kali trip (perjalanan melaut dari berangkat hingga pulang) selama 25 hari, dan 5 hari untuk pengisian bahan bakar dan docking.
- Dalam satu tahun (12 bulan), terjadi 10 bulan efektif dengan 2 bulan untuk istirahat tidak melaut (hari raya dan sedekah laut).
- Jadi terjadi hari efektif tiap tahun : 25 hari x 10 bulan efektif : 250 hari/tahun.

5.2.2. Perhitungan Produksi Ikan Tangkapan Dengan Analisa Aritmatik

Diambil data pada tahun 2002 sampai dengan tahun 2006 sesuai dengan tabel 5.1 di atas. Rumus dasar analisa aritmatik sebagai berikut :

$$P_n = P_o + n.r$$

Tabel 5.4. Rasio perhitungan prediksi jumlah produksi ikan (Kg) sesuai data dari tahun 2002– 2006

| Xi | Yi | r |
|-----------|-----------|------------------|
| 1 | 291,946 | 0.070 |
| 2 | 312,386 | 0.117 |
| 3 | 348,921 | -0.234 |
| 4 | 267,104 | 0.097 |
| 5 | 293,116 | |
| | | Σ = 0.050 |

Keterangan :
 X_i = tahun, dimulai dari tahun 2002 sampai tahun 2006
 Y_i = jumlah produksi ikan (Kg)
 $r = \frac{Y(i+1) - Y(i)}{Y(i)}$

Tabel 5.5. Prediksi jumlah produksi ikan (Kg) sampai dengan tahun 2032 dengan analisa aritmatik

| n | Pn | n | Pn |
|----|------------|----|------------|
| 1 | 293116.190 | 14 | 293118.660 |
| 2 | 293116.380 | 15 | 293118.850 |
| 3 | 293116.570 | 16 | 293119.040 |
| 4 | 293116.760 | 17 | 293119.230 |
| 5 | 293116.950 | 18 | 293119.420 |
| 6 | 293117.140 | 19 | 293119.611 |
| 7 | 293117.330 | 20 | 293119.801 |
| 8 | 293117.520 | 21 | 293119.991 |
| 9 | 293117.710 | 22 | 293120.181 |
| 10 | 293117.900 | 23 | 293120.371 |
| 11 | 293118.090 | 24 | 293120.561 |
| 12 | 293118.280 | 25 | 293120.751 |
| 13 | 293118.470 | | |

Keterangan : n = 1 – 25 (dimulai dari tahun 2008 – 2032)

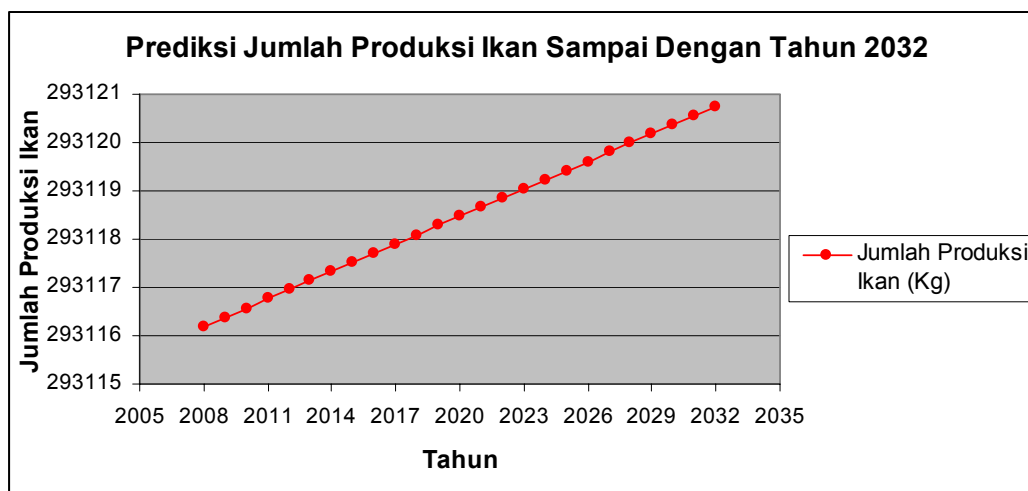
$$r_{rata2} = (\sum r) / 5$$

$$P_0 = 293.116 \text{ Kg}$$

$$P_n = P_0 + n.r$$

= jumlah produksi ikan dari tahun 2008-2032

Berdasarkan data di atas dapat dibuat grafik seperti pada gambar 5.2 di bawah ini :



Gambar 5.2. Grafik prediksi jumlah produksi ikan sampai tahun 2032 dengan analisa aritmatik

Dari tabel perhitungan di atas diperoleh prediksi jumlah produksi ikan tangkapan untuk 25 tahun mendatang sebanyak 293.120,751 kg.

5.3 DATA TEKNIS

Data teknis yang diperlukan berupa data angin, data pasang surut, data gelombang dan data tanah.

5.3.1. Data Angin

Data angin yang diperlukan adalah data arah dan kecepatan angin. Data tersebut didapatkan dari Badan Meteorologi dan Geofisika Cilacap, yaitu 10 data dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2005.

Adapun langkah-langkah untuk mencari kecepatan dan arah angin dominan adalah sebagai berikut :

1. Penggolongan berdasarkan besar kecepatan dan arah angin tiap tahun (tabel 5.6).
Dari data kecepatan dan arah angin tersebut dapat dicari kumulatifnya seperti dilihat dalam tabel 5.7
2. Dari tabel 5.7 dapat dicari prosentase masing-masing arah dan kecepatan angin seperti dilihat dalam tabel 5.8
3. Dari tabel 5.8 dapat dibuat gambar *wind rose* (mawar angin) untuk masing-masing arah dan kecepatan sesuai dengan prosentase yang telah dicari, dapat dilihat pada gambar 5.3.
4. Untuk perencanaan, diambil arah angin yang berpengaruh dan berpotensi menimbulkan gelombang pada lokasi yang direncanakan.

Sebagai contoh data-data tersebut dapat diuraikan dalam tabel sebagai berikut :

**Tabel 5.6. Kecepatan angin terbesar (knot)
bulan Januari – April tahun 1996**

| Tgl | Januari | | Februari | | Maret | | April | |
|-----|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar |
| 1 | B | 7 | B | 7 | B | 9 | TG | 12 |
| 2 | B | 9 | S | 11 | B | 12 | TG | 6 |
| 3 | BL | 6 | BD | 8 | B | 8 | T | 7 |
| 4 | U | 12 | B | 12 | S | 10 | T | 6 |
| 5 | TG | 6 | B | 12 | B | 8 | TG | 5 |
| 6 | B | 8 | BD | 5 | B | 10 | TG | 6 |
| 7 | TG | 8 | - | CALM | S | 13 | TG | 8 |
| 8 | B | 5 | B | 6 | BL | 9 | TG | 15 |
| 9 | B | 7 | B | 6 | B | 6 | B | 14 |
| 10 | B | 10 | B | 9 | B | 4 | B | 6 |
| 11 | BL | 7 | B | 6 | S | 9 | T | 6 |
| 12 | B | 7 | B | 7 | TG | 7 | TG | 5 |
| 13 | B | 5 | B | 10 | TG | 7 | TG | 7 |
| 14 | TG | 5 | B | 7 | TG | 10 | TG | 6 |
| 15 | U | 5 | B | 4 | TG | 11 | T | 9 |
| 16 | S | 5 | U | 13 | TG | 12 | S | 7 |
| 17 | TG | 6 | B | 13 | BD | 5 | TG | 7 |
| 18 | S | 8 | B | 11 | T | 8 | TG | 10 |
| 19 | S | 10 | B | 10 | S | 8 | TG | 5 |
| 20 | B | 14 | B | 13 | B | 6 | T | 5 |
| 21 | B | 5 | S | 10 | S | 9 | TG | 6 |
| 22 | BL | 5 | S | 12 | T | 8 | TG | 6 |
| 23 | BD | 6 | T | 7 | TG | 8 | T | 14 |
| 24 | BD | 5 | S | 10 | T | 10 | S | 8 |
| 25 | TG | 6 | B | 9 | T | 15 | TG | 10 |
| 26 | B | 10 | B | 12 | TG | 8 | TG | 9 |
| 27 | B | 14 | B | 13 | TG | 8 | TG | 10 |
| 28 | B | 15 | B | 10 | TG | 6 | T | 12 |
| 29 | BD | 6 | B | 12 | TG | 12 | TG | 14 |
| 30 | B | 8 | | | T | 10 | T | 12 |
| 31 | B | 10 | | | TG | 10 | | |

**Lanjutan Tabel 5.6. Kecepatan angin terbesar (knot)
bulan Mei – Agustus tahun 1996**

| Tgl | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | |
|-----|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar |
| 1 | TG | 12 | TG | 113 | TG | 10 | T | 10 |
| 2 | TG | 12 | TG | 15 | TG | 14 | TG | 12 |
| 3 | TG | 12 | TG | 21 | T | 15 | T | 6 |
| 4 | S | 15 | T | 14 | T | 15 | TG | 17 |
| 5 | TG | 12 | TG | 8 | T | 14 | T | 17 |
| 6 | TG | 12 | TG | 8 | T | 15 | TG | 16 |
| 7 | TG | 7 | T | 6 | TG | 8 | TG | 15 |
| 8 | TG | 6 | T | 10 | TG | 13 | T | 14 |
| 9 | TG | 8 | T | 8 | T | 15 | TG | 13 |
| 10 | TG | 15 | T | 7 | TG | 14 | TG | 15 |
| 11 | TG | 12 | TG | 7 | T | 13 | T | 17 |
| 12 | T | 13 | TG | 12 | TG | 10 | TG | 15 |
| 13 | TG | 10 | TG | 9 | TG | 6 | TG | 15 |
| 14 | TG | 8 | TG | 8 | S | 7 | TG | 17 |
| 15 | TG | 8 | TG | 8 | TG | 8 | TG | 19 |
| 16 | B | 14 | TG | 7 | TG | 10 | TG | 13 |
| 17 | TG | 10 | T | 7 | TG | 14 | TG | 12 |
| 18 | TG | 17 | TG | 8 | TG | 8 | TG | 12 |
| 19 | TG | 15 | TG | 10 | TG | 16 | T | 10 |
| 20 | TG | 8 | TG | 10 | T | 8 | TG | 14 |
| 21 | T | 23 | T | 12 | TG | 14 | TG | 13 |
| 22 | TG | 12 | TG | 12 | TG | 12 | T | 17 |
| 23 | TG | 12 | TG | 6 | TG | 13 | TG | 13 |
| 24 | T | 12 | T | 6 | TG | 12 | TG | 13 |
| 25 | TG | 8 | TG | 7 | TG | 15 | TG | 13 |
| 26 | TG | 9 | TG | 10 | T | 15 | TG | 16 |
| 27 | TG | 13 | TG | 10 | TG | 16 | TG | 15 |
| 28 | TG | 8 | TG | 15 | T | 12 | TG | 15 |
| 29 | T | 6 | TG | 8 | T | 10 | TG | 12 |
| 30 | TG | 13 | S | 12 | TG | 10 | TG | 15 |
| 31 | TG | 8 | | | TG | 14 | TG | 14 |

