

KALIBRASI SIMULASI BREAKWATER DI PANTAI BANTAN KAB. BENGKALIS

Doli Ananta Putra¹⁾, Bambang Sujatmoko²⁾, Manyuk Fauzi²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

Email : doli.ananta@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Bantan Coast in Bengkalis Island that suffered worst abrasion due to wave attack. Protection of abrasion area against the wave can be done by proper lay-out of breakwater with certain configuration. To get the optimal configuration of breakwater, wave pattern around the breakwater were analyzed quantitatively. It was conducted to obtain the optimum condition of wave height reduction produced. Evaluation of breakwater lay-out effect to wave pattern can be done by numerical model approached. Wave pattern simulation that occurred due to the breakwater was done by Surface water Modelling System (SMS) - CGWAVE software module. This module is a 2-D depth average numerical model using finite element model. To get accurate simulation, a deviation of the numerical result and the measurement result at several locations was used as the indicator parameter in the calibration process. Based on the forecasting of the empirical wave method, the period of 5.4 seconds; 1.30 meters high as data input. Calibration Results of numerical models of semicircular radius ($R = 2000\text{m}$) in modeling to achieve wave height ($H = 1.1\text{m}$).

Keywords : Bantan Coast, breakwater simulation, SMS-CGWAVE

PENDAHULUAN

Sutikno dkk (2016) menyatakan bahwa sebagian besar pantai utara Pulau Bengkalis mengalami abrasi dengan tingkat abrasi yang bervariasi, pantai utara Bengkalis bagian barat merupakan pantai yang mengalami abrasi paling parah, sedangkan bagian selatannya mengalami sedimentasi. Pada kurun waktu 26 tahun terakhir telah terjadi abrasi di Pulau Bengkalis dengan laju abrasi rata-rata 59 ha/tahun, dan laju sedimentasi 16.5 ha/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa Pulau Bengkalis mengalami pengurangan luas daratan yang cukup besar yaitu sekitar 42.5 ha/tahun.

Pengukuran secara langsung akan membutuhkan data untuk memperoleh data yang valid. Sehingga cenderung dilakukan dengan metode simulasi. Simulasi ini menggunakan program (software) tertentu. Penggunaan software seperti *Surfacewater Modeling System (SMS)* versi 10.0 modul CGWAVE dapat mensimulasi keadaan gelombang di Pantai Bantan.

Zulkifli (2011) melakukan penelitian tentang simulasi gelombang perairan sula Kota Baubau, Sulawesi Utara dengan

menggunakan program simulasi yang memperoleh tinggi gelombang terbesar dari arah Barat dan tinggi gelombang minoritas dari arah Barat Laut dan Barat Daya.

Berdasarkan kondisi Pantai Bantan seperti yang disampaikan oleh Sutikno dkk (2016) tersebut maka diperlukan suatu kajian untuk memperoleh tinggi, kecepatan dan pola gelombang yang terjadi.

Pembangkit Gelombang

Pembangkit gelombang adalah kecepatan angin dan jarak dan lama hembusan yang menyebabkan gelombang laut dalam terjadi. Untuk mengetahui tinggi dan perioda gelombang bangkitan diperlukan data seperti kecepatan angin U , lama hembus angin, t , sudut arah angin dari mawar angin (*wind rose*), dan *fetch F*.

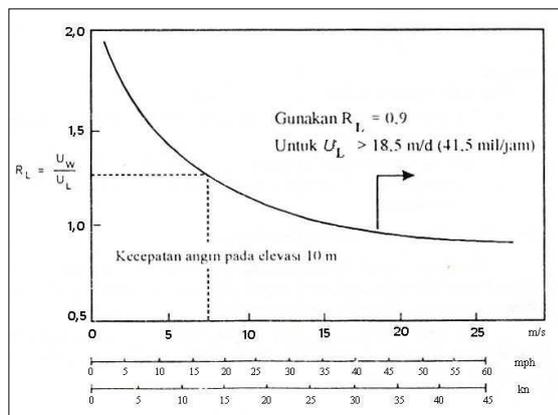
1) Data Angin

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.

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

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.

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

Panjang *fetch* ini dihitung untuk mendapatkan panjang *fetch* efektif dengan menggunakan Persamaan (2).

Peramalan Gelombang

Berdasarkan (US Army, 1984) persamaan peramalan gelombang metode empiris dapat menggunakan Persamaan (3) untuk mendapatkan durasi angin, (t) dalam jam.

