

# PERAMALAN GELOMBANG UNTUK MENENTUKAN KONFIGURASI GROIN

Venni Devita<sup>1)</sup>, Bambang Sujatmoko<sup>2)</sup>, Manyuk Fauzi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : venni.devita@student.unri.ac.id

## ABSTRACT

*Bengkalis coast has been attacked by abrasion and to restored or to reduce the attacked adding beach buildings. The purpose of this research is to provide general information of around the coast. The method used in this research is wave forecasting uses the SPM'84 method and this research uses wind data as a wave generator. Wind data is used to get the average wind speed The results showed in this research are that the dominant wind direction for 5 years is northeast with an average speed of 7.0 meters / second with a fetch of 61.167 km. Wave height of 1.33 m and a period of 5.4 seconds. High breaking waves is 1.120 m at depth 1.682 m.*

*Keywords: Bantan Coast, Wave Forecasting, Groyn*

## PENDAHULUAN

Beberapa daerah di kabupaten Bengkalis mengalami abrasi. Alison (2015) melakukan penelitian terhadap pantai Bantan yang mengalami abrasi cukup parah di beberapa titik garis pantai di pulau Bengkalis. Penelitian ini menggambarkan kondisi garis pantai yang mengalami perubahan akibat abrasi. Abrasi terjadi di akibatkan arus laut yang kencang karena berbatasan langsung dengan Selat Malaka. Abrasi merupakan pengikisan pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus laut yang bersifat merusak.

Apabila hal ini terus menerus terjadi akan mengancam kawasan pemukiman sehingga untuk mengamankan bagian daratan hendaknya dibangun bangunan pantai sebagai pelindung kawasan pemukiman tersebut. Dengan adanya bangunan pantai dapat mengurangi abrasi, karena energi gelombang dan arus yang kuat dapat diredam sehingga akan mengurangi gerusan dasar pantai.

Pada penelitian ini digunakan groin sebagai bangunan pelindung pantai tersebut karena posisi groin yang tegak lurus akan menahan laju sedimen. Groin di rangkai secara seri agar penggunaannya lebih efektif. Pada umumnya panjang

groin adalah 40 sampai 60 persen dari lebar rerata *surfzone* dan jarak antar groin adalah antara satu dan tiga kali panjang groin (Horikawa, 1978). Karena transpor sedimen terjadi di sepanjang *surf zone*.

Penelitian mengenai peramalan gelombang untuk menentukan konfigurasi groin di daerah pantai penting untuk dilakukan untuk mengetahui kondisi umum mengenai tinggi dan periode gelombang di pantai tersebut. Hasil dari penelitian dapat di jadikan pertimbangan dalam menentukan dalam perencanaan pembangunan pelabuhan dan bangunan pantai.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Peramalan Gelombang

Gelombang di laut sebagian besar dibangkitkan oleh angin (*wind wave*). Sehingga gelombang di laut (*wind wave*) dapat diperkirakan atau diramal dari data angin yang ada. Dalam peramalan gelombang tersebut diperlukan beberapa parameter yakni panjang fetch (F), kecepatan angin (U), durasi angin (t) dan arah angin bertiup.

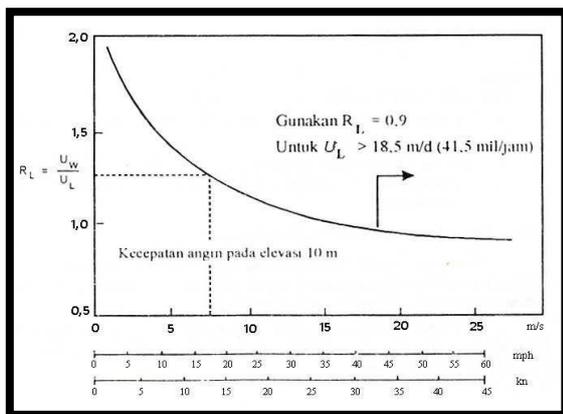
#### 1. Data Angin

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data angin di permukaan laut sehingga perlu

dikonversi dan digunakan pada peramalan gelombang laut dalam.