**Lanjutan Tabel 5.6. Kecepatan angin terbesar (knot)
bulan September – Desember tahun 1996**

| Tgl | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar | Arah Angin | Kec. Terbesar |
| 1 | TG | 14 | TG | 10 | TG | 8 | TG | 6 |
| 2 | TG | 15 | TG | 10 | TG | 10 | TG | 6 |
| 3 | TG | 15 | TG | 7 | T | 8 | TG | 6 |
| 4 | TG | 15 | TG | 10 | TG | 10 | TG | 8 |
| 5 | TG | 17 | TG | 10 | TG | 10 | TG | 7 |
| 6 | T | 16 | TG | 10 | S | 9 | TG | 4 |
| 7 | S | 15 | TG | 12 | S | 7 | TG | 4 |
| 8 | TG | 13 | TG | 12 | TG | 7 | S | 7 |
| 9 | TG | 12 | TG | 8 | T | 5 | S | 7 |
| 10 | TG | 10 | TG | 10 | TG | 7 | S | 15 |
| 11 | TG | 13 | TG | 9 | TG | 8 | B | 12 |
| 12 | TG | 15 | TG | 8 | TG | 8 | S | 10 |
| 13 | TG | 12 | TG | 7 | TG | 6 | B | 12 |
| 14 | TG | 13 | TG | 10 | S | 10 | S | 6 |
| 15 | TG | 15 | TG | 11 | TG | 8 | B | 12 |
| 16 | TG | 14 | TG | 13 | TG | 10 | BD | 15 |
| 17 | TG | 12 | TG | 12 | TG | 5 | BD | 12 |
| 18 | TG | 13 | TG | 4 | TG | 8 | S | 17 |
| 19 | TG | 15 | TG | 8 | TG | 10 | BD | 13 |
| 20 | TG | 13 | - | CALM | TG | 5 | TG | 14 |
| 21 | TG | 12 | TG | 6 | S | 5 | S | 6 |
| 22 | S | 12 | TG | 6 | B | 4 | B | 10 |
| 23 | TG | 13 | TG | 7 | TG | 8 | B | 15 |
| 24 | TG | 12 | TG | 13 | TG | 8 | B | 18 |
| 25 | TG | 10 | TG | 9 | TG | 7 | B | 15 |
| 26 | TG | 7 | T | 12 | TG | 10 | BD | 15 |
| 27 | TG | 10 | TG | 6 | TG | 12 | BL | 20 |
| 28 | TG | 10 | S | 7 | TG | 9 | B | 13 |
| 29 | TG | 8 | S | 6 | TG | 12 | B | 16 |
| 30 | TG | 10 | TG | 7 | TG | 6 | B | 18 |
| 31 | | | TG | 4 | | | B | 12 |

(Sumber : BMG Cilacap tahun 1996)

Keterangan :

| | | | |
|----|--------------|----|--------------|
| U | : Utara | S | : Selatan |
| TL | : Timur laut | BD | : Barat daya |
| T | : Timur | B | : Barat |
| TG | : Tenggara | BL | : Barat laut |

Data tersebut merupakan data pada tahun 1996, untuk data pada tahun 1997 sampai dengan tahun 2005 dapat dilihat pada lampiran. Dari data kecepatan angin di atas dapat dicari kumulatif berdasarkan jumlah kecepatan dan arah angin dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2005 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.7. Penggolongan data kecepatan arah angin

| Kecepatan (knot) | Arah Angin | | | | | | | | Jumlah Kejadian |
|---------------------|------------|----|-----|------|-----|-----|-----|----|--------------------|
| | U | TL | T | TG | S | BD | B | BL | |
| 0 - 4 | 2 | 1 | 5 | 19 | 5 | 7 | 11 | 4 | 54 |
| 5 - 9 | 15 | 11 | 210 | 585 | 177 | 149 | 195 | 40 | 1382 |
| 10 - 14 | 13 | 11 | 350 | 770 | 135 | 138 | 123 | 18 | 1558 |
| 15 - 19 | 8 | 13 | 114 | 297 | 27 | 60 | 63 | 12 | 594 |
| ≥20 | 1 | 2 | 14 | 15 | 3 | 13 | 12 | 2 | 62 |
| Jumlah | 39 | 38 | 693 | 1686 | 347 | 367 | 404 | 76 | 3650 |

Dari tabel jumlah di atas dapat dicari prosentase arah angin masing-masing data dengan cara sebagai berikut :

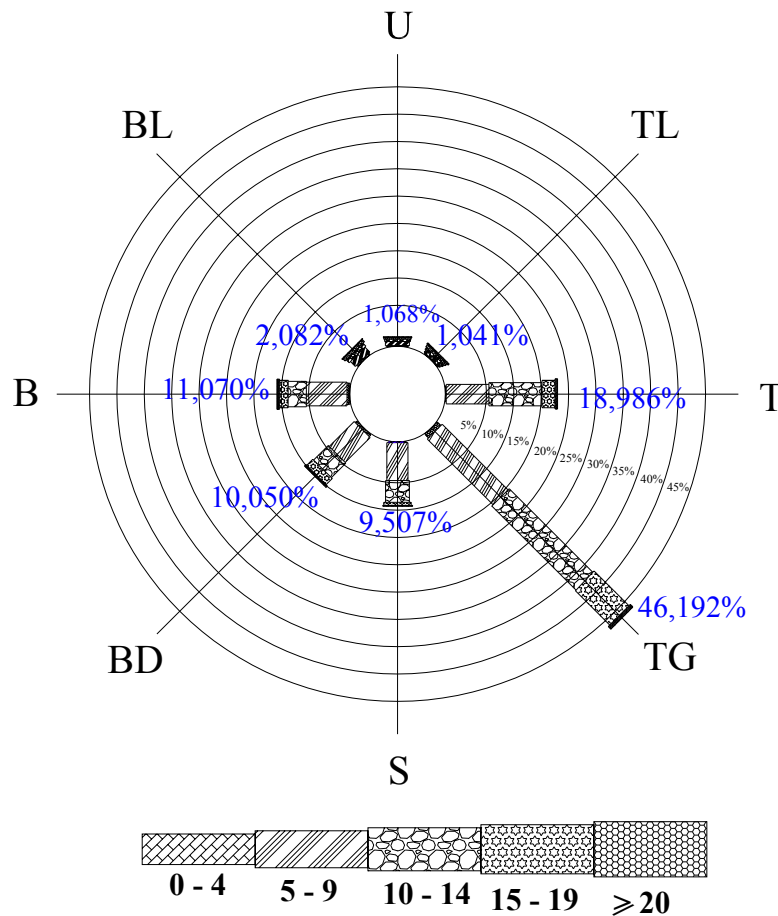
- Dilihat pada data angin dengan range kecepatan 10 - 15 knot dengan arah angin tenggara yang mempunyai 770 buah data, sehingga jika dihitung prosentase menjadi : $\frac{770}{3650} \times 100\% = 21,096\%$

Perhitungan tersebut merupakan salah satu contoh perhitungan dari arah tenggara, dari penggolongan data kecepatan arah angin dapat disajikan dalam bentuk tabel prosentase data kecepatan dan arah angin sebagai berikut :

Tabel 5.8. Prosentase data kecepatan dan arah angin

| Kecepatan (knot) | Arah Angin | | | | | | | | Jumlah (%) |
|---------------------|------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|---------------|
| | U | TL | T | TG | S | BD | B | BL | |
| 0 - 4 | 0.055 | 0.027 | 0.137 | 0.521 | 0.137 | 0.192 | 0.301 | 0.110 | 1.479 |
| 5 - 9 | 0.411 | 0.301 | 5.753 | 16.027 | 4.849 | 4.082 | 5.342 | 1.096 | 37.863 |
| 10 - 14 | 0.356 | 0.301 | 9.589 | 21.096 | 3.699 | 3.781 | 3.370 | 0.493 | 42.685 |
| 15 - 19 | 0.219 | 0.356 | 3.123 | 8.137 | 0.740 | 1.644 | 1.726 | 0.329 | 16.274 |
| ≥20 | 0.027 | 0.055 | 0.384 | 0.411 | 0.082 | 0.356 | 0.329 | 0.055 | 1.699 |
| Jumlah (%) | 1.068 | 1.041 | 18.986 | 46.192 | 9.507 | 10.050 | 11.070 | 2.082 | 100 |

Dari tabel di atas dapat dibuat gambar *wind rose* untuk menggambarkan prosentase data arah angin dominan, seperti gambar berikut ini :