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

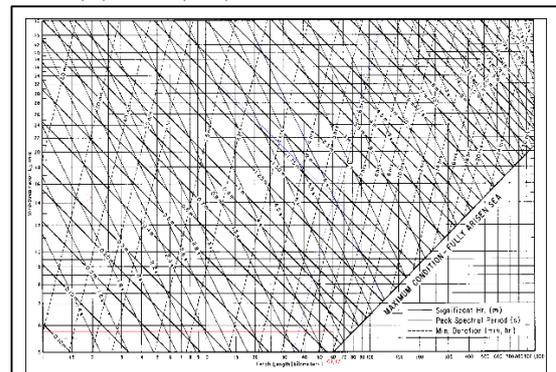
Tinggi gelombang rencana, H_0 (m) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4)

$$\frac{g \cdot H_{m0}}{U_A^2} = 1,6 \times 10^{-3} \left(\frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (4)$$

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

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

Peramalan gelombang metode nomogram dapat menggunakan Gambar 2. Apabila panjang fetch (F), faktor tegangan angin (U_A) dan durasi diketahui maka durasi, tinggi dan periode gelombang signifikan dapat dihitung dari perpotongan nilai (F) dan (U_A).



Grafik 2. Grafik Peramalan Gelombang
Sumber: (Triadmodjo, 1999)

CG-WAVE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kondisi lapangan yaitu memodelkan/ mensimulasi gelombang dengan bantuan program *Surfacewater Modeling System* (SMS) versi 10.0 modul CGWAVE. Program ini dapat digunakan untuk memprediksi perambatan gelombang linier melewati daerah pantai dengan kondisi bathimetri yang kurang beraturan.

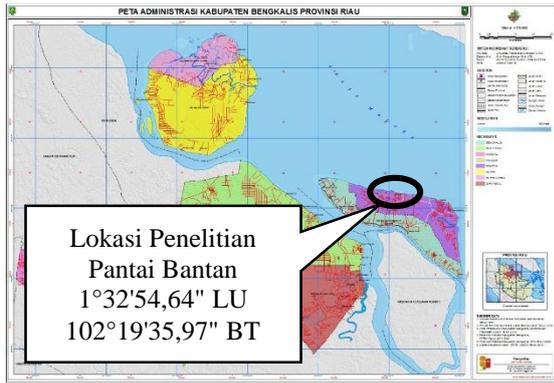
METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi objek penelitian secara geografis ditunjukkan pada Gambar 3. Koordinat geografis objek tinjauan penelitian adalah 1°32'54,64" LU dan 102°19'35,97" BT.

Data Penelitian

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



Gambar 3. Lokasi Pantai Bantan

Analisis Penelitian

Ukuran radius pemodelan pada simulasi gelombang akan diuji coba secara berulang (*trial and error*) untuk mendapatkan kondisi tinggi gelombang yang terjadi di Pantai Bantan.

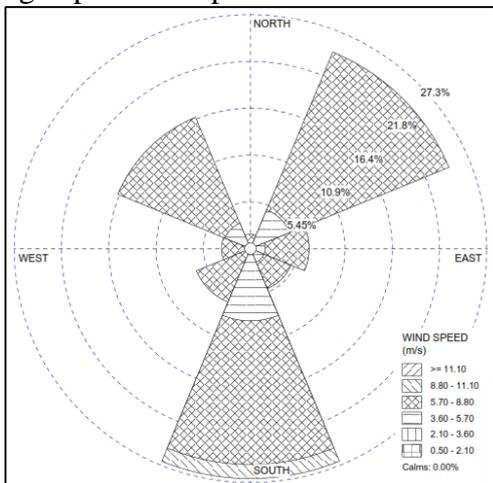
HASIL DAN PEMBAHASAN Mawar Angin

Data angin dikelompokkan dalam bentuk kolom tahun, bulan, tanggal, jam, arah angin dan kecepatan angin seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas Angin Tahun 2012-2016

No.	Arah (derajat)	Wind Classes (m/s)						Total
		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	5,05	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

Kemudian mawar angin dibuat dengan bantuan perangkat lunak *WR-Plot View*, yang dapat dilihat pada Gambar 4.

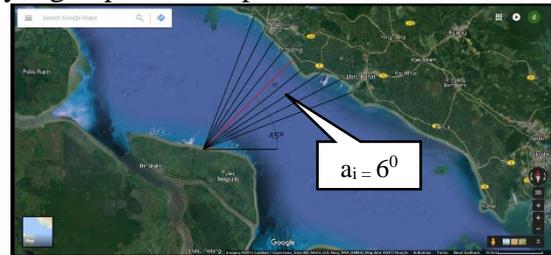


Gambar 4. Mawar Angin Tahun 2012-2016

Berdasarkan arah dominan angin yang berasal dari Timur Laut, maka digunakan arah 45° sebagai sudut arah gelombang datang.