## 2. Konversi Kecepatan Angin

Umumnya data pengukuran data angin yang mudah didapatkan adalah pengukuran kecepatan angin yang dilakukan di darat. Namun, gelombang dibangkitkan oleh angin yang berada di atas laut dan perlu transformasi menggunakan Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Kecepatan Angin di Laut dan di Darat  
Sumber: (Triadmodjo, 1999)

Kecepatan angin di atas laut selanjutnya akan dikonversikan menjadi faktor tegangan angin.

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \quad (1)$$

Faktor tegangan angin menjadi salah satu variabel pada peramalan gelombang. Faktor tegangan angin ini ditunjukkan oleh Persamaan (1).

## 3. Fetch

*Fetch* merupakan daerah pembangkit gelombang laut yang dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut.

$$F_{eff} = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i \times \cos \alpha_i)}{\sum_{i=1}^N (\cos \alpha_i)} \quad (2)$$

Panjang *fetch* ini dihitung untuk mendapatkan panjang *fetch* efektif dengan menggunakan Persamaan (2). Berdasarkan (US Army, 1984) persamaan peramalan gelombang metode empiris

dapat menggunakan Persamaan (3) untuk mendapatkan durasi angin, (t) dalam jam.

$$\frac{g \cdot t}{U_A} = 6,88 \times 10^1 \left( \frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{2/3} \quad (3)$$

Tinggi gelombang rencana,  $H_0$ (m) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4)

$$\frac{g \cdot H_{mo}}{U_A^2} = 1,6 \times 10^{-3} \left( \frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{1/2} \quad (4)$$

Periode gelombang rencana, T(detik) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (5)

$$\frac{g \cdot T_m}{U_A^2} = 2,857 \times 10^{-1} \left( \frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{1/3} \quad (5)$$

Persamaan cepat rambat gelombang adalah:

$$C^2 = \frac{gL}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \quad (6)$$

Di laut dalam persamaan gelombang adalah:

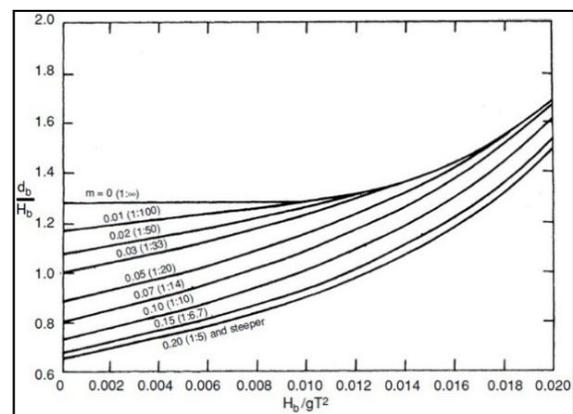
$$C_0^2 = \frac{gL}{2\pi} \quad (7)$$

Apabila percepatan gravitasi adalah 9,81 m/d<sup>2</sup> maka panjang gelombang dapat dihitung menggunakan persamaan

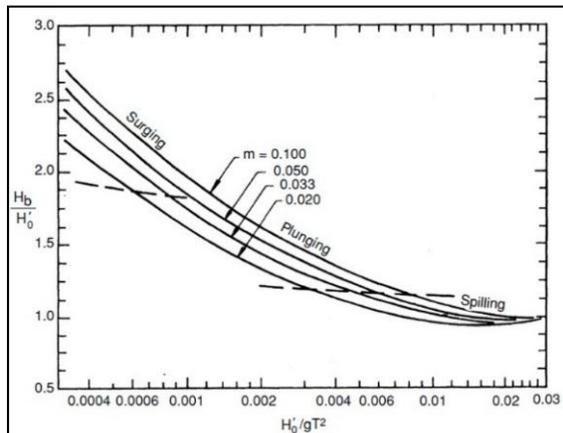
$$L_0 = 1,56 T^2 \quad (8)$$

## Gelombang Pecah

Penentuan posisi gelombang pecah serta kedalaman gelombang pecah dapat dicari dengan menggunakan grafik pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik penentuan tinggi gelombang pecah

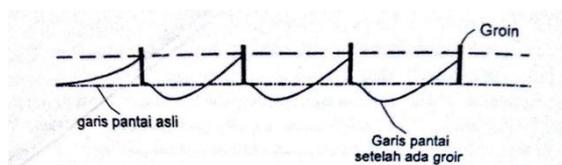


Gambar 3. Grafik penentuan kedalaman gelombang pecah

### Groin

Groin adalah bangunan pantai yang berfungsi sebagai pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai, dan berfungsi untuk menahan transport sedimen sepanjang pantai, sehingga bisa mengurangi atau menghentikan erosi yang terjadi.