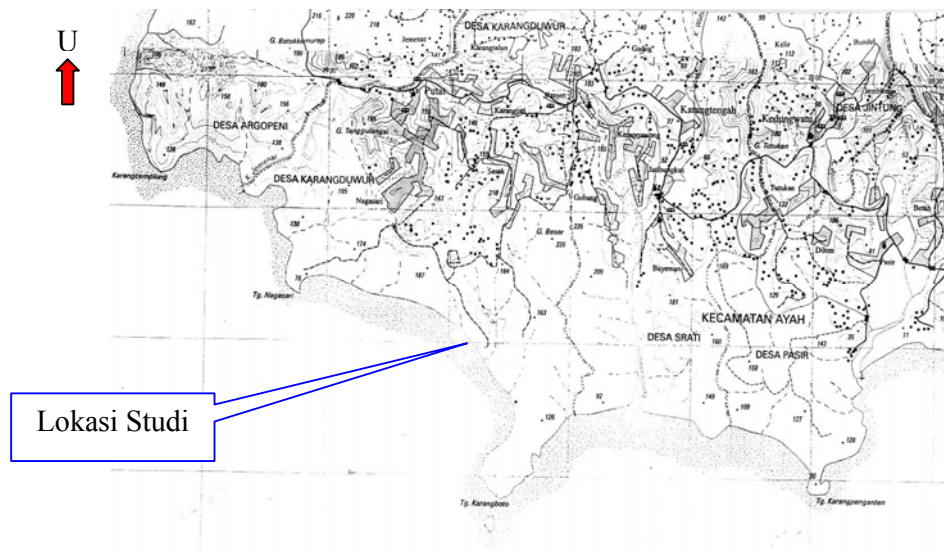
Gambar 5.3. *Wind rose* daerah Pantai Menganti menurut data Badan Meteorologi dan Geofisika Cilacap Periode Tahun 1996-2005

Dari analisa angin dengan *wind rose* di atas dapat disimpulkan bahwa angin dominan terjadi pada arah tenggara dengan prosentase 46,192 %. Untuk perencanaan ini arah angin yang berpengaruh dalam pembangkitan gelombang adalah arah selatan, barat daya dan barat. Hal ini dapat dilihat dari orientasi Pantai Menganti yang membujur dari arah tenggara ke barat laut (gambar 5.4). Dari ketiga arah angin tersebut angin dari arah barat merupakan angin dominan dengan prosentase 11,070 %. sehingga arah angin ini yang digunakan dalam perencanaan.

5.3.2. Data Gelombang

Gelombang merupakan faktor utama di dalam penentuan tata letak (*layout*) pelabuhan, alur pelayaran dan perencanaan bangunan pantai. Oleh karena itu pengetahuan tentang gelombang harus dipahami dengan baik. Sebelum menentukan tinggi dan periode gelombang perlu menetapkan terlebih dahulu orientasi pantai yang akan ditinjau sehingga dapat diketahui arah angin yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang di daerah tersebut.

Orientasi Pantai Menganti Kebumen membujur dari arah tenggara menuju arah barat laut. Dari orientasi pantai ini dapat diketahui arah angin yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang di daerah tersebut yaitu arah selatan, barat daya dan barat. Orientasi Pantai Menganti dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Peta lokasi Pantai Menganti

Setelah mengetahui arah angin yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang maka dapat dicari tinggi dan periode gelombang berdasarkan panjang *fetch*-nya.

5.3.2.1. Perhitungan Gelombang Berdasarkan Panjang *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 gelombang angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin.

Besarnya *fetch* dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

Keterangan :

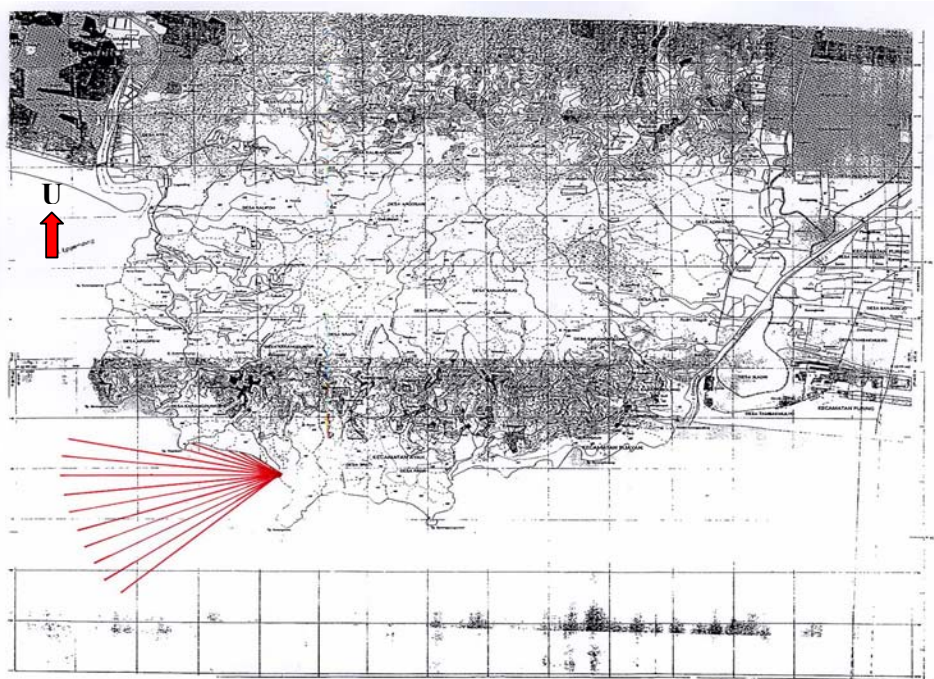
F_{eff} : *fetch* rerata efektif

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

α : deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Pada perhitungan disini menggunakan peta dengan skala 1 : 25.000

Sesuai dengan arah angin dan gelombang yang berpengaruh, maka untuk perhitungan *fetch* menggunakan arah selatan, barat daya dan barat. Penggambaran panjang *fetch* untuk arah selatan, barat daya dan barat dapat dilihat di lampiran.



Gambar 5.5. Fetch gelombang arah dominan (arah barat)

Berikut ini adalah contoh perhitungan panjang *fetch* untuk setiap arah:

- **Fetch arah selatan**

Tabel 5.9. Perhitungan *fetch* arah selatan

| No | α (...°) | Cos α | Jarak Sebenarnya Xi (km) | Xi cos α |
|------------|-----------------|---------------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | 6 | 0.994 | 0.625 | 0.621 |
| 2 | 12 | 0.978 | 0.600 | 0.587 |
| 3 | 18 | 0.951 | 0.550 | 0.523 |
| 4 | 24 | 0.913 | 0.513 | 0.468 |
| 5 | 30 | 0.866 | 0.463 | 0.401 |
| 0 | 0 | 1 | 0.675 | 0.675 |
| A | 6 | 0.994 | 200 | 198.800 |
| B | 12 | 0.978 | 200 | 195.600 |
| C | 18 | 0.951 | 200 | 190.200 |
| D | 24 | 0.913 | 200 | 182.600 |
| E | 30 | 0.866 | 200 | 173.200 |
| F | 36 | 0.809 | 200 | 161.800 |
| G | 42 | 0.743 | 200 | 148.600 |
| Jml | | 11.956 | | 1254.075 |

Untuk deviasi (α) pada salah satu sisi dari arah selatan hanya dibatasi hingga sudut 30° karena pada sudut 36° sampai dengan sudut 42° sudah merupakan daratan sehingga tidak berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang.

Sehingga :

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{1254,075}{11,956} = 104,891 \text{ km}$$

- **Fetch arah barat daya**

Tabel 5.10. Perhitungan *fetch* arah barat daya

| No | α (...°) | Cos α | Jarak Sebenarnya Xi (km) | Xi cos α |
|----|-----------------|--------------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | 6 | 0.994 | 200 | 198.800 |
| 2 | 12 | 0.978 | 200 | 195.600 |
| 3 | 18 | 0.951 | 200 | 190.200 |
| 4 | 24 | 0.913 | 200 | 182.600 |
| 5 | 30 | 0.866 | 200 | 173.200 |
| 6 | 36 | 0.809 | 200 | 161.800 |
| 7 | 42 | 0.743 | 200 | 148.600 |
| 0 | 0 | 1 | 200 | 200.000 |

Lanjutan Tabel 5.10. Perhitungan *fetch* arah barat daya

| No | α (...°) | Cos α | Jarak Sebenarnya Xi (km) | Xi cos α |
|------------|-----------------|---------------|--------------------------------|------------------|
| A | 6 | 0.994 | 200 | 198.8 |
| B | 12 | 0.978 | 200 | 195.6 |
| C | 18 | 0.951 | 200 | 190.2 |
| D | 24 | 0.913 | 200 | 182.6 |
| E | 30 | 0.866 | 1.25 | 1.0825 |
| F | 36 | 0.809 | 1.3 | 1.0517 |
| G | 42 | 0.743 | 200 | 148.6 |
| Jml | | 13.508 | | 2368.7342 |

Sehingga :

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{2368,734}{13,508} = 175,358 \text{ km}$$

▪ *Fetch* arah barat

Tabel 5.11. Perhitungan *fetch* arah barat

| No | α (...°) | Cos α | Jarak Sebenarnya Xi (km) | Xi cos α |
|------------|-----------------|---------------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | 6 | 0.994 | 200 | 198.800 |
| 2 | 12 | 0.978 | 1.300 | 1.271 |
| 3 | 18 | 0.951 | 200 | 190.200 |
| 4 | 24 | 0.913 | 200 | 182.600 |
| 5 | 30 | 0.866 | 200 | 173.200 |
| 6 | 36 | 0.809 | 200 | 161.800 |
| 7 | 42 | 0.743 | 200 | 148.600 |
| 0 | 0 | 1 | 200 | 200.000 |
| A | 6 | 0.994 | 200 | 198.800 |
| B | 12 | 0.978 | 200 | 195.600 |
| C | 18 | 0.951 | 1.450 | 1.379 |
| D | 24 | 0.913 | 1.375 | 1.255 |
| E | 30 | 0.866 | 0.875 | 0.758 |
| F | 36 | 0.809 | 0.675 | 0.546 |
| G | 42 | 0.743 | 0.525 | 0.390 |
| Jml | | 13.508 | | 1655.200 |

Sehingga :

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{1655,20}{13,508} = 122,535 \text{ km}$$

Adapun langkah-langkah dalam perhitungan gelombang adalah sebagai berikut :

1. Mencari kecepatan dan arah angin yang berpengaruh dari arah angin harian tahun 1996 sampai dengan tahun 2005 yang dapat menimbulkan gelombang

Contoh : Tahun 1996 pada arah barat kecepatan angin maksimal 7 knot (kolom 1 dan 2 baris 1, tabel 5.12)

