

PENGARUH GELOMBANG DAN KEMIRINGAN PANTAI TERHADAP PERUBAHAN MORFOLOGI PANTAI BERGAMBUS

Yosafat Sijabat¹, Sigit Sutikno^{1,2*}, Rinaldi¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia,

28293 ²Pusat Studi Bencana (PSB), Universitas Riau,

Pekanbaru, Indonesia, 28293

Email : yosafat.sijabat3668@student.unri.ac.id, sigit.sutikno@lecturer.unri.ac.id,
ri.naldi@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

Bengkalis Island is a peat island which is prone to beach abrasion. Abrasion happens at the rate of 32,5 m/year, especially on the west of Bengkalis Island. The relatively lightweight characteristic of peat materials makes it more susceptible to beach abrasion and sedimentation. Since peatland beaches are very rare in the world, study about peatland beaches abrasion was also rarely done. To understand this phenomenon, this study has made a physical model in the laboratorium. Experiment using this physical model was done in Hydrotechnical Laboratorium at Department of Civil Engineering, Universitas Riau, through Multi Teaching Flame method, while the sample material of peat soil from Bengkalis Island Beach was subjected into preliminary property test. Experiment was done using 3 scenarios of wave height generated by wave generator, and 3 variation of beach slope, which was 1:2.5, 1:5 and 1:7.5. Data taken on this study were elevation of peak and valley of the wave (H), wave period (T) and sediment height (d) which was measured every 30 minutes for 300 minutes. Morphological changes of beach as a result of beach abrasion and sedimentation are further evaluated in terms of wave height and beach slope. Through this study, it can be concluded that wave length and rate affected by depth of the sea. The smaller the slope of the beach, the more stable the beach, which make it more susceptible from erosion.

Keyword: Bengkalis Island, Morphological Changes, Physical Model, Wave and Slope

PENDAHULUAN

Berdasarkan data *Global Wetlands*, Indonesia masuk dalam urutan kedua negara yang memiliki lahan gambut terbesar di dunia dengan luas 22,5 juta Ha setelah Brazil dengan luas lahan gambut 31,1 juta Ha. Sebaran gambut tropika terluas terdapat di tiga pulau besar (Sumatera, Kalimantan dan Papua) mencapai luas sekitar 14,9 juta hektar, tidak termasuk lahan gambut di pulau lainnya. (Wahyunto et al, 2005).

Pulau Sumatera memiliki lahan gambut terluas di Indonesia yaitu 6,4 juta Ha, dengan penyebaran lahan gambut terbanyak pada Pantai Timur Pulau Sumatera. Menurut data sekitar 60% lahan gambut di Sumatera atau 3,8 juta Ha terletak di Provinsi Riau. Berdasarkan kondisi geografis, Provinsi Riau terbagi atas dua wilayah yaitu wilayah daratan dan wilayah kepulauan. Wilayah kepulauan merupakan wilayah yang berhubungan langsung dengan pasang surut air laut, gelombang pecah, sedimentasi dan abrasi. Wilayah di Provinsi Riau yang memiliki lahan gambut terluas adalah Kabupaten Bengkalis setelah Kabupaten Indragiri Hilir (Sahputra et al, 2017).

Pulau Bengkalis adalah pusat pemerintahan dari Kabupaten Bengkalis, merupakan salah satu pulau yang hampir keseluruhan wilayahnya didominasi oleh lahan gambut yang letak

geografisnya dikategorikan terbuka karena berbatasan langsung dengan Selat Malaka sehingga rentan mengalami abrasi. Menurut Sutikno, 2014 luasan area Pulau Bengkalis yang mengalami abrasi rata-rata per tahun dalam kurun waktu 1988-2014 adalah 59,02 Ha/tahun dan Pantai utara Bengkalis bagian barat merupakan pantai yang mengalami abrasi paling parah, dengan laju abrasi sekitar 32,5 m/tahun, sehingga Pulau Bengkalis telah mengalami abrasi seluas 1,504.93 Ha dalam kurun waktu 26 tahun (Sutikno, 2014). Fenomena terjadinya abrasi di pantai Pulau Bengkalis terlampir pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Gambut Pulau Bengkalis
Sumber : [2]

Fenomena terjadinya abrasi Penggunaan model fisik untuk pemodelan abrasi diperlukan untuk menganalisa karakteristik transpor sedimen pada abrasi lahan gambut yang termasuk faktor penting

dalam terjadinya pergerakan sedimen dan karakteristik gelombang [4]. Penelitian ini difokuskan menggunakan simulasi fisik yang dilakukan di Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Riau.