Pada umumnya panjang groin adalah 40 sampai 60 persen dari lebar rerata surfzone dan jarak antar groin adalah antara satu dan tiga kali panjang groin (Horikawa, 1978). Karena transpor sedimen terjadi di sepanjang *surf zone*, maka groin akan lebih efektif menahan sedimen jika bangunan tersebut menutup seluruh lebar *surf zone*. Gambar rangkaian seri groin dapat dilihat pada Gambar 4.

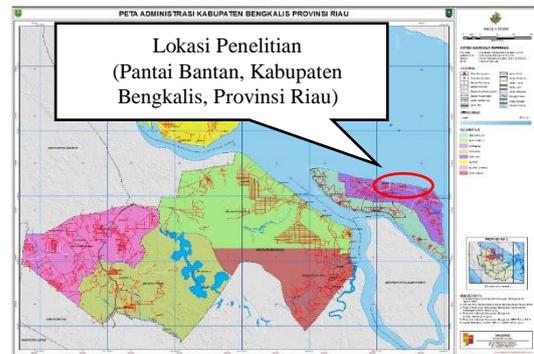


Gambar 4. Groin Seri dan perubahan garis pantai yang ditimbulkan (Triatmodjo,2008)

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan objek penelitian yaitu pantai Bantan yang secara geografis ditunjukkan pada Gambar 5. Koordinat geografis objek tinjauan penelitian adalah  $1^{\circ}32'54,64''$  LU dan  $102^{\circ}19'35,97''$  BT.



Gambar 5. Peta Pulau Bengkalis (Peta Tematik)

### Data Penelitian

Data penelitian terdiri dari peta batimetri Pantai Bantan, peta alur pelayaran Pulau Bengkalis, peta situasi fetch dari *Google Maps*, data angin tahun 2012-2016, data pasang surut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Mawar Angin

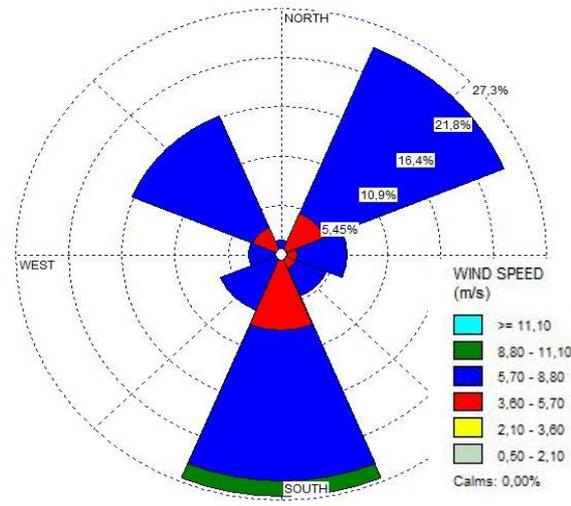
Data angin yang digunakan adalah data arah kecepatan angin. Data angin digunakan untuk peramalan gelombang. Data angin dikelompokkan dalam kolom tahun, bulan, hari, jam, arah angin dan kecepatan dengan menggunakan perangkat lunak *WR-Plot View* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas angin tahun 2012-2016

