

SIMULASI MODEL FISIK UNTUK ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG PECAH PADA PANTAI BERGAMBUS

Milka Novita Manalu¹⁾, Sigit Sutikno¹⁾, Rinaldi¹⁾

¹⁾ Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode 28293
Email: milka.novita2114@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The coastal area of Bengkalis Regency, especially the one directly opposite the Malaka Strait has the characteristic of sea waves that are strong enough so that it can suffer quite severe damage such as abrasion and sedimentation. Abrasion and sedimentation on the coast is influenced by the characteristic wave conditions. The purpose of this research is to make a beach modeling to determine the characteristics of breaking waves and to compare the breaking waves on peat, clay and sandy beaches. The method used in this research is wave simulation by making peat beach modeling with scale variations of 2,3,4,5 and 6 on the wave generator. This simulation uses laboratory simulation. The results showed that the height of the breaking waves on a clay beach is 0.017 to 0.034 m, the depth of breaking waves is 0.003 to 0.033 m and the types of breaking waves that occurred were spilling and plunging. The height of the breaking waves of sand material is 0.012 to 0.033 m, the depth of breaking waves is 0.010 to 0.031 m and the types of breaking waves that occurred were spilling and plunging. The height of the breaking waves of the peat material is 0.008 to 0.025 m, the depth of breaking waves is 0.008 to 0.025 m and the types of breaking waves that occurred were spilling and plunging.

Keywords : peat, coast, breaking wave

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Global Wetlands yang diakses pada 16 April 2019, Indonesia memiliki lahan gambut terbesar kedua di dunia dengan luas mencapai 22,5 juta hektare (ha). Adapun di Tanah Air, provinsi pemilik lahan gambut terbesar adalah Papua dengan luas 6,3 juta ha. Disusul kemudian Kalimantan Tengah (2,7 juta ha), Riau (2,2 juta ha), Kalimantan Barat (1,8 juta ha) dan Sumatera Selatan (1,7 juta ha). Selain itu ada Papua Barat (1,3 juta ha), Kalimantan Timur (0,9 juta ha) serta Kalimantan Utara, Sumatera Utara, dan Kalimantan Selatan yang masing-masing memiliki 0,6 juta ha.

Salah satu provinsi yang memiliki luas gambut terbesar di Indonesia adalah provinsi Riau. Riau juga terkenal memiliki banyak pantai gambut, diantaranya adalah Pulau Rupat, Pulau Rangsang, Pulau Bengkalis dan Pulau Tebing Tinggi. Pulau Bengkalis dan Pulau Rangsang merupakan Pulau Bergambut yang mengalami permasalahan abrasi. Dari tahun ke tahun

wilayah pesisir Kabupaten Bengkalis mengalami kerusakan yang cukup parah, terutama yang berhadapan langsung dengan eselat Melaka yang memiliki karakteristik gelombang laut yang cukup kuat (Hidayat, 2014).

Fenomena abrasi pantai sangat dipengaruhi oleh kondisi gelombang, sementara itu kondisi karakteristik gelombang juga dipengaruhi oleh kondisi pantai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik gelombang melalui permodelan pantai bergambut serta untuk mendapatkan perbandingan gelombang pecah pada pantai bergambut, berlempung, dan berpasir.

TINJAUAN PUSTAKA

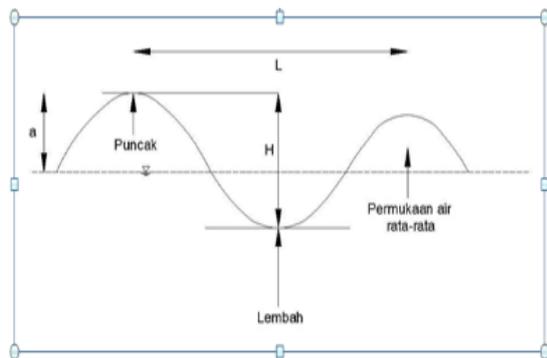
Pantai

Pantai merupakan sebuah wilayah yang menjadi batas antara lautan dan daratan, bentuk pantai berbeda-beda sesuai dengan keadaan, proses yang terjadi di wilayah tersebut, seperti pengangkutan, pengendapan dan pengikisan yang disebabkan oleh gelombang, arus, angin

dan keadaan lingkungan di sekitarnya yang berlangsung secara terus menerus, sehingga membentuk sebuah pantai (Faza & Kurniadi, 2016).