Berdasarkan hasil simulasi model tersebut akan diperoleh karakteristik-karakteristik gelombang, serta waktu terjadinya gerusan pada sampel. Sehingga perubahan morfologi yang akan dilakukan simulasi fisik menggunakan skala laboratorium, dapat menggambarkan apa yang terjadi di lapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, lokasi pengujian dilakukan di Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Riau dan sampel yang digunakan berasal dari Desa Meskom, Kecamatan Benkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau.. Sampel yang diambil termasuk dalam kategori sampel terganggu (*Disturbed Sample*). Lokasi pengambilan sampel tanah gambut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Sumber : (*Aerial Photometry* di Lokasi Penelitian oleh Yamamoto)

Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian *properties* tanah gambut, yaitu *sieve analysis*, *specific gravity*, kadar organik, kadar abu dan kadar serat. Pemodelan di laboratorium meliputi variasi periode gelombang, frekuensi gelombang dan cepat rambat gelombang dengan 3 variasi kemiringan pantai, yaitu 1:2,5, 1:5 dan 1:7,5 serta 3 variasi gelombang yang digerakkan oleh wave generator, yaitu skala 3,4 dan 5. Penelitian dilakukan pada tanggal 22 Juli 2020 dengan durasi penelitian selama 300 menit dalam 1 hari, yang mana dalam 1 kali pengamatan dilakukan setiap 30 menit. dalam 1 kali pengamatan akan diambil nilai elevasi puncak gelombang, elevasi lembah gelombang, periode dan tinggi sedimen.

Tahapan Persiapan Penelitian

1. Peralatan penelitian

Tabel 1. Peralatan dan Bahan yang Digunakan pada Penelitian

No	Peralatan	Pengujian
1	<i>Multi Teaching Flum</i>	Alat pemodelan
2	<i>Wave Generator</i>	Menghasilkan gelombang
3	<i>Accoustic Doppler Velocimeter</i>	Mengukur kecepatan aliran dalam bentuk 3 dimensi
4	<i>Point Gauge</i>	Mengukur tinggi puncak dan lembah gelombang
5	Kamera Video	Merekam proses terjadinya perubahan morfologi pantai
6	Penggaris	Mengukur tinggi sedimen yang terbentuk atau tergerus
7	<i>Stopwatch</i>	Mengukur waktu
8	Wadah kedap air	Untuk menjaga kadar air dan kelembapan pada tanah gambut
9	Timbangan	Menimbang agregat
10	Saringan no 4-200	Menyeragamkan ukuran butiran sedimen
11	Oven <i>Furnace</i>	Pengujian kadar organik dan kadar abu
12	Cawan	Wadah meletakkan sampel pada pengujian kadar air
13	<i>Picnometer</i>	Mengukur <i>specific gravity</i> sampel tanah gambut

2. Pengambilan Sampel Tanah Gambut

Pengambilan sampel tanah gambut ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pengambilan Sampel

3. Pengujian *properties* tanah gambut.

Pengujian yang dilakukan yaitu analisa saringan serta berat jenis, sampel yang akan digunakan pada pemodelan yaitu sampel yang lolos saringan $\geq 50\%$ atau D_{50} serta pengujian *specific gravity*, kadar organik, kadar abu dan kadar serat.

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Setting alat pada pemodelan dilaboratorium meliputi:

1. Penyesuaian Kemiringan Sampel dengan Ukuran Flum.

Sampel tanah gambut diatur sesuai variasi kemiringannya yaitu : 1:2,5, 1:5 dan 1:7,5. Dengan tinggi sampel 18 cm, tinggi muka air 12 cm serta ukuran flum 500 cm x 25 cm x 7,6 cm ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Sketsa kemiringan pantai 1:5 pada flum

2. Pemasangan *wave generator*

Pemasangan *wave generator* dilakukan dengan cara meletakkan alat di atas flum serta diberikan variasi besaran gelombang, ditunjukkan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Wave Generator