| No               | Arah (derajat) | Wind Classes (m/s) |                         |             |             |              |       | Total<br>Σ (%) |       |
|------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|-------|----------------|-------|
|                  |                | 0,50 - 2,10        | 2,10 - 3,60             | 3,60 - 5,70 | 5,70 - 8,80 | 8,80 - 11,10 | >11,1 |                |       |
| 1                | N              | 337,5-22,5         | 0,00                    | 0,00        | 0,00        | 1,70         | 0,00  | 0,00           | 1,70  |
| 2                | NE             | 22,5-67,5          | 0,00                    | 0,00        | 4,89        | 19,82        | 0,00  | 0,00           | 24,72 |
| 3                | E              | 67,5-112,5         | 0,00                    | 0,00        | 1,70        | 3,05         | 0,00  | 0,00           | 6,75  |
| 4                | SE             | 112,5-157,5        | 0,00                    | 0,00        | 1,70        | 3,34         | 0,00  | 0,00           | 5,05  |
| 5                | S              | 157,5-202,5        | 0,00                    | 0,00        | 8,39        | 16,68        | 1,65  | 0,00           | 26,72 |
| 6                | SW             | 202,5-247,5        | 0,00                    | 0,00        | 0,00        | 6,75         | 0,00  | 0,00           | 6,75  |
| 7                | W              | 247,5-292,5        | 0,00                    | 0,00        | 0,00        | 3,35         | 0,00  | 0,00           | 3,35  |
| 8                | NW             | 292,5-337,5        | 0,00                    | 0,00        | 3,19        | 13,34        | 0,00  | 0,00           | 16,53 |
| Sub Total (Σsub) |                |                    | 0,00                    | 0,00        | 19,88       | 70,03        | 1,65  | 0,00           | 91,56 |
|                  |                |                    | Data Hilang / Tidak Ada |             |             |              |       |                | 8,44  |
|                  |                |                    | Total (Σ)               |             |             |              |       |                | 100   |

Arah dominan kecepatan angin rerata adalah Timur Laut sebesar 7,0 m/detik. Jenis data dengan kecepatan 6,3 m/dtk tidak digunakan karena arah angin dominan angin menunjukkan arah Selatan. Arah Selatan bagian tersebut merupakan daratan sedangkan angin yang akan

digunakan pada peramalan gelombang berasal dari angin laut.

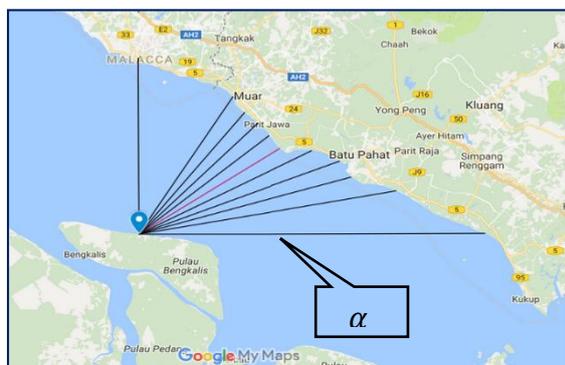


Gambar 6. Mawar angin stasiun Pinang Kampai 2012-2016

Kemudian mawar angin ditampilkan berdasarkan data pengelompokan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan arah dominan angin yang berasal dari Timur Laut, maka digunakan arah  $45^\circ$  sebagai sudut arah datangnya gelombang.

### Fetch

Fetch efektif dihitung berdasarkan arah angin dominan. Peta fetch diperoleh dari Google Maps seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Fetch effective di Bengkulu

Tabel 2. Perhitungan Fetch Efektif

| Simpangan $a_i$ | Panjang Fetch $F_i$ (km) | cos $a_i$ | $F_i \times \cos a_i$ |
|-----------------|--------------------------|-----------|-----------------------|
| 24              | 64,12                    | 0,42      | 27,20                 |
| 18              | 62,31                    | 0,66      | 41,15                 |

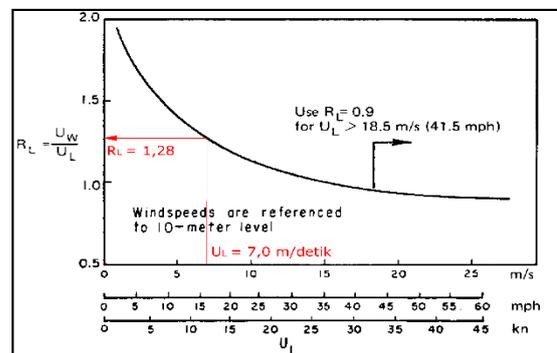
| Simpangan $a_i$                     | Panjang Fetch $F_i$ (km) | cos $a_i$   | $F_i \times \cos a_i$ |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|
| 12                                  | 58,39                    | 0,84        | 49,27                 |
| 6                                   | 57,81                    | 0,96        | 55,51                 |
| 0                                   | 57,14                    | 1,00        | 57,14                 |
| 6                                   | 56,33                    | 0,96        | 54,09                 |
| 12                                  | 63,47                    | 0,84        | 53,56                 |
| 18                                  | 70,03                    | 0,66        | 46,24                 |
| 24                                  | 71,64                    | 0,42        | 30,39                 |
| <b>Jumlah (<math>\Sigma</math>)</b> |                          | <b>6,78</b> | <b>414,54</b>         |