Pengertian Gelombang dan Karakteristik Gelombang

Gelombang laut merupakan peristiwa naik turunnya permukaan laut secara vertikal yang membentuk kurva atau grafik sinusoidal. Gelombang laut berbentuk gelombang transversal dengan membentuk lembah dan puncak yang berbeda dengan gelombang longitudinal yang mempunyai regangan dan rapatan. Gelombang sinusoidal atau gelombang transversal memiliki komponen tertentu (Wakkary et al., 2017).



Gambar 1. Bentuk Gelombang
(Sumber : (Triatmodjo, Teknik Pantai, 1999)

Karakteristik gelombang terdiri atas panjang gelombang, tinggi gelombang (H) serta periode gelombang (T_s). Untuk menentukan tinggi gelombang didapat dari selisih antara puncak dan lembah gelombang. Untuk menentukan periode gelombang didapat dari perhitungan 5 gelombang tiap detik pada masing-masing 7 titik.

Persamaan dasar dalam menghitung cepat rambat gelombang adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \quad (1)$$

C = Kecepatan Rambat Gelombang (m/dtk)

T = Periode (s)

d = Kedalaman (m)

L = Panjang Gelombang (m)

Dengan memasukkan $C=L/T$ kedalam persamaan dapat diperoleh panjang gelombang.

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \quad (2)$$

Pada kondisi gelombang laut dalam (*deep water*) persamaan untuk menghitung cepat rambat gelombang dan panjang gelombang menjadi :

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} \quad (3)$$

dan

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (4)$$

Pada kondisi gelombang laut transisi (*transitional water*), cepat rambat gelombang dan panjang gelombang dihitung berdasarkan persamaan :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{L}{L_0} = \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (5)$$

C₀ = Cepat Rambat Gelombang Laut Dalam (m/dtk)

L₀ = Panjang Gelombang Laut Dalam (m/dtk)

Apabila kedua ruas dikalikan dengan d/L maka akan didapat :

$$\frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} = \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (6)$$

Pada kondisi gelombang laut dangkal (*shallow water*), menghitung cepat rambat gelombang dan panjang gelombang menggunakan persamaan :

$$C = \sqrt{gd} \quad (7)$$

dan

$$L = \sqrt{gd} T = C \times T \quad (8)$$

Gelombang Pecah

Gelombang pecah adalah suatu sistem yang sangat kompleks. Bahkan dalam beberapa jarak sebelum gelombang pecah, bentuknya tidak sinusoidal lagi. Jika terjadi gelombang pecah, energi yang diterima dari angin, berkurang. Beberapa energi dibalikkan kembali ke laut, jumlahnya bergantung kepada kemiringan pantai, semakin kecil sudut kemiringan pantai, semakin kecil energi yang dibalikkan. Kebanyakan energi berkurang sebagai panas dalam percampuran skala

kecil dari buih air dan pasir (Parauba et al., 2016).

Gelombang pecah dibedakan atas 3 tipe yaitu :

1. *Spilling*
2. *Plunging*
3. *Surging*

Menurut (M. Furqon Azis, 2005), kriteria untuk menentukan terjadinya gelombang pecah yaitu apabila :

$$H/d \approx 0,78 \quad (9)$$

Berikut cara menentukan klasifikasi gelombang pecah (Setyawan et al., 2017) :

$$\epsilon_i = \frac{\tan \beta}{\sqrt{\frac{H}{L_0}}} \quad (10)$$

dimana :

- ϵ_i (Ni) = Bilangan *Irribaren*
- β = Sudut Kemiringan Pantai
- H = Tinggi Gelombang (m)
- L_0 = Panjang Gelombang (m)

Dikatakan *spilling* apabila :

$$\epsilon_i < 0,5$$

Dikatakan *plunging* apabila :

$$0,5 < \epsilon_i < 3,3$$

Dikatakan *surging* apabila :

$$\epsilon_i > 3,3$$

Parameter Gelombang

Berdasarkan Teori Airy maka gerak gelombang dianggap sebagai kurva sinus harmonis (*sinusoidal progressive wave*), gelombang dapat dijelaskan secara geometris (Triatmodjo, Teknik Pantai, 1999) berdasarkan :