2. Konversi kecepatan angin menjadi m/dt (1 knot = 0,514 m/dt)

Contoh : 7 knot = 3,598 m/dt

$$\begin{aligned} U_L &= R_T \times U(10) \\ &= 0,86 \times 3,598 \text{ m/dt} \\ &= 3,09 \text{ m/dt (kolom 3, tabel 5.12)} \end{aligned}$$

3. Menghitung kecepatan angin di laut

Contoh : R_L (dari grafik) = 1,58 (kolom 4 tabel 5.12)

$$\begin{aligned} U_W &= U_L \times R_L \\ &= 3,09 \times 1,58 \\ &= 4,87 \text{ m/dt (kolom 5 tabel 5.12)} \end{aligned}$$

4. Menghitung nilai U_A dengan rumus :

$$\begin{aligned} U_A &= 0,71 U_W^{1,23} \\ &= 0,71 \times 4,87^{1,23} \\ &= 4,98 \text{ m/dt (kolom 6 tabel 5.12)} \end{aligned}$$

5. Dari nilai U_A dan *Fetch* yang didapat, tinggi dan periode gelombang dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi gelombang (H)} &= 1,616 \times 10^{-2} \times (U_A \times \text{Fetch})^{0,5} \\ &= 1,616 \times 10^{-2} \times (4,98 \times 122,535)^{0,5} \\ &= 0,89 \text{ m (kolom 8 tabel 5.12)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Periode gelombang (T)} &= 6,238 \times 10^{-1} \times ((U_A \times \text{Fetch})^{1/3}) \\ &= 6,238 \times 10^{-1} \times ((4,98 \times 122,535)^{1/3}) \\ &= 5,29 \text{ dt (kolom 9 tabel 5.12)} \end{aligned}$$

Perhitungan selengkapnya ditampilkan dalam tabel 5.12 berikut :

Tabel 5.12. Perhitungan tinggi dan periode gelombang tahun 1996

| TAHUN 1996 | | | | | | | | | |
|------------|------------------|-------------|------|-------------|-------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ARAH | KEC. MAX Knot | UL (m/s) | RL | UW (m/s) | UA (m/s) | Fetch (km) | Hmo (m) | TM (detik) | t (jam) |
| BA | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 122.535 | 0.89 | 5.29 | 12.90 |
| BA | 9 | 3.98 | 1.47 | 5.84 | 6.22 | 122.535 | 1.11 | 5.70 | 11.98 |
| BA | 8 | 3.54 | 1.52 | 5.36 | 5.60 | 122.535 | 1.00 | 5.50 | 12.40 |
| BA | 5 | 2.21 | 1.73 | 3.83 | 3.70 | 122.535 | 0.66 | 4.79 | 14.24 |
| BA | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 122.535 | 0.89 | 5.29 | 12.90 |
| BA | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 122.535 | 1.22 | 5.88 | 11.62 |
| BA | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 122.535 | 0.89 | 5.29 | 12.90 |
| BA | 5 | 2.21 | 1.73 | 3.83 | 3.70 | 122.535 | 0.66 | 4.79 | 14.24 |
| S | 5 | 2.21 | 1.73 | 3.83 | 3.70 | 104.891 | 0.61 | 4.55 | 12.84 |
| S | 8 | 3.54 | 1.52 | 5.36 | 5.60 | 104.891 | 0.93 | 5.23 | 11.18 |
| S | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 104.891 | 1.13 | 5.58 | 10.47 |
| BA | 14 | 6.19 | 1.29 | 8.01 | 9.17 | 122.535 | 1.64 | 6.49 | 10.52 |
| BA | 5 | 2.21 | 1.73 | 3.83 | 3.70 | 122.535 | 0.66 | 4.79 | 14.24 |
| BD | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 175.358 | 0.93 | 5.70 | 17.14 |
| BD | 5 | 2.21 | 1.73 | 3.83 | 3.70 | 175.358 | 0.79 | 5.40 | 18.08 |
| BA | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 122.535 | 1.22 | 5.88 | 11.62 |
| BA | 14 | 6.19 | 1.29 | 8.01 | 9.17 | 122.535 | 1.64 | 6.49 | 10.52 |
| BA | 15 | 6.63 | 1.27 | 8.41 | 9.75 | 122.535 | 1.74 | 6.62 | 10.31 |
| BD | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 175.358 | 0.93 | 5.70 | 17.14 |
| BA | 8 | 3.54 | 1.52 | 5.36 | 5.60 | 122.535 | 1.00 | 5.50 | 12.40 |
| BA | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 122.535 | 1.22 | 5.88 | 11.62 |
| BA | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 122.535 | 0.89 | 5.29 | 12.90 |
| S | 11 | 4.86 | 1.39 | 6.74 | 7.42 | 104.891 | 1.23 | 5.74 | 10.18 |
| BD | 8 | 3.54 | 1.52 | 5.36 | 5.60 | 175.358 | 1.20 | 6.20 | 15.75 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |
| BD | 5 | 2.21 | 1.73 | 3.83 | 3.70 | 175.358 | 0.79 | 5.40 | 18.08 |
| BA | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 122.535 | 0.78 | 5.06 | 13.50 |
| BA | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 122.535 | 0.78 | 5.06 | 13.50 |
| BA | 9 | 3.98 | 1.47 | 5.84 | 6.22 | 122.535 | 1.11 | 5.70 | 11.98 |
| BA | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 122.535 | 0.78 | 5.06 | 13.50 |
| BA | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 122.535 | 0.89 | 5.29 | 12.90 |
| BA | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 122.535 | 1.22 | 5.88 | 11.62 |
| BA | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 122.535 | 0.89 | 5.29 | 12.90 |
| BA | 4 | 1.77 | 1.85 | 3.26 | 3.04 | 122.535 | 0.54 | 4.49 | 15.20 |
| BA | 13 | 5.75 | 1.32 | 7.59 | 8.59 | 122.535 | 1.54 | 6.35 | 10.76 |
| BA | 11 | 4.86 | 1.39 | 6.74 | 7.42 | 122.535 | 1.33 | 6.04 | 11.30 |
| BA | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 122.535 | 1.22 | 5.88 | 11.62 |
| BA | 13 | 5.75 | 1.32 | 7.59 | 8.59 | 122.535 | 1.54 | 6.35 | 10.76 |

Lanjutan Tabel 5.12. Perhitungan tinggi dan periode gelombang tahun 1996

| TAHUN 1996 | | | | | | | | | |
|------------|------------------|-------------|------|-------------|-------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ARAH | KEC. MAX Knot | UL (m/s) | RL | UW (m/s) | UA (m/s) | Fetch (km) | Hmo (m) | TM (detik) | t (jam) |
| S | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 104.891 | 1.13 | 5.58 | 10.47 |
| S | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 104.891 | 1.33 | 5.89 | 9.93 |
| S | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 104.891 | 1.13 | 5.58 | 10.47 |
| BA | 9 | 3.98 | 1.47 | 5.84 | 6.22 | 122.535 | 1.11 | 5.70 | 11.98 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |
| BA | 13 | 5.75 | 1.32 | 7.59 | 8.59 | 122.535 | 1.54 | 6.35 | 10.76 |
| BA | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 122.535 | 1.22 | 5.88 | 11.62 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |
| BA | 9 | 3.98 | 1.47 | 5.84 | 6.22 | 122.535 | 1.11 | 5.70 | 11.98 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |
| BA | 8 | 3.54 | 1.52 | 5.36 | 5.60 | 122.535 | 1.00 | 5.50 | 12.40 |
| S | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 104.891 | 1.13 | 5.58 | 10.47 |
| BA | 8 | 3.54 | 1.52 | 5.36 | 5.60 | 122.535 | 1.00 | 5.50 | 12.40 |
| BA | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 122.535 | 1.22 | 5.88 | 11.62 |
| S | 13 | 5.75 | 1.32 | 7.59 | 8.59 | 104.891 | 1.42 | 6.03 | 9.70 |
| BA | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 122.535 | 0.78 | 5.06 | 13.50 |
| BA | 4 | 1.77 | 1.85 | 3.26 | 3.04 | 122.535 | 0.54 | 4.49 | 15.20 |
| S | 9 | 3.98 | 1.47 | 5.84 | 6.22 | 104.891 | 1.03 | 5.41 | 10.80 |
| BD | 5 | 2.21 | 1.73 | 3.83 | 3.70 | 175.358 | 0.79 | 5.40 | 18.08 |
| S | 8 | 3.54 | 1.52 | 5.36 | 5.60 | 104.891 | 0.93 | 5.23 | 11.18 |
| BA | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 122.535 | 0.78 | 5.06 | 13.50 |
| S | 9 | 3.98 | 1.47 | 5.84 | 6.22 | 104.891 | 1.03 | 5.41 | 10.80 |
| BA | 14 | 6.19 | 1.29 | 8.01 | 9.17 | 122.535 | 1.64 | 6.49 | 10.52 |
| BA | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 122.535 | 0.78 | 5.06 | 13.50 |
| S | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 104.891 | 0.82 | 5.02 | 11.63 |
| S | 8 | 3.54 | 1.52 | 5.36 | 5.60 | 104.891 | 0.93 | 5.23 | 11.18 |
| S | 15 | 6.63 | 1.27 | 8.41 | 9.75 | 104.891 | 1.61 | 6.28 | 9.30 |
| BA | 14 | 6.19 | 1.29 | 8.01 | 9.17 | 122.535 | 1.64 | 6.49 | 10.52 |
| S | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 104.891 | 1.33 | 5.89 | 9.93 |
| S | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 104.891 | 0.82 | 5.02 | 11.63 |
| S | 15 | 6.63 | 1.27 | 8.41 | 9.75 | 104.891 | 1.61 | 6.28 | 9.30 |
| S | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 104.891 | 1.33 | 5.89 | 9.93 |
| S | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 104.891 | 0.82 | 5.02 | 11.63 |
| S | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 104.891 | 0.72 | 4.80 | 12.17 |
| S | 9 | 3.98 | 1.47 | 5.84 | 6.22 | 104.891 | 1.03 | 5.41 | 10.80 |
| S | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 104.891 | 0.82 | 5.02 | 11.63 |
| S | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 104.891 | 1.13 | 5.58 | 10.47 |
| S | 5 | 2.21 | 1.73 | 3.83 | 3.70 | 104.891 | 0.61 | 4.55 | 12.84 |
| BA | 4 | 1.77 | 1.85 | 3.26 | 3.04 | 122.535 | 0.54 | 4.49 | 15.20 |