Berdasarkan Pers.(2) dan Tabel 2, maka diperoleh fetch efektif sebesar 61,17 km dengan arah angin dominan Timur Laut.

### Faktor Kecepatan Angin Rencana

Kecepatan angin rencana yang digunakan adalah kecepatan angin rerata harian pada arah dominan Timur Laut ( $U_L$ )= 7 m/dtk dikonversikan seperti Gambar 6.

Untuk mendapatkan kecepatan angin di laut ( $U_w$ ) dapat digunakan grafik hubungan  $R_L = U_w / U_L$  pada Gambar 6. Hasil pengukuran pada Gambar 6 menghasilkan nilai  $R_L$  sebesar 1,28 dengan  $U_w = 1,28 \times 7,0$  m/detik sebesar 8,96 m/detik. Selanjutnya nilai  $U_w$  digunakan untuk menghitung faktor tegangan angin ( $U_A$ ). Dengan menggunakan Pers.(1) didapat faktor tegangan angin,  $U_A = 0,71 \times 8,96^{1,23}$  sebesar 10,53



Gambar 8. Nilai Rasio Angin di Darat dan di Laut,  $R_L$

### Peramalan Gelombang

Tinggi gelombang, perioda gelombang, dan durasi angin dapat diperkirakan dari peramalan gelombang. Peramalan gelombang dapat menggunakan metode empiris dari metode

SPM'84 dari buku *Shore Protection Manual* (US Army, 1984).

Peramalan gelombang dihitung dengan mencari nilai kondisi durasi angin kritis,  $t_c$  (fetch limited dan duration limited) menggunakan Persamaan (II.3) diperoleh  $t$  (24 jam) >  $t_c$  (6,32 jam) dan kondisi *fetch limited*. Diperoleh  $t_c=6,3$  jam. Menghitung tinggi gelombang signifikan rencana,  $H_m$  menggunakan Persamaan (II.4) didapat  $H_{m0}=1,33$  m. Menghitung perioda tinggi gelombang signifikan rencana,  $T_m$  menggunakan Persamaan (II.5) diperoleh  $T_m=5,4$  detik.

Tabel 3. Karakteristik Gelombang Bangkitan

| Karakteristik Gelombang Bangkitan | Nilai       |
|-----------------------------------|-------------|
| Tinggi Gelombang, $H_{m0}$        | 1,33 m      |
| Periode Gelombang, $T_0$          | 5,4 m/dtk   |
| Kecepatan Angin di Darat, $U_L$   | 7,00 m/dtk  |
| Kecepatan Angin di Laut, $U_w$    | 8,96 m/dtk  |
| Rasio Kecepatan Angin, $R_L$      | 1,28        |
| Faktor Tegangan Angin, $U_A$      | 10,53 m/dtk |

### Perhitungan Posisi Gelombang Pecah

Perhitungan posisi gelombang pecah bertujuan untuk mengetahui posisi groin dan panjang groin yang akan digunakan.