Fetch

Fetch efektif dihitung berdasarkan arah angin dominan dari mawar angin. Peta fetch diperoleh dari Google Maps seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Perhitungan Fetch
Sumber: Google Maps (2017)

Tabel 2. Perhitungan Fetch Efektif

Simpangan	Panjang Fetch	$\cos a_i$	$F_i \times \cos a_i$
a_i	F_i (km)		
24	64,12	0,42	27,20
18	62,31	0,66	41,15
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
Jumlah (Σ)		6,78	414,54

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

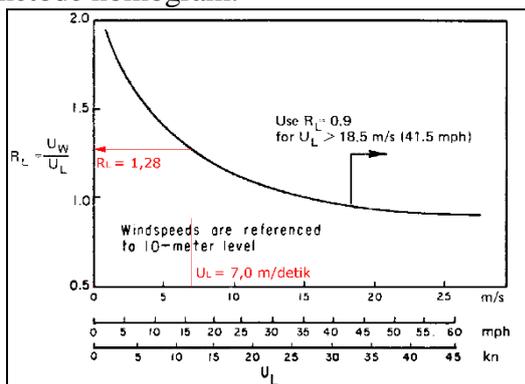
Faktor Kecepatan Angin Rencana

Kecepatan angin rencana yang digunakan adalah kecepatan angin rerata harian pada arah dominan Timur Laut (U_L) = 7 m/detik dikonversi menggunakan Gambar 6.

Kecepatan angin perlu dikonversi karena data yang diperoleh merupakan hasil rekaman di darat (U_L). 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 m/detik.

Faktor kecepatan angin merupakan salah satu nilai yang digunakan pada peramalan gelombang bangkitan menggunakan metode empiris maupun metode nomogram.



Gambar 6. Nilai Rasio Angin di Darat dan di Laut, R_L

Peramalan Gelombang

Tinggi gelombang, periode gelombang, dan durasi angin dapat diperkirakan dari peramalan gelombang. Peramalan gelombang dapat menggunakan metode nomogram dan metode empiris dari metode SPM'84 dari buku *Shore Protection Manual* (US Army, 1984).

Tabel 3. Karakteristik Gelombang Bangkitan Menggunakan Metode Empiris dan Nomogram

Karakteristik Gelombang Bangkitan	Metode	
	Empiris	Nomogram
Tinggi Gelombang, H_{m0} (m)	1,33	1,30
Periode Gelombang, T_0 (m)	5,4	5,4
Kecepatan Angin di Darat, U_L	7,00 (m/d)	
Kecepatan Angin di Laut, U_w	8,96 (m/d)	
Rasio Kecepatan Angin, R_L	1,28	
Faktor Tegangan Angin, U_A	10,53 (m/d)	

Perbandingan data gelombang yang terdapat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil gelombang bangkitan menggunakan metode empiris dan nomogram tidak jauh berbeda. Maka dari itu dipilih karakteristik gelombang dengan metode perhitungan

empiris menjadi data masukan simulasi gelombang.

Berdasarkan tinggi dan perioda dari peramalan gelombang, maka nilai ini digunakan sebagai data input pada pemodelan gelombang.

Input Pemodelan

Mesh yang dibuat berdasarkan garis batas atau domain tepi pantai dan lepas pantai. Maka sebelumnya kondisi gelombang perlu dimasukan sebagai data masukan untuk eksekusi atau running program. Parameter input simulasi gelombang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Input Simulasi Gelombang

Koordinat Titik Tinjauan	Karakteristik Gelombang
X=198639,4 dan Y=171928,5	H= 1,33 m atau a= 0,67m; dan T= 5,40d; Arah= 45° (Timur Laut)

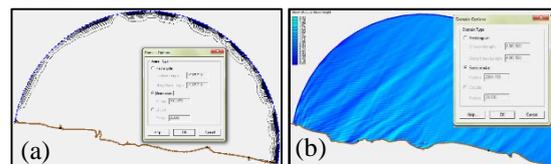
Karakteristik gelombang ini diperoleh dari peramalan gelombang dan arah diperoleh dari mawar angin yang menunjukkan arah angin dominan. Sedangkan koordinat titik tinjauan merupakan daerah pantai yang tampak mengalami kemunduran garis pantai.