Lanjutan Tabel 5.12. Perhitungan tinggi dan periode gelombang tahun 1996

| TAHUN 1996 | | | | | | | | | |
|------------|------------------|-------------|------|-------------|-------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ARAH | KEC. MAX Knot | UL (m/s) | RL | UW (m/s) | UA (m/s) | Fetch (km) | Hmo (m) | TM (detik) | t (jam) |
| S | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 104.891 | 0.82 | 5.02 | 11.63 |
| S | 7 | 3.09 | 1.58 | 4.87 | 4.98 | 104.891 | 0.82 | 5.02 | 11.63 |
| S | 15 | 6.63 | 1.27 | 8.41 | 9.75 | 104.891 | 1.61 | 6.28 | 9.30 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |
| S | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 104.891 | 1.13 | 5.58 | 10.47 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |
| S | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 104.891 | 0.72 | 4.80 | 12.17 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |
| BD | 15 | 6.63 | 1.27 | 8.41 | 9.75 | 175.358 | 2.09 | 7.46 | 13.10 |
| BD | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 175.358 | 1.71 | 6.99 | 13.98 |
| S | 17 | 7.51 | 1.22 | 9.20 | 10.89 | 104.891 | 1.80 | 6.52 | 8.96 |
| BD | 13 | 5.75 | 1.32 | 7.59 | 8.59 | 175.358 | 1.84 | 7.15 | 13.66 |
| S | 6 | 2.65 | 1.65 | 4.36 | 4.35 | 104.891 | 0.72 | 4.80 | 12.17 |
| BA | 10 | 4.42 | 1.42 | 6.29 | 6.82 | 122.535 | 1.22 | 5.88 | 11.62 |
| BA | 15 | 6.63 | 1.27 | 8.41 | 9.75 | 122.535 | 1.74 | 6.62 | 10.31 |
| BA | 18 | 7.96 | 1.20 | 9.59 | 11.45 | 122.535 | 2.05 | 6.98 | 9.78 |
| BA | 15 | 6.63 | 1.27 | 8.41 | 9.75 | 122.535 | 1.74 | 6.62 | 10.31 |
| BD | 15 | 6.63 | 1.27 | 8.41 | 9.75 | 175.358 | 2.09 | 7.46 | 13.10 |
| BA | 13 | 5.75 | 1.32 | 7.59 | 8.59 | 122.535 | 1.54 | 6.35 | 10.76 |
| BA | 16 | 7.07 | 1.25 | 8.81 | 10.32 | 122.535 | 1.85 | 6.75 | 10.12 |
| BA | 18 | 7.96 | 1.20 | 9.59 | 11.45 | 122.535 | 2.05 | 6.98 | 9.78 |
| BA | 12 | 5.30 | 1.35 | 7.17 | 8.01 | 122.535 | 1.43 | 6.20 | 11.01 |

Perhitungan di atas merupakan perhitungan tinggi dan periode gelombang pada tahun 1996, untuk tahun 1997 sampai dengan tahun 2005 dapat dilihat pada lampiran.

5.3.2.2 Menentukan Tinggi Gelombang (H dan T) berdasarkan Data

Setelah perhitungan tinggi dan periode gelombang berdasarkan panjang *fetch*, diperoleh data gelombang untuk 10 tahun seperti yang ditunjukkan dalam tabel 5.12 di atas. Data yang diperoleh sangat banyak jumlahnya, oleh karena itu data-data tersebut harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel (ringkasan) atau diagram yang disebut dengan mawar gelombang (*wave rose*).

Adapun langkah-langkah untuk mencari tinggi dan arah gelombang dominan adalah sebagai berikut :

1. Penggolongan berdasarkan tinggi gelombang dan arah gelombang tiap tahun (tabel 5.13). Dari data tinggi dan arah gelombang tersebut dapat dicari kumulatifnya seperti dilihat dalam tabel 5.14
2. Dari tabel 5.14 dapat dicari prosentase masing-masing arah dan tinggi gelombang seperti dilihat dalam tabel 5.15
3. Dari tabel 5.15 dapat dibuat gambar *wave rose* (mawar gelombang) untuk masing-masing arah dan tinggi gelombang sesuai dengan prosentase yang telah dicari, dapat dilihat pada gambar 5.6.
4. Untuk perencanaan, diambil arah gelombang yang dominan dengan prosentase terbesar.

Data tinggi (m) dan arah gelombang dominan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 5.13. Data tinggi dan arah gelombang
bulan Januari – April tahun 1996**

| TGL | JANUARI | | FEBRUARI | | MARET | | APRIL | |
|-----|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) |
| 1 | BA | 0.89 | BA | 0.89 | BA | 1.11 | TG | 0.00 |
| 2 | BA | 1.11 | S | 1.23 | BA | 1.43 | TG | 0.00 |
| 3 | BL | 0.00 | BD | 1.20 | BA | 1.00 | TI | 0.00 |
| 4 | U | 0.00 | BA | 1.43 | S | 1.13 | TI | 0.00 |
| 5 | TG | 0.00 | BA | 1.43 | BA | 1.00 | TG | 0.00 |
| 6 | BA | 1.00 | BD | 0.79 | BA | 1.22 | TG | 0.00 |
| 7 | TG | 0.00 | BA | 0.78 | S | 1.42 | TG | 0.00 |
| 8 | BA | 0.66 | BA | 0.78 | BL | 0.00 | TG | 0.00 |
| 9 | BA | 0.89 | BA | 1.11 | BA | 0.78 | BA | 1.64 |
| 10 | BA | 1.22 | BA | 0.78 | BA | 0.54 | BA | 0.78 |
| 11 | BL | 0.00 | BA | 0.89 | S | 1.03 | TI | 0.00 |
| 12 | BA | 0.89 | BA | 1.22 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 13 | BA | 0.66 | BA | 0.89 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 14 | TG | 0.00 | BA | 0.54 | TG | 0.00 | TI | 0.00 |
| 15 | U | 0.00 | U | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 |
| 16 | S | 0.61 | BA | 1.54 | TG | 0.00 | S | 0.82 |
| 17 | TG | 0.00 | BA | 1.33 | BD | 0.79 | TG | 0.00 |
| 18 | S | 0.93 | BA | 1.22 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 19 | S | 1.13 | BA | 1.54 | S | 0.93 | TG | 0.00 |
| 20 | BA | 1.64 | S | 1.13 | BA | 0.78 | TI | 0.00 |
| 21 | BA | 0.66 | S | 1.33 | S | 1.03 | TG | 0.00 |
| 22 | BL | 0.00 | TI | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 23 | BD | 0.93 | S | 1.13 | TG | 0.00 | TI | 0.00 |
| 24 | BD | 0.79 | BA | 1.11 | TI | 0.00 | S | 0.93 |
| 25 | TG | 0.00 | BA | 1.43 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 26 | BA | 1.22 | BA | 1.54 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 27 | BA | 1.64 | BA | 1.22 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 28 | BA | 1.74 | BA | 1.43 | TG | 0.00 | TI | 0.00 |
| 29 | BD | 0.93 | | | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 30 | BA | 1.00 | | | TI | 0.00 | TI | 0.00 |
| 31 | BA | 1.22 | | | TG | 0.00 | | |

**Lanjutan Tabel 5.13. Data tinggi dan arah gelombang
bulan Mei – Agustus tahun 1996**

| TGL | MEI | | JUNI | | JULI | | AGUSTUS | |
|-----|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) |
| 1 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 |
| 2 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 3 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TI | 0.00 |
| 4 | S | 1.61 | TI | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 5 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TI | 0.00 |
| 6 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 7 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 8 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 |
| 9 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 10 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 11 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TI | 0.00 |
| 12 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 13 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 14 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | S | 0.82 | TG | 0.00 |
| 15 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 16 | BA | 1.64 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 17 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 18 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 19 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 |
| 20 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 21 | TI | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 22 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 |
| 23 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 24 | TI | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 25 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 26 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 27 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 28 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 29 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 30 | TG | 0.00 | S | 1.33 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 31 | TG | 0.00 | | | TG | 0.00 | TG | 0.00 |

**Lanjutan Tabel 5.13. Data tinggi dan arah gelombang
bulan September-Desember tahun 1996**

| TGL | SEPTEMBER | | OKTOBER | | NOVEMBER | | DESEMBER | |
|-----|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) | Arah Angin | Tinggi Gelombang (m) |
| 1 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 2 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 3 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 |
| 4 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 5 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 6 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | S | 1.03 | TG | 0.00 |
| 7 | S | 1.61 | TG | 0.00 | S | 0.82 | TG | 0.00 |
| 8 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | S | 0.82 |
| 9 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | S | 0.82 |
| 10 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | S | 1.61 |
| 11 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BA | 1.43 |
| 12 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | S | 1.13 |
| 13 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BA | 1.43 |
| 14 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | S | 1.13 | S | 0.72 |
| 15 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BA | 1.43 |
| 16 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BD | 2.09 |
| 17 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BD | 1.71 |
| 18 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | S | 1.80 |
| 19 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BD | 1.84 |
| 20 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 |
| 21 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | S | 0.61 | S | 0.72 |
| 22 | S | 1.33 | TG | 0.00 | BA | 0.54 | BA | 1.22 |
| 23 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BA | 1.74 |
| 24 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BA | 2.05 |
| 25 | TG | 0.00 | TI | 0.00 | TG | 0.00 | BA | 1.74 |
| 26 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BD | 2.09 |
| 27 | TG | 0.00 | S | 0.82 | TG | 0.00 | BL | 0.00 |
| 28 | TG | 0.00 | S | 0.72 | TG | 0.00 | BA | 1.54 |
| 29 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BA | 1.85 |
| 30 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | TG | 0.00 | BA | 2.05 |
| 31 | | | | | | | BA | 1.43 |

(Sumber : Hasil Analisis Olahan Data)

Keterangan :

| | | | |
|----|--------------|----|--------------|
| U | : Utara | S | : Selatan |
| TL | : Timur laut | BD | : Barat daya |
| TI | : Timur | BA | : Barat |
| TG | : Tenggara | BL | : Barat laut |