#### A. Kemiringan pantai

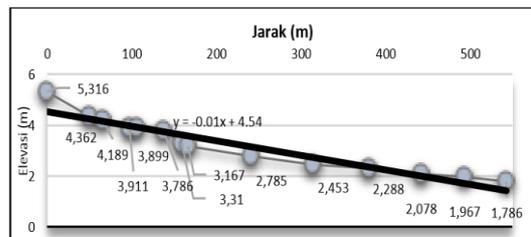
Kemiringan dasar laut (m) digunakan sebagai penentu posisi gelombang pecah rencana. Nilai ini diperoleh dengan cara memasukan data elevasi dasar laut dari peta bathimetri dari tepi laut sampai dengan jarak 550 meter. Elevasi dan jarak dari Tabel 4. Grafik kemiringan pantai dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 4. Data Elevasi dan Jarak dari Peta Bathimetri

| No | Elevasi | Jarak   |
|----|---------|---------|
| 1  | 5,316   |         |
| 2  | 4,362   | 50,26   |
| 3  | 4,189   | 65,93   |
| 4  | 3,911   | 97,42   |
| 5  | 3,899   | 106,244 |
| 6  | 3,786   | 137,954 |
| 7  | 3,31    | 158,824 |
| 8  | 3,167   | 166,664 |
| 9  | 2,785   | 241,274 |
| 10 | 2,453   | 314,494 |
| 11 | 2,288   | 380,824 |

| No | Elevasi | Jarak   |
|----|---------|---------|
| 12 | 2,078   | 442,024 |
| 13 | 1,967   | 493,434 |
| 14 | 1,786   | 542,964 |

Nilai kemiringan pantai yang diperoleh menggunakan persamaan regresi garis linear dengan  $y = -0,01x + 4,54$  maka didapat nilai kemiringan pantai  $m=0,01$ . Berdasarkan nilai  $m$  yang diperoleh, dilanjutkan dengan menghitung refraksi dan penentuan posisi gelombang pecah rencana.



Gambar 9. Grafik Jarak vs Elevasi untuk penentuan kemiringan pantai

#### B. Refraksi Gelombang

Dari garis kontur pantai ( $\alpha$ ) =  $45^0$  dimana arah gelombang datang dari timur laut. Pada kedalaman laut ( $d$ ) = 2 m dan perioda gelombang ( $T$ ) = 5,4 detik dan panjang gelombang ( $L_0$ ) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (8),  $L_0 = \sqrt{(9,81 \times 2)} \times 5,4 = 23,85$  m dan kecepatan gelombang dapat dihitung dengan Persamaan (7),  $C_0 = \sqrt{(9,81 \times 2)} = 4,43$  m/detik. Berdasarkan nilai tersebut diperoleh kedalaman relative,  $\frac{d}{L_0} = \frac{2,0}{23,85} = 0,084$ . Berdasarkan tabel L-1 diperoleh nilai  $\frac{d}{L}$  dari nilai  $\frac{d}{L_0} = 0,084$ . Maka didapat kedalaman relatif,  $\frac{d}{L} = 0,12683$  dengan panjang gelombang,  $L = \frac{2,0}{0,12683} = 15,77$ m dan kecepatan gelombang,  $C = \frac{15,77}{5,4} = 2,93$ m/s.

Arah datang gelombang pada kedalaman 2 m dapat dihitung dengan Persamaan (II.15)  $\sin \alpha = \left(\frac{C}{C_0}\right) \sin \alpha_0 = \left(\frac{2,93}{4,43}\right) \sin 45^0 = 0,467$ , maka didapat nilai  $\alpha = 26,757^0$ . Kemudian koefisien refraksi

dapat dihitung dengan  $K_r = \sqrt{\frac{\cos 45^\circ}{\cos 26,757^\circ}} = 0,889$ . Nilai koefisien shoaling ( $K_s = 0,949$ ) dapat diperoleh dari Tabel L-1 berdasarkan nilai  $d/L_0 = 0,084$ . Sehingga tinggi gelombang pada kedalaman 2 m adalah:

$$\begin{aligned} H'_0 &= K_s K_r H_0 \\ &= 0,949 \times 0,889 \times 1,33 \text{ m} \\ &= 1,122 \text{ m} \end{aligned}$$

### C. Posisi Gelombang Pecah

Perhitungan tinggi gelombang serta kedalaman gelombang pecah dilakukan dengan menggunakan grafik yang tersedia yaitu grafik yang menyatakan hubungan antara  $H'_0/gT^2$  dan  $H_b/H'_0$  pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5. Berdasarkan tinggi gelombang laut,  $H_0=1,33$  meter,  $H'_0=1,122$  meter dan kemiringan  $m=0,01$  dapat dihitung dengan langkah sebagai berikut.