3. Pemodelan

Pemodelan di laboratorium dilakukan dengan cara memasukkan sampel tanah gambut yang sudah diatur variasi kemiringan *slope*. Kemudian pada flum diisi air yang ketinggiannya sudah diatur serta kedua ujung flum sudah ditutup agar tidak terjadi kehilangan air variasi gelombang oleh *wave generator*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil dari pengujian *properties* tanah gambut yang memenuhi persyaratan, yang mana selanjutnya digunakan sebagai sampel yang akan diuj berdasarkan gelombang dan kemiringan. Nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai Kadar Air

No	Keterangan	No. Pengujian Simbol	Unit	Pengujian 1	Pengujian 2
1	Massa Cawan Kosong	(A)	gram	3,840	4,000
2	Massa Tanah	(B)	gram	14,680	14,710
3	Massa Tanah Kering	(C)	gram	6,210	6,080
4	Massa Air	(B - C)	gram	8,470	8,630
6	Kadar Air	w	%	136,390	141,940
Kadar Air Rata-Rata				w	%
				139,17	

Berat jenis adalah perbandingan antara massa butiran dengan massa cairan dalam volume yang sama. Metode yang digunakan pada pengujian berat jenis tanah gambut adalah menggunakan perbandingan massa butir tanah gambut dengan minyak tanah (*Kerosine*), hal ini dilakukan karena nilai berat jenis air lebih tinggi dari tanah gambut sehingga mengakibatkan tanah gambut mengapung. Nilai *specific gravity* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai *Specific Gravity*

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH					
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU					
PEMERIKSAAN SPECIFIC GRAVITY					
No. Sampel	:	Abrasi 1	Sumber Sampel	:	Pantai Meskom, Bengkalis
Tgl/ Terima	:	Juli 2020	Jenis Sampel	:	Tanah Gambut
No. Piknometer	:	103 dan 104	Untuk	:	Tugas Akhir
Keterangan		Simbol			Pengujian 1 Pengujian 2
Berat Piknometer		(A)	=	53,690	54,060 gram
Berat Piknometer + Tanah		(B)	=	56,710	56,580 gram
Berat Piknometer + Tanah + Minyak		(C)	=	132,860	133,110 gram
Berat Piknometer + Minyak		(D)	=	131,410	131,940 gram
Specific Gravity Tanah		$\frac{(B-A)}{(B-A) - (C-D)}$	=	1,924	1,867
Specific Gravity Tanah x BJ Minyak		$\frac{(B-A)}{(B-A) - (C-D)} \times 0,8$	=	1,539	1,493
Rata-rata Specific Gravity Tanah			=	1,516	

Pengujian kadar abu dan organik merupakan sifat fisik yang hanya dimiliki oleh tanah gambut. Nilai kadar abu dan organik diperlukan dalam pengujian tanah gambut agar dapat diklasifikasikan sesuai nilai kadar abu dan organik yang dimilikinya. Nilai kadar abu dan organik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai kadar abu dan Organik

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH					
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU					
PEMERIKSAAN KADAR ORGANIK DAN ABU					
No. Sampel :	Abrasi 1	Sumber Sampel :	Pantai Meskom, Bengkalis		
Tgl/ Terima :	Juli 2020	Jenis Sampel :	Tanah Gambut		
Pelaksana :	Praktikan	Untuk :	Tugas Akhir		
Keterangan	Simbol	Pengujian 1	Pengujian 2		
Massa Cawan	(A)	=	23,400	26,510	gram
Massa Tanah Awal	(B)	=	6,060	6,270	gram
Massa Tanah Abu + Cawan	(C)	=	24,430	27,430	gram
Massa Organik	(D) B - (C - A)	=	5,030	5,350	gram
Massa Abu	(E) (C - A)	=	1,030	0,920	gram
Persentase Organik	$\frac{D}{B} \times 100$	=	83,000	85,330	%
Rata-rata persentase organik		=	84,170		%
Persentase Abu	$\frac{E}{B} \times 100$	=	17,000	14,670	%
Rata-rata persentase abu		=	15,830		%

Nilai kadar serat pada tanah gambut dapat menentukan tingkat kematangan dari tanah gambut, kadar serat merupakan salah satu sifat fisik yang hanya dimiliki oleh tanah gambut. Nilai kadar serat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai kadar serat