Data tersebut merupakan data pada tahun 1996, untuk data pada tahun 1997 sampai dengan tahun 2005 dapat dilihat pada lampiran. Dari data dan tinggi gelombang di atas dapat dicari kumulatif jumlah arah gelombang berdasarkan penggolongan tinggi gelombang dan dihitung jumlah data untuk masing-masing range, disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 5.14. Jumlah data arah gelombang berdasarkan tinggi gelombang

| Ketinggian (m) | Arah Penjalaran Gelombang | | | | | | | | Jumlah Kejadian |
|----------------|---------------------------|----|---|----|-----|-----|-----|----|-----------------|
| | U | TL | T | TG | S | BD | B | BL | |
| 0,0 - 0,8 | – | – | – | – | 56 | 6 | 90 | – | 152 |
| 0,8 - 1,6 | – | – | – | – | 262 | 216 | 221 | – | 699 |
| 1,6 - 2,4 | – | – | – | – | 30 | 120 | 85 | – | 235 |
| 2,4 - 3,2 | – | – | – | – | – | 21 | 7 | – | 28 |
| Jumlah | – | – | – | – | 348 | 363 | 403 | – | 1114 |

Dari tabel jumlah data di atas dapat kita cari prosentase arah gelombang dominan dengan cara sebagai berikut :

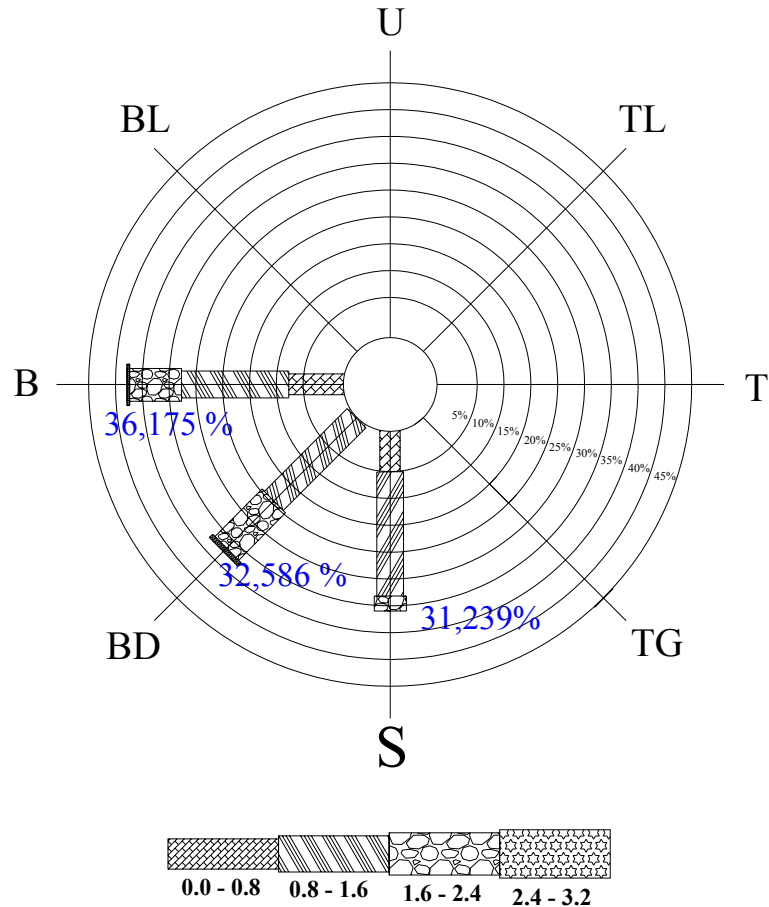
- Pada data gelombang dengan tinggi 0,8 – 1,6 meter dan mempunyai arah angin barat terdapat 221 buah data, sehingga jika dihitung berdasarkan jumlah data prosentasenya sebesar : $\frac{221}{1114} \times 100\% = 19,838 \%$.

Perhitungan tersebut merupakan salah satu contoh perhitungan dari arah barat. Dari penggolongan tinggi gelombang tersebut dapat dibuat tabel prosentase arah dan tinggi gelombang sebagai berikut :

Tabel 5.15. Prosentase data arah gelombang berdasarkan tinggi gelombang

| Ketinggian (m) | Arah Penjalaran Gelombang | | | | | | | | Jumlah (%) |
|-------------------|---------------------------|----|---|----|---------------|---------------|---------------|----|----------------|
| | U | TL | T | TG | S | BD | B | BL | |
| 0,0 - 0,8 | – | – | – | – | 5,027 | 0,539 | 8,079 | – | 13,645 |
| 0,8 - 1,6 | – | – | – | – | 23,519 | 19,390 | 19,838 | – | 62,747 |
| 1,6 - 2,4 | – | – | – | – | 2,693 | 10,772 | 7,630 | – | 21,095 |
| 2,4 - 3,2 | – | – | – | – | – | 1,885 | 0,628 | – | 2,513 |
| Jumlah (%) | – | – | – | – | 31,239 | 32,586 | 36,175 | – | 100,000 |

Dari tabel di atas dapat dibuat gambaran *wave rose* untuk menggambarkan prosentase data arah gelombang dominan, dengan cara yang sama seperti pada penggambaran *wind rose*. *Wave rose* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5.6. *Wave rose* dari potensi gelombang yang menuju ke Pantai Menganti (Olahan berdasarkan data Badan Meteorologi dan Geofisika Cilacap Periode Tahun 1996-2005)

Dari analisa gelombang dengan *wave rose* di atas dapat disimpulkan bahwa angin dominan terjadi pada arah barat dengan prosentase 36,175 %. Untuk perencanaan ini arah gelombang yang di pakai untuk perhitungan adalah arah barat.

5.3.2.3. Menentukan Tinggi Dan Periode Gelombang Signifikan

Untuk perencanaan bangunan pantai biasanya digunakan gelombang signifikan (H_s) yaitu H_{33} atau rerata dari 1/3 nilai tertinggi dari hasil perhitungan

gelombang dari arah dominan yang telah diurutkan, begitu pula dengan periodenya. Dari hasil perhitungan selama 10 tahun (1996-2005) diperoleh data sebanyak 403 buah data, sehingga jumlah data tinggi dan periode gelombang signifikan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$N_s = 1/3 \times 403 = 134 \text{ (diambil 134 data)}$$

Data tinggi dan periode gelombang signifikan yang telah diperoleh tersebut kemudian diurutkan (dapat dilihat pada lampiran) sehingga didapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan sebagai berikut :

$$H_{33} = \frac{\sum H_{mo}}{N} = \frac{240,77}{134} = 1,797 \text{ m}$$

$$T_{33} = \frac{\sum T_{mo}}{N} = \frac{893,01}{134} = 6,664 \text{ dtk}$$

5.3.2.4. Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang berdasarkan Kala Ulang (Metode Fisher-Tippett Type I)

Perhitungan tinggi gelombang berdasarkan kala ulang digunakan untuk menghitung stabilitas batu lapis pelindung pada *jetty*.

Adapun langkah-langkah dalam perhitungan tinggi dan periode gelombang dengan menggunakan kala ulang adalah sebagai berikut :

1. Data tinggi gelombang maksimum tiap tahun disusun dalam urutan dari besar ke kecil (kolom 2 tabel 5.16).
2. Menghitung nilai probabilitas atau nilai $P(H_s \leq H_{sm})$ untuk setiap tinggi gelombang dengan menggunakan rumus :

$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m - 0,44}{N_T + 0,12}$$

Contoh : $P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{1 - 0,44}{10 + 0,12} = 0,945$ (kolom 3 baris 3 tabel 5.16)

3. Mencari nilai y_m dengan menggunakan rumus :

$$y_m = - \ln \{- \ln P(H_s \leq H_{sm})\}$$

Contoh : $y_m = - \ln \{- \ln 0,945\}$
 $= 2,866$ (kolom 4 baris 3 tabel 5.16)

- Mencari nilai $H_{sm} \times y_m$ (kolom 5 tabel 5.16), nilai y_m^2 (kolom 6 tabel 5.16), nilai $(H_{sm} - \bar{H}_{sm})^2$ (kolom 7 tabel 5.16), dimana \bar{H}_{sm} adalah nilai rata-rata dari H_{sm} .
- Menghitung deviasi standar tinggi gelombang signifikan dengan menggunakan rumus :

$$\sigma H_s = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (H_{sm} - \bar{H}_{sm})^2 \right]^{1/2} = 0,448$$

- Menghitung nilai \hat{A} dan B dengan menggunakan rumus :

$$\hat{A} = \frac{n \sum H_{sm} y_m - \sum H_{sm} \sum y_m}{n \sum y_m^2 - (\sum y_m)^2}$$

$$\hat{A} = \frac{[(10 \times 18,547) - (26,050 \times 5,410)]}{[(10 \times 15,564) - (5,410)^2]} = 0,352$$

$$\begin{aligned} B &= \bar{H}_{sm} - \hat{A} \bar{y}_m \\ &= 2,605 - (0,352 \times 0,541) = 2,414 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh persamaan regresi :

$$\hat{H}_{sm} = \hat{A} y_m + B$$

$$\hat{H}_{sm} = 0,352 y_m + 2,414 \text{ (kolom 8 tabel 5.16)}$$

**Tabel 5.16. Perhitungan tinggi gelombang dengan kala ulang
(Metode Fisher-Tippett Type I)**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|---------------------------|-------|---------|
| No. Urut m | Hsm | P | ym | Hsm x ym | ym ² | (Hsm-Hsmrt2) ² | Hsm | Hsm-Ĥsm |
| 1 | 3.156 | 0.945 | 2.866 | 9.045 | 8.214 | 0.328 | 3.423 | -0.267 |
| 2 | 3.040 | 0.846 | 1.787 | 5.433 | 3.194 | 0.209 | 3.043 | -0.003 |
| 3 | 3.040 | 0.747 | 1.232 | 3.746 | 1.518 | 0.209 | 2.848 | 0.192 |
| 4 | 2.923 | 0.648 | 0.836 | 2.443 | 0.699 | 0.116 | 2.708 | 0.215 |
| 5 | 2.688 | 0.549 | 0.513 | 1.378 | 0.263 | 0.011 | 2.594 | 0.094 |
| 6 | 2.541 | 0.451 | 0.227 | 0.576 | 0.051 | 0.002 | 2.494 | 0.047 |
| 7 | 2.208 | 0.352 | -0.044 | -0.097 | 0.002 | 0.141 | 2.399 | -0.191 |
| 8 | 2.180 | 0.253 | -0.318 | -0.693 | 0.101 | 0.162 | 2.302 | -0.122 |
| 9 | 2.090 | 0.154 | -0.626 | -1.308 | 0.392 | 0.243 | 2.194 | -0.104 |
| 10 | 1.963 | 0.055 | -1.063 | -2.086 | 1.129 | 0.384 | 2.040 | -0.077 |
| Jumlah | 26.050 | 5.000 | 5.410 | 18.547 | 15.564 | 1.784 | | |