- a. Tinggi gelombang (H),
- b. Panjang gelombang (L),

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_0}\right) \quad (11)$$

Dengan menggunakan cara iterasi maka persamaan di atas dapat diselesaikan untuk menentukan panjang gelombang (L). Pada persamaan di atas diperlukan panjang gelombang awal (L_0) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L_0 = 1,56T^2 \quad (12)$$

- c. Kedalaman laut (d),
- d. Periode gelombang (T),
- e. Frekuensi (f),
- f. Kecepatan puncak dibawah titik nodal, adalah :

$$U_{\max} = \frac{H}{2} \sqrt{\frac{g}{d}} \quad (13)$$

- g. Kecepatan rata-rata partikel, adalah :

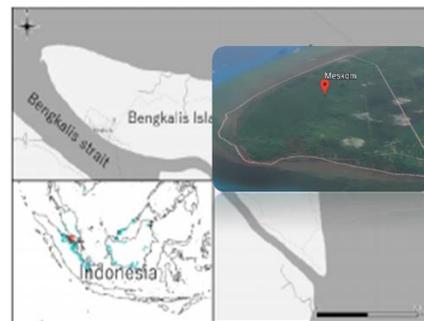
$$U_{\text{avg}} = U_{\max} \frac{\pi}{2} \quad (14)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pembuatan model fisik dilaksanakan di Laboratorium Hidroteknik, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau, dengan waktu pengambilan data di laboratorium selama 4 (empat) minggu .

Pengambilan sampel dilakukan di Pantai Barat Pulau Bengkalis, tepatnya di Desa Meskom. Metode pengambilan sampel tanah yaitu *disturbed sample* menggunakan sekop lalu dimasukkan kedalam *plastic bag* atau wadah kedap air.



Gambar 2. Peta Lokasi Pengambilan Sampel di Desa Meskom, Kepulauan Bengkalis



Gambar 3. Dokumentasi Pengambilan Sampel Gambut di Desa Meskom, Kepulauan Bengkalis

Bahan dan Peralatan Penelitian

Ketersediaan dan kelengkapan bahan dan peralatan menjadi faktor utama dalam kelancaran yang berbasis pemodelan agar tidak terjadi gangguan dalam proses pelaksanaan. Berikut bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian :

1. Material dasar yaitu lempung, pasir dan gambut
2. Air
3. *Multi Teaching Flume*
4. *Wave Generator*
5. *Point Gauge*
6. Kamera
7. *Stopwatch*
8. Wadah Kedap Air

Setting Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Nazir (1988) mendefinisikan eksperimen yakni observasi dibawah kondisi buatan (artificial condition), dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh sipeneliti, dengan demikian penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap obyek penelitian serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada-tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yakni :

1. Data primer yakni data yang diperoleh langsung dari pengamatan di laboratorium.
2. Data Sekunder yakni data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan di Laboratorium Hidraulika Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau maupun dilakukan di tempat lain yang

berkaitan dengan penelitian Gelombang.

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka variabel yang diteliti adalah periode gelombang (T), tinggi gelombang (H), kedalaman air (d), kemiringan profil ($\tan \alpha$) serta panjang gelombang pecah (L).

Prosedur Permodelan

Ada beberapa tahapan pemodelan yang dilakukan antara lain :

1. Mempersiapkan *flume*
2. Mempersiapkan material dasar lempung dengan kemiringan pantai 1:10
3. Pemasangan *wave generator*
4. Membangkitkan gelombang dengan menekan tombol *start* pada *wave generator*
5. Menghitung tinggi puncak dan lembah gelombang pada masing-masing titik
6. Menghitung periode gelombang
7. Ulangi prosedur 1-6 pada material dasar pasir dan gambut.

Pelaksanaan Penelitian

1. Sebelum melakukan pengambilan data terlebih dahulu mengukur kedalaman air yang telah ditentukan sebelumnya yaitu 9,5 cm. Kemudian untuk perletakan posisi model pada saluran gelombang harus berada pada penempatan yang tepat sehingga efektif apabila gelombang datang di depan model.
2. Dalam pengambilan data pengamatan tinggi gelombang diukur dan dicatat pada 7 titik di depan model, dengan jarak tiap titik pengukuran adalah 15 cm. Pengukuran tinggi gelombang dilakukan pada saat gelombang yang dibangkitkan pada kondisi stabil, yaitu beberapa saat setelah gelombang dibangkitkan.