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU PEMERIKSAAN KADAR SERAT			
No. Sampel :	2A-8,5	Sumber Sampe :	Pantai Meskom, Bengkalis
Tgl/ Terima :	Juli 2020	Jenis Sampel :	Tanah Gambut
Pelaksana :	Praktikan	Untuk :	Tugas Akhir
Massa Tanah Basah (A)	=		100,000 gram
Massa Kertas (B)	=		2,190 gram
Massa Cawan (C)	=		76,410 gram
Massa Cawan + Serat + Kertas (D)	=		104,330 gram
Massa Serat (E) (D - C - B)	=		25,730 gram
Kadar Air w	=		139,170 %
Massa Tanah Kering (F)	$\frac{A}{(w + 100)} \times 100$	=	41,810 gram
Persentase Serat $\frac{E}{F} \times 100$	=		61,540 %

Setelah menghitung nilai properties dari tanah gambut, maka akan di hitung nilai gelombang. Pengukuran pada gelombang yang dibangkitkan oleh alat pembangkit gelombang (*wave generator*) menggunakan 3 frekuensi gelombang, yaitu frekuensi skala 3, 4 dan 5. Dimana skala *wave generator* ini perlu disamakan ke dalam ukuran puncak dan lembah gelombang yang dihasilkan, karena ukuran yang dihasilkan oleh *wave generator* ini dapat berbeda tergantung dengan ukuran *flume* yang digunakan. Berikut merupakan ukuran puncak dan lembah gelombang yang dihasilkan oleh *wave generator* pada pantai gambut buatan terlampir pada Tabel 6.

Tabel 6 Rata-rata tinggi gelombang pada setiap titik tinjauan

Skala Gelombang	Tinggi Gelombang (m)				H Rata-Rata (m)	Periode (dt)	Frekuensi (Hz)
	H1	H2	H3	H4	(m)	(dt)	(Hz)
3	0,008	0,010	0,010	0,012	0,010	0,676	1,528
4	0,007	0,009	0,014	0,012	0,011	0,495	2,074
5	0,000	0,013	0,021	0,023	0,014	0,386	2,647
6	0,003	0,009	0,016	0,021	0,012	0,348	2,874
7	0,007	0,013	0,014	0,019	0,013	0,310	3,226

Dari perhitungan analisis gelombang yang telah dilakukan, maka dapat diidentifikasi masing masing dari karakteristik gelombang yang dibangkitkan oleh alat dengan frekuensi alat yang bervariasi. Berikut ini tabel karakteristik gelombang dari masing-masing frekuensi alat yang telah dilakukan simulasi. terlampir pada Tabel 7 s.d Tabel 9.

Tabel 7 Rekapitulasi analisis karakteristik gelombang pada kemiringan 1:2,5

Kemiringan	Volume (m3)	Frekuensi Alat	H rata-rata (m)	F rata-rata (Hz)	T rata-rata (dt)	L rata-rata (m)	C rata-rata (m/s)	E rata-rata (N)
1:2,5	0,003	3	0,013	1,189	0,846	0,484	0,793	0,125
		4	0,024	1,674	0,599	0,467	0,779	0,347
		5	0,024	2,188	0,460	0,310	0,675	0,251

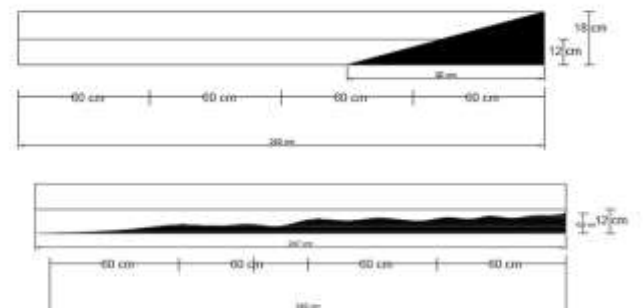
Tabel 8 Rekapitulasi analisis karakteristik gelombang pada kemiringan 1:5

Kemiringan	Volume (m3)	Frekuensi Alat	H rata-rata (m)	F rata-rata (Hz)	T rata-rata (dt)	L rata-rata (m)	C rata-rata (m/s)	E rata-rata (N)
1:5	0,006	3	0,020	1,681	0,596	0,425	0,715	0,257
		4	0,018	2,439	0,410	0,245	0,597	0,118
		5	0,014	2,770	0,362	0,187	0,518	0,060