Kalibrasi Model

Kalibrasi model menggunakan program SMS (*Surface Water Modeling System*) 10.0 – modul CGWAVE dilakukan dengan cara *trial and error* untuk mendapatkan nilai karakteristik gelombang yang sesuai dengan kondisi lapangan.

1) Kalibrasi secara Kualitatif

Kalibrasi ini memfokuskan pada hasil secara visual pola gelombang yang akan dihasilkan dari pemodelan, ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Kontur Ketinggian Gelombang dari Kalibrasi secara Kualitatif

Keterangan:

- (a). $R_{\text{besar}} = 12020,3$ meter
- (b). $R_{\text{kecil}} = 2000$ meter

2) Kalibrasi secara Kuantitatif

Skema pemodelan kalibrasi secara kuantitatif yang dipilih sama dengan skema pemodelan kalibrasi secara kualitatif. Hasil kalibrasi secara kuantitatif dapat dilihat pada Tabel 5 dan kontur gelombang yang dihasilkan bisa dilihat pada Gambar 7. (b)

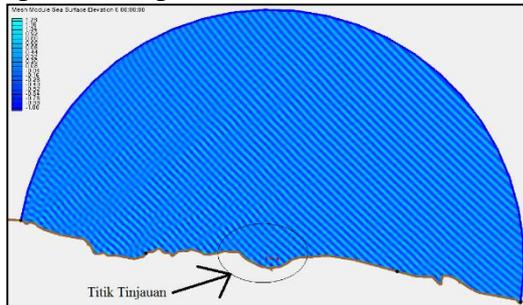
Tabel 5. Hasil Tinggi Gelombang dari Kalibrasi secara Kuantitatif

Ukuran Radius	Kalibrasi secara Kuantitatif
Radius besar	T=5,4detik; A=0,67m H= 0,0 m
Radius kecil	T=5,4 detik; A=0,67m H= ±1,1 m

Tabel 5 menunjukkan adanya perbedaan tinggi gelombang yang dihasilkan. Hal ini terjadi dikarenakan radius model pantai yang dipersempit sehingga berpengaruh pada penambahan tinggi gelombang ketika ukuran radius diperkecil.

Gelombang Hasil Simulasi

Perambatan gelombang hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perambatan Gelombang

Titik tinjauan pada pada model ini dipilih karena titik tinjauan merupakan titik di mana garis pantai tampak mengalami abrasi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Simpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Faktor kecepatan angin yang diperoleh adalah 10,53 m/d berdasarkan dari arah dominan mawar angin yaitu Timur Laut.
2. Gelombang bangkitan dari peramalan gelombang, periode dan tinggi

gelombang yang terjadi adalah 5,4 detik dengan tinggi 1,33 meter.

3. Radius setengah lingkaran model yang digunakan hasil kalibrasi secara kualitatif dan kuantitatif adalah Radius kecil sebesar 2000 meter.

Saran

Simulasi dapat juga dilakukan dengan menggunakan sudut arah datang gelombang yang berbeda sesuai dari arah angin yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Sutikno, Handoyo, D. P., M. Fauzi, & K. Murakami. Model Numerik Untuk Simulasi Alternatif Perlindungan Pantai Berbasis Sistem Informasi Geografis (2016). *Proceedings ACES (Annual Civil Engineering Seminar)*, **I**, 227–234 (2004)
- B. Triadmodjo, *Teknik Pantai* (1999)
- USA. A. C. Engineer, *Shore Protection Manual*, **I**, 344-350 (1984)
- Aquaveo ©, *Surface Water Modeling System*, 1-27 (2011)
- Zulkifli, H.M. Thaha, R. Kamma, *Simulasi Gelombang Perairan Sulaa Kota Baubau dengan Menggunakan SMS (Surface Water Modeling System)*, (2016)
- F. Rabung. *Prediksi Gelombang Signifikan Sekitar Pantai Makassar untuk Perencanaan Pembangunan Infrastruktur Pantai*, 978–979 (2014).
- S. Sutikno, *Shoreline Change Analysis of Peat Soil Beach in Bengkalis Island Based on GIS and RS*. *International Journal of Engineering and Technology*, 233 (2016)
- W.Press, *Administrasi Kabupaten Bengkalis*. Retrieved from Peta Tematik Indonesia: <https://petatematikindo.wordpress.com/2014/09/01/administasi-kabupaten-bengkalis/> (2014)