Gambar 4. Dokumentasi Permodelan Pantai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Gelombang Material Lempung

1. Menghitung panjang gelombang dengan asumsi *deep water*

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

$$L_0 = \frac{9,81 \times 1,106^2}{2\pi}$$

$$L_0 = 1,911 \text{ m}$$

2. Membandingkan dengan kriteria d/L *deep water*

$$\frac{d}{L_0} > 0,5$$

$$\frac{0,01}{1,911} > 0,5$$

$$0,005 < 0,5$$

Karena $d/L_0 < 0,05$ maka ini disebut *shallow water wave*. Sehingga perlu menghitung parameter d/L dan K_s dengan cara membaca tabel ataupun interpolasi.

$$\frac{d}{L} = 0,02836$$

3. Menghitung panjang gelombang (L)

$$L = T\sqrt{gd}$$

$$L = 1,106\sqrt{9,81 \times 0,01}$$

$$L = 0,3464 \text{ m}$$

4. Menghitung kecepatan rambat gelombang (C)

$$C = \sqrt{gd}$$

$$C = \sqrt{9,81 \times 0,01}$$

$$C = 0,3132 \text{ m/detik}$$

5. Menghitung H^0

$$H^0_{(1)} = H_{(1)} \times Kr$$

$$= 0,014 \times 1$$

$$= 0,014$$

6. Menghitung H^0 / gt^2

$$\frac{H^0_{(1)}}{gt^2} = \frac{(0,014)}{(9,81 \times 1,106^2)} = 0,00115$$

Setelah mendapatkan nilai H^0 / gt^2 (titik 1), baca grafik penentuan tinggi gelombang pecah didapat :

$$\frac{H_b}{H^0} = 1,880$$

Sehingga :

$$\frac{H_b}{H^0} = 1,880$$

$$H_b = 1,880 \times 0,014$$

$$H_{b(1)} = 0,026 \text{ m}$$

7. Menghitung H_b / gt^2

$$\frac{H_b(\text{titik 1})}{gt^2} = \frac{(0,026)}{(9,81 \times 1,106^2)} = 0,00216$$

Setelah mendapatkan nilai H_b / gt^2 (titik 1), baca grafik penentuan tinggi gelombang pecah pada Lampiran 1.2 dan didapat :

$$\frac{db}{H_b} = 0,780$$

Sehingga :

$$\frac{db}{H_b} = 0,780$$

$$db = 0,780 \times 0,026$$

$$db_{(1)} = 0,020 \text{ m}$$

8. Menghitung Pergerakan Partikel

Menghitung pergerakan partikel di titik 1 :

$$U_{\max(1)} = \frac{H_b}{2} \sqrt{\frac{g}{db}} = \frac{0,026}{2} \sqrt{\frac{9,81}{0,020}} = 0,286$$

Setelah itu cari kecepatan rata-rata partikel :

$$U_{\text{avg}(1)} = U_{\max} \left(\frac{\pi}{2}\right) = 0,286 \left(\frac{3,14}{2}\right) = 0,448$$

9. Mengidentifikasi Terjadinya Gelombang Pecah

Untuk memastikan apakah terjadi gelombang pecah, dapat di cari menggunakan rumus :

$$H/d = 0,78$$

$$0,026/0,020 = 1,282$$

10. Klasifikasi Tipe Gelombang Pecah

Untuk menentukan tipe gelombang pecah yang terjadi pada material lempung skala 2 titik 1 dapat menggunakan rumus :

$$\epsilon_{(1)} = \frac{\tan \beta}{\sqrt{\frac{H_{b1}}{l_0}}}$$

$$= \frac{0,1}{\sqrt{\frac{1,911}{1,889}}}$$

$$= 0,858$$

Karena nilai ϵ_v (Ni) yang didapat 0,858 dimana $0,5 < 0,858 < 3,3$ maka ini termasuk gelombang pecah *plunging*.