7. Menghitung tinggi gelombang signifikan dengan beberapa kala ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun) (kolom 1 tabel 5.17)

8. Menghitung $y_r = -\ln\left\{-\ln\left(1 - \frac{1}{L \times T_r}\right)\right\}$, dimana :

T_r = kala ulang (tahun)

L = rerata jumlah kejadian per tahun (N_T / K)

K = panjang data (tahun)

$$\text{Contoh : } y_r = -\ln\left\{-\ln\left(1 - \frac{1}{\left(\frac{10}{10}\right) \times 2}\right)\right\} = 0,367 \text{ (kolom 2 baris 2 tabel 5.17)}$$

9. Menghitung $H_{sr} = \hat{A} y_r + B$ (kolom 3 tabel 5.17).

10. Menghitung $\sigma_{nr} = \frac{1}{\sqrt{N}} \left[1 + \alpha(y_r - c + \varepsilon \ln v)^2\right]^{1/2}$ (kolom 4 tabel 5.17)

$$\alpha = \alpha_2 e^{\alpha_2 N^{-1,3} + k \sqrt{-\ln v}}$$

$$\alpha = 0,64 e^{9 \times 10^{-1,3} + 0,93 \sqrt{-\ln 1}} = 1,005$$

$$v = \frac{N}{N_T} = \frac{10}{10} = 1$$

11. Menghitung $\sigma_r = \sigma_{nr} \times \sigma H_s$ (kolom 5 tabel 5.17)

12. Menghitung $H_s - 1,28\sigma_r$ (kolom 6 tabel 5.17) dan $H_s + 1,28\sigma_r$ (kolom 6 tabel 5.17)

**Tabel 5.17. Tinggi gelombang dengan kala ulang tertentu
(Metode Fisher-Tippett Type I)**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------------|---------------|--------------|---------------|------------|----------------------------|---------------------------|
| Periode ulang (Tahun) | yr (Tahun) | Hsr (m) | σ_{nr} | σ_r | Hsr-1.28 σ_r (m) | Hs+1.28 σ_r (m) |
| 2 | 0.367 | 2.543 | 0.337 | 0.150 | 2.351 | 2.735 |
| 5 | 1.500 | 2.942 | 0.571 | 0.254 | 2.617 | 3.267 |
| 10 | 2.250 | 3.206 | 0.780 | 0.347 | 2.762 | 3.651 |
| 25 | 3.199 | 3.540 | 1.062 | 0.473 | 2.935 | 4.145 |
| 50 | 3.902 | 3.787 | 1.277 | 0.568 | 3.060 | 4.515 |
| 100 | 4.600 | 4.033 | 1.492 | 0.664 | 3.183 | 4.883 |

Dari perhitungan dengan menggunakan kala ulang seperti di atas didapat tinggi gelombang (Hsr) sebesar 3,540 m untuk periode ulang 25 tahun.

a. Perhitungan Gelombang Laut Dalam Ekivalen

Kedalaman yang ditinjau pada kedalaman -2,75 m di bawah LWL. Arah datang gelombang dari arah Barat ($\alpha = 35^0$), $H_0 = 1,797$ m dan $T = 6,664$ detik.

Kedalaman air dilokasi bangunan berdasarkan HWL, MWL dan LWL :

$$\begin{aligned} d_{HWL} &= 2,3 - (-2,75) &= 5,05 \text{ m} \\ d_{LWL} &= 0,00 - (-2,75) &= 2,75 \text{ m} \\ d_{MWL} &= 1,23 - (-2,75) &= 3,98 \text{ m} \end{aligned}$$

1. Perhitungan koefisien refraksi (Kr)

$$\begin{aligned} L_0 &= 1,56 \times T^2 \\ &= 1,56 \times (6,664)^2 = 69,278 \text{ m} \\ C_0 &= L_0 / T \\ &= 69,278 / 6,664 = 10,396 \end{aligned}$$

$$d / L_0 = 2,75 / 69,278 = 0,0397$$

untuk nilai d/L_0 diatas, dengan tabel A-1 fungsi d/L untuk pertambahan nilai d/L_0 didapat (dalam, Triatmodjo, 1996) :

Tabel 5.18. Fungsi d/L untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Tabel A-1. Lanjutan

| $\frac{d}{L_0}$ | $\frac{d}{L}$ | $\frac{2\pi d}{L}$ | $\tanh \frac{2\pi d}{L}$ | $\sinh \frac{2\pi d}{L}$ | $\cosh \frac{2\pi d}{L}$ | $\frac{H}{H_0'}$ | K | $\frac{4\pi d}{L}$ | $\sinh \frac{4\pi d}{L}$ | $\cosh \frac{4\pi d}{L}$ | n |
|-----------------|---------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------|
| 0.0350 | 0.07749 | 0.4869 | 0.4517 | 0.5063 | 1.1209 | 1.092 | 0.8922 | 0.9737 | 1.1351 | 1.513 | 0.9289 |
| 0.0360 | 0.07867 | 0.4943 | 0.4576 | 0.5147 | 1.1247 | 1.086 | 0.8891 | 0.9886 | 1.1577 | 1.530 | 0.9270 |
| 0.0370 | 0.07984 | 0.5017 | 0.4634 | 0.5230 | 1.1285 | 1.080 | 0.8861 | 1.0033 | 1.1803 | 1.547 | 0.9250 |
| 0.0380 | 0.08100 | 0.5090 | 0.4691 | 0.5312 | 1.1323 | 1.075 | 0.8831 | 1.0179 | 1.2030 | 1.564 | 0.9231 |
| 0.0390 | 0.08215 | 0.5162 | 0.4747 | 0.5394 | 1.1362 | 1.069 | 0.8801 | 1.0323 | 1.2257 | 1.582 | 0.9211 |
| 0.0400 | 0.08329 | 0.5233 | 0.4803 | 0.5475 | 1.1401 | 1.064 | 0.8771 | 1.0465 | 1.2485 | 1.600 | 0.9192 |
| 0.0410 | 0.08442 | 0.5304 | 0.4857 | 0.5556 | 1.1440 | 1.059 | 0.8741 | 1.0608 | 1.2713 | 1.617 | 0.9172 |
| 0.0420 | 0.08553 | 0.5374 | 0.4910 | 0.5637 | 1.1479 | 1.055 | 0.8711 | 1.0749 | 1.2941 | 1.635 | 0.9153 |
| 0.0430 | 0.08664 | 0.5444 | 0.4963 | 0.5717 | 1.1519 | 1.050 | 0.8682 | 1.0888 | 1.3170 | 1.654 | 0.9134 |
| 0.0440 | 0.08774 | 0.5513 | 0.5015 | 0.5796 | 1.1558 | 1.046 | 0.8652 | 1.1026 | 1.3400 | 1.672 | 0.9114 |

$$d / L = 0,08215 + \frac{0,0003}{0,001} (0,08329 - 0,08215) = 0,08249$$

$$L = 2,75 / 0,08249 = 33,336 \text{ m}$$

$$C_1 = L / T = 33,336 / 6,664 = 5,002 \text{ m / dt}$$

Arah datang gelombang pada kedalaman 2,75 m dihitung :

$$\begin{aligned} \sin \alpha_1 &= (C_1 / C_0) \sin \alpha_0 \\ &= (5,002 / 10,396) \sin 35^\circ \\ &= 0,276 \\ \alpha_1 &= 16,02^\circ \end{aligned}$$

Koefisien refraksi dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} K_r &= \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \\ &= \sqrt{\frac{\cos 35^\circ}{\cos 16,02^\circ}} \\ &= 0,923 \end{aligned}$$

2. Perhitungan koefisien shoaling (K_s)

Untuk menghitung koefisien pendangkalan dicari nilai n dengan menggunakan tabel A-1 fungsi d/L untuk pertambahan nilai d/L₀ berdasar nilai d/L₀ di atas (0,0397),

$$\text{maka didapat } n_1 = 0,9211 + \frac{0,0003}{0,001} (0,9192 - 0,9211) = 0,9205 \text{ dan } n_0 = 0,5$$

Koefisien pendangkalan dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} K_s &= \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n_1 L_1}} \\ K_s &= \sqrt{\frac{0,5 \times 69,278}{0,9205 \times 33,336}} = 1,062 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_1 &= K_s \cdot K_r \cdot H_0 \\ &= 1,062 \times 0,923 \times 1,797 = 1,761 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan :

$$\begin{aligned} H_1 &= 1,761 \text{ m} \\ H_0 &= 1,797 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah

Berdasarkan peta bathimetri, kemiringan dasar laut diketahui $1 : 30 = 0,03$.
gelombang pada laut dalam $H_1 = 1,761$ m, $H_0 = 1,797$ m, $T = 6,664$ detik, $K_r = 0,923$

$$H'_0 = K_r \cdot H_1 \quad (\text{Triatmodjo, 1996})$$

$$= 0,923 \times 1,761$$

$$= 1,625 \text{ m}$$

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,3(H'_0 / L_0)^{1/3}}$$

$$= \frac{1}{3,3(1,625 / 69,278)^{1/3}}$$

$$= 1,059$$

$$H_b = 1,625 \times 1,059$$

$$= 1,721 \text{ m}$$

$$H'_0 / g T^2 = 1,625 / [9,81 (6,664)^2]$$

$$= 0,00373$$

Menghitung kedalaman gelombang pecah :

$$H_b / g T^2 = 1,721 / [9,81 (6,664)^2]$$

$$= 0,00395$$

Dari peta bathimetri didapat $m = 1 : 30$ atau $m = 0,03$

$$a = 43,75(1 - e^{-19m}) = 19,008$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})} = 1,002$$