Tabel 9 Rekapitulasi analisis karakteristik gelombang pada kemiringan 1:7,5

Kemiringan	Volume (m3)	Frekuensi Alat	H rata-rata (m)	F rata-rata (Hz)	T rata-rata (dt)	L rata-rata (m)	C rata-rata (m/s)	E rata-rata (N)
1:7,5	0,009	3	0,025	1,713	0,585	0,456	0,779	0,368
		4	0,026	2,109	0,476	0,328	0,687	0,311
		5	0,014	2,983	0,336	0,172	0,514	0,043

Dari hasil peninjauan pada simulasi yang dilakukan, didapat sketsa perubahan morfologi pantai bergambut dengan menggunakan slope yang sama yaitu 1:5 dengan volume sampel 0,006 m³ dan Skala Gelombang 4. Berikut gambar sketsa terjadinya perubahan morfologi setelah diuji selama 5 jam. Sketsa kondisi awal dan akhir terlampir pada Gambar 6



Gambar 6. Sketsa kondisi awal dan akhir morfologi pantai gambut buatan dengan kemiringan 1:5 dan skala gelombang 4

Adapun karakteristik dari gelombang dengan skala alat nomor 4 ini adalah :

- Tinggi gelombang rata-rata (H) : 0,022 m
- Frekuensi gelombang rata-rata (F): 2,439 Hz
- Periode gelombang rata-rata (T) : 0,410 s
- Panjang gelombang (L) : 0,245 m
- Cepat rambat gelombang (C) : 0,597 m/s
- Energi gelombang (E) : 0,118 N

Berikut gambar kondisi awal dan akhir dari simulasi perubahan morfologi pantai gambut buatan menggunakan gelombang dengan frekuensi alat



nomor 4. Terlampir pada Gambar 7

Gambar 7. Hasil akhir perubahan morfologi pantai gambut buatan dengan kemiringan 1:5 dan skala gelombang 4

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada simulasi studi pengaruh gelombang dan kemiringan pantai terhadap perubahan morfologi pantai bergambut, secara umum dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya sebagai berikut. Tinggi gelombang cenderung mengalami perubahan setiap waktunya, hal ini dipengaruhi oleh kekentalan cairan yang disebabkan oleh gelombang kapiler. Panjang dan kecepatan gelombang sangat dipengaruhi oleh kedalaman, nilai kedalaman diperoleh dari jarak dasar ke permukaan yang berubah setiap terjadi pengangkutan sedimen. Semakin besar energi gelombang yang menghantam pantai gambut buatan, semakin panjang penyebaran butiran tanah gambutnya serta semakin landai kemiringan dan besar volume sampel pada pantai gambut buatan, bentuk runtuhannya semakin stabil dan tidak mudah terjadi pergerusan.

Adapun saran dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk analisis perubahan morfologi pantai gambut buatan akibat pengaruh gelombang dan kemiringan serta untuk penelitian selanjutnya sebaiknya ditambahkan pengaruh pasang surut pada proses perubahan morfologi pantai bergambut

DAFTAR PUSTAKA

- R. Sahputra, S. Sutikno, and A. Sandhyavitri, "Mitigasi Bencana Kebakaran Lahan Gambut Berdasarkan Metode Network Analysis Berbasis Gis (Studi Kasus: Pulau Bengkalis)," *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–11, 2017.
- Sutikno, S. (2014). Analisis laju Abrasi Pantai Pulau Bengkalis dengan Menggunakan data satelit. *Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) HATHI XXXI*, September, 616–625. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2074.5766>
- Wahyunto, Ritung, S., Suparto, & Subagjo, H. (2005). Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. *Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia.*, February 2016. [http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/prosiding/prosiding_gambut_icctf/05Wahyunto Indon peatland map-draft1-20juli2014_HN_1-EditWt11Agt-tika.pdf](http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/prosiding/prosiding_gambut_icctf/05Wahyunto%20Indon%20peatland%20map-draft1-20juli2014_HN_1-EditWt11Agt-tika.pdf)
- Yamamoto, K., Basir, N., Sutikno, S., Kanno, A., Kagawa, H., Suzuki, M., Akamatsu, Y., & Koyama, A. (2019). Tropical peat debris storage in the tidal flat in northern part of the Bengkalis island, Indonesia. *MATEC Web of Conferences*, 276, 06002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201927606002>