Klasifikasi Gelombang Material Pasir

1. Menghitung panjang gelombang dengan asumsi *deep water*

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

$$L_0 = \frac{9,81 \times 1,228^2}{2\pi}$$

$$L_0 = 2,356 \text{ m}$$

2. Membandingkan dengan kriteria d/L *deep water*

$$\frac{d}{L_0} > 0,5$$

$$\frac{0,01}{2,356} > 0,5$$

$$0,004 < 0,5$$

Karena $d/L_0 < 0,05$ maka ini disebut *shallow water wave*. Sehingga perlu menghitung parameter d/L dan K_s dengan cara membaca tabel ataupun interpolasi.

$$\frac{d}{L} = 0,025$$

3. Menghitung panjang gelombang (L)

$$L = T\sqrt{gd}$$

$$L = 1,228\sqrt{9,81 \times 0,01}$$

$$L = 0,385 \text{ m}$$

4. Menghitung kecepatan rambat gelombang (C)

$$C = \sqrt{gd}$$

$$C = \sqrt{9,81 \times 0,01}$$

$$C = 0,3132 \text{ m/detik}$$

Klasifikasi Gelombang Material Gambut

1. Menghitung panjang gelombang dengan asumsi *deep water*

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

$$L_0 = \frac{9,81 \times 1,29^2}{2\pi}$$

$$L_0 = 2,599 \text{ m}$$

2. Membandingkan dengan kriteria d/L *deep water*

$$\frac{d}{L_0} > 0,5$$

$$\frac{0,01}{2,599} > 0,5$$

$$0,004 < 0,5$$

Karena $d/L_0 < 0,05$ maka ini disebut *shallow water wave*. Sehingga perlu menghitung parameter d/L dan K_s dengan cara membaca tabel ataupun interpolasi.

$$\frac{d}{L} = 0,02534$$

3. Menghitung panjang gelombang (L)

$$L = T\sqrt{gd}$$

$$L = 1,29\sqrt{9,81 \times 0,01}$$

$$L = 0,40404 \text{ m}$$

4. Menghitung kecepatan rambat gelombang (C)

$$C = \sqrt{gd}$$

$$C = \sqrt{9,81 \times 0,01}$$

$$C = 0,3132 \text{ m/detik}$$

Maka, dapat disimpulkan terjadi gelombang pecah pada material dasar lempung, pasir dan gambut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan tinggi gelombang pecah pada pantai berlempung 0,017-0,034 m, kedalaman gelombang pecah 0,003-0,033 m dan tipe gelombang pecah yang terjadi adalah *spilling* dan *plunging*.
2. Ketinggian gelombang pecah pada material dasar pasir yaitu 0,012-0,033 m, kedalaman gelombang pecah 0,010-0,031 m dan tipe gelombang pecah yang terjadi adalah *spilling* dan *plunging*.
3. Ketinggian gelombang pecah pada material dasar gambut yaitu 0,008-0,025 m, kedalaman gelombang pecah 0,008-0,025 dan tipe gelombang pecah

yang terjadi adalah *spilling* dan *plunging*.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Diperlukan perencanaan bangunan pengaman pantai di sekitar wilayah pesisir kabupaten bengkalis terutama yang berhadapan langsung dengan selat Melaka.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan pergerakan dari sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Faza, L. H., & Kurniadi, Y. N. (2016). Desain Bangunan Pelindung Pantai Sebagai Penanggulangan Abrasi Di Kawasan Pantai Ujung Jabung Provinsi Jambi. *Jurnal Teknik Sipil Itenas*, 2(2). Bandung.
- Hidayat, R. (2014). Upaya Pemerintah Kabupaten Bengkalis dalam Penanggulangan Abrasi (Studi pada Pesisir Pantai Kabupaten Bengkalis Tahun 2010-2012). *Jom FISIP*, 1(2), 1–16.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>. Pekanbaru.
- M. Furqon Azis. (2005). GERAK AIR DILAUT. *Journal of Oceanography*, 50(3), 205–207. Jakarta.
- Parauba, R., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2016). Analisis karakteristik gelombang pecah di pantai niampak utara. *Jurnal Sipil Statik*, 4(10), 595–603. Manado.
- Saputra, H., Subardjo, P., & Saputro, S. (2013). Studi Pola Sebaran Sedimen Dasar Akibat Arus Sepanjang Pantai di Sekitar Pemecah Gelombang Pantai Kuta Bali Hermawan. *Jurnal Oseanografi*, 2(2), 161–170. Semarang.
- Setyawan, R., Setiyono, H., & Rochaddi, B. (2017). Studi Rip Current Di Pantai Taman, Kabupaten Pacitan. *Journal of Oceanography*, 6(4), 639–649. Semarang.
- Wakkary, A. C., Jasin, M. I., & Dundu, A. K. T. (2017). Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai. *Sipil Statik*, 5(3), 167–174. Manado.