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - (aH_b / gT^2)}$$

$$= \frac{1}{1,002 - (19,008 \times 0,00395)}$$

$$= 1,079$$

$$d_b = 1,079 \times 1,721$$

$$= 1,857 \text{ m}$$

dari perhitungan di atas didapat :

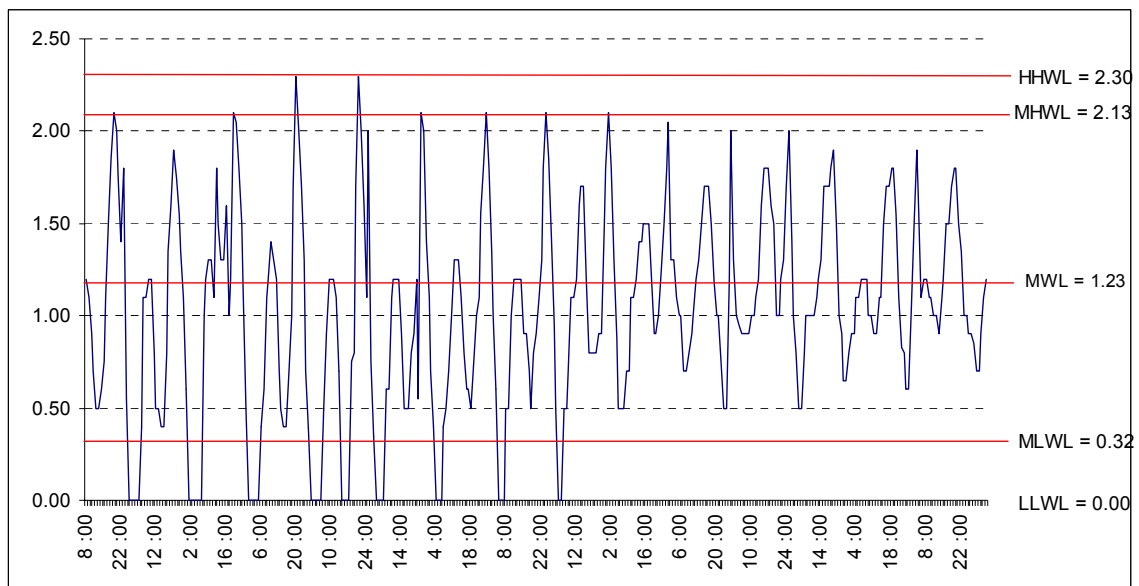
- Tinggi gelombang pecah $H_b = 1,721$ m
- Kedalaman gelombang pecah $d_b = 1,857$ m

Jadi gelombang pecah akan terjadi pada kedalaman 1,857 m. Karena $d_b < d_{LWL} < d_{HWL}$, berarti pada kedalaman -2,75 meter gelombang belum pecah.

5.3.3 Data Pasang Surut

Data pasang surut sangat penting di dalam perencanaan dermaga. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) dapat mempengaruhi perencanaan dermaga terutama pada saat akan menentukan elevasi dermaga. Data yang diperlukan berupa muka air tinggi rerata (MHWL), tinggi muka air rerata (MSL) dan muka air rendah terendah (MLWL). Data pasang surut untuk perencanaan dermaga ini didapat dari pengamatan di lapangan selama 15 hari pada bulan Desember tahun 2006. (Terlampir).

Dari data pasang surut dapat dibuat kurva pasang surut. Berikut disajikan kurva pasang surut untuk bulan Desember 2006 seperti berikut :



Gambar 5.7. Kurva pasang surut Bulan Desember 2006

Adapun data-data tersebut didapat dari grafik pasang surut dan yang menjadi dasar untuk perencanaan dermaga digunakan :

Nilai MHWL = 213 cm

Nilai MWL = 123 cm

Nilai MLWL = 32 cm

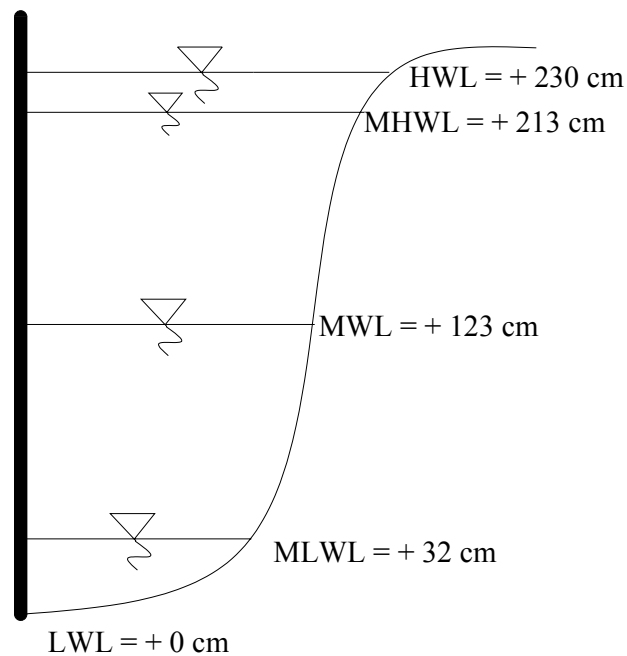
Elevasi pasang surut diasumsikan + 0,00 dari LLWL sehingga didapatkan nilai elevasi sebagai berikut :

HWL = 230 cm = + 2,30 m

MWL = 123 cm = + 1,23 m

LWL = + 0,00 m

Hasil Perhitungan tersebut digunakan sebagai pedoman dalam penentuan elevasi bangunan. Elevasi-elevasinya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5.8. Elevasi pasang surut

5.3.4. Elevasi Muka Air Rencana

Elevasi muka air rencana/ *Design Water Level* (DWL) merupakan parameter yang sangat penting untuk merencanakan elevasi bangunan-bangunan pelabuhan. Elevasi tersebut merupakan penjumlahan dari beberapa parameter, yaitu pasang surut,

tsunami, *wave set up*, *wind set up* dan kenaikan muka air karena pemanasan global. Namun dalam perencanaan ini hanya beberapa parameter saja yang menentukan di antaranya : pasang surut, *wave set up*, dan kenaikan muka air karena perubahan suhu global. Gambar 5.8. menunjukkan penentuan elevasi pasang surut.

5.3.4.1. Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Dari perhitungan pasang surut sebelumnya maka diambil muka air laut terendah (LWL), sebagai referensi untuk elevasi daratan. *Low Water Level* (LWL) dianggap sebagai titik ± 0.000 .

5.3.4.2. Wave Set Up

Gelombang yang datang dari laut menuju pantai menyebabkan fluktuasi muka air di daerah pantai terhadap muka air diam. Turunnya muka air tersebut dikenal dengan *wave set down* sedangkan naiknya muka air disebut *wave set up*. Perhitungan *wave set up* adalah sebagai berikut :

◆ Data teknis

- Tinggi gelombang (H_0) = 1,797 m
- Periode gelombang (T) = 6,664 detik
- Kemiringan dasar laut (m) = 0,03

◆ Perhitungan *wave set up*

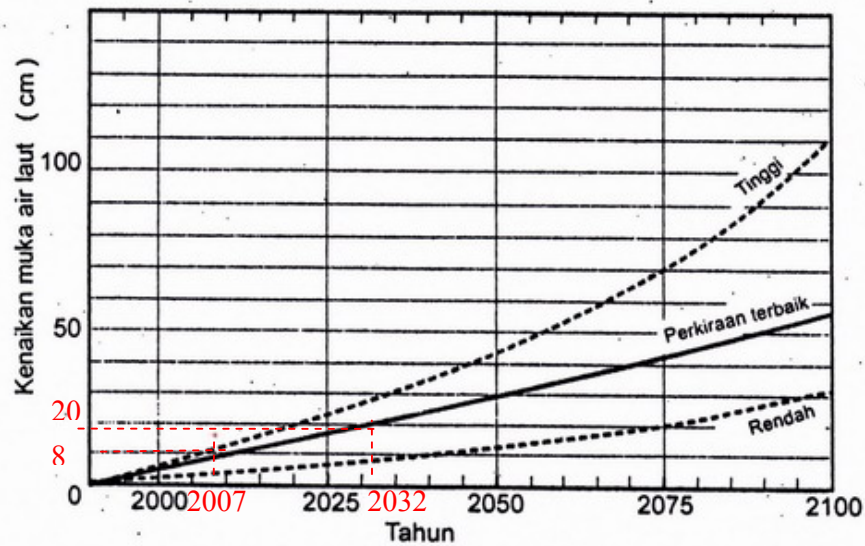
Tinggi dan kedalaman gelombang pecah dari perhitungan sebelumnya didapatkan $H_b = 1,721$ m dan $d_b = 1,857$ m

Wave set up dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S_w &= 0,19 \{ 1-2,82 \sqrt{[H_b / (gT^2)]} \} H_b \\
 &= 0,19 \{ 1-2,82 \sqrt{[1,721 / (9,81 \times 6,664^2)]} \} 1,721 \\
 &= 0,269 \text{ m} = 26,90 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

5.3.4.3. Kenaikan Muka Air Laut Karena Pemanasan Global

Peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu bumi sehingga mengakibatkan kenaikan muka air laut. Di dalam perencanaan bangunan pantai, kenaikan muka air karena pemanasan global ini harus diperhitungkan. Gambar 5.9 memberikan perkiraan besarnya kenaikan muka air laut dari tahun 1990 sampai 2100, yang disertai perkiraan batas atas dan bawah (dalam, Triatmodjo, 1999).



Gambar 5.9. Perkiraan kenaikan muka air laut karena pemanasan global

Berdasarkan gambar 5.9 kenaikan muka air laut karena pemanasan global (*sea level rise*, SLR) adalah 12 .

Dari perhitungan parameter-parameter penentu DWL maka untuk perencanaan jetty digunakan :

$$\begin{aligned} \text{DWL} &= \text{HWL} + \text{wave set up} + \text{SLR} \\ &= 230 + 26,9 + 12 \\ &= 268,9 \text{ cm} \\ &= 2,69 \text{ m} \end{aligned}$$