- Menghitung  $\frac{H'_0}{gT^2} = \frac{1,122}{9,81 \times 5,4^2} = 0,004$ ;
- Menarik garis vertikal dari nilai  $\frac{H'_0}{gT^2} = 0,004$  menggunakan grafik pada gambar 3.9 sampai memotong nilai  $m= 0,01$  namun pada grafik hanya terdapat nilai 0,02 sebagai nilai terendah, maka garis vertical yang ditarik mendekati  $m=0,02$ , diperoleh nilai  $\left(\frac{H_b}{H'_0}\right)$ ;
- Berdasarkan grafik pada Gambar 3.9 maka diperoleh nilai  $\left(\frac{H_b}{H'_0}\right) = 1,20$
- Tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) =  $1,20 \times H'_0 = 1,346$  meter;
- Menghitung  $\frac{H_b}{gT^2} = \frac{1,346}{9,81 \times 5,4^2} = 0,005$ ;
- Berdasarkan grafik pada Gambar 3.10 dengan menarik garis vertikal sampai memotong nilai  $m=0,01$  maka didapat nilai  $\left(\frac{d_b}{H_b}\right)=1,25$
- Maka diperoleh kedalaman gelombang pecah ( $d_b$ ) =  $1,25 \times H_b = 1,682$  meter.

Nilai peramalan tinggi dan perioda gelombang digunakan untuk menentukan gelombang pecah dan kedalaman gelombang pecah.. Berdasarkan grafik

pada Gambar 2 diperoleh tinggi gelombang pecah,  $H'_0= 1,346$  m , Gambar 3 diperoleh kedalaman gelombang pecah,  $H_b=1,628$  m.

### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

- Peramalan gelombang menghasilkan nilai tinggi gelombang  $H_{m0}=1,33$  m dan periode  $T_m=5,4$  dtk.
- Berdasarkan perhitungan peramalan gelombang, tinggi gelombang pecah,  $H_b=1,120$  m dan berada pada kedalaman,  $d_b=1,682$  m.

### SARAN

Simulasi ini dapat digunakan dengan bangunan pantai yang lain.

### DAFTAR PUSTAKA

- Sujatmoko, B. (2002). *Kalibrasi Model Matematis 2d Horizontal Feswma dalam Kasus Perubahan Pola Aliran Akibat Adanya Krib di Belokan*. *Teknik Sipil*, 5(1), 29–40.
- Sujatmoko, B. (2010). *Simulasi Rekayasa Alur Sungai Dengan Krib Untuk Mereduksi Intrusi Air Asin di Sungai Yang si pengaruhi Pasang Surut*. Pekanbaru.
- Alison. (2015). Tesis. *Analisis perubahan garis pantai pulau bengklais dengan SIG dengan metode NSM dan SCS*. Pekanbaru
- Aristi, S. (2006). Skripsi. *Pengaruh Pola Aliran Terhadap Perubahan Morfologi Sungai (Studi Kasus Sungai Kampar Segmen Rantau Berangin – Kuok)*. Pekanbaru.
- Sigit, S. (2014). *Analisis Laju Abrasi Pantai Pulau Bengklais dengan Menggunakan Data Satelit*. Pekanbaru.
- Damaywanti, K. (2013). *Dampak Abrasi Terhadap Lingkungan Sosial (Studi Kasus Di Desa Bedono, Saying Demak)*. Ilmu Lingkungan.

- Engineers, U. A. (1984). *Shore Protection Manual*. Washington DC: Coastal Engineering Research Center.
- Aquaveo, ©. (2011). *Surface Water Modeling System* (pp. 1–27).
- KINORI,B.Z , MEVORCH, J. (1984). *Manual of Surface Drainage Engineering*.
- Sugianto, D. N., & ADS, A. (2007). Studi Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat. *ILMU KELAUTAN*, 12(2), 79–92.
- Triatmodjo, B. (2008). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Defarian, A. (2017). Skripsi. *Simulasi Geolmbang di Pantai Bengkalis dengan Menggunakan CADMAS-SURF*. Pekanbaru.