

KARYA TEKNOLOGI BIDANG BUDIDAYA PERAIRAN



**TEKNOLOGI HYBRID ENGINEERING SEBAGAI PEREDAM GELOMBANG LAUT
UNTUK MENCEGAH ABRASI PANTAI**

Oleh :

Dr. Ir. SUYONO, M.Pi. (NIDN. 0015016601)

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

2016

TEKNOLOGI HYBRID ENGINEERING SEBAGAI PEREDAM GELOMBANG LAUT UNTUK MENCEGAH ABRASI PANTAI

Latar Belakang

Fenomena pohon mangrove asli/bukan hasil reboisasi yang sudah besar berusia lima belas tahun lebih yang roboh terkena terjangan arus/gelombang laut masih banyak dijumpai. Hal tersebut biasanya terjadi di wilayah pantai yang tidak terlindung oleh gosong pasir atau pelindung lain sehingga langsung terkerna arus/gelombang laut yang masih utuh kekuatannya, yakni sekitar 27 Jolule. Gelombang sebesar itu mampu menimbulkan abrasi pantai dan menumbangkan pohon mangrove yang sudah besar. Tumbangnya pohon mangrove yang sudah berukuran besar juga dimungkinkan karena ditambah dari adanya kekuatan energi arus vertikal pasang surut yang secara terus menerus ikut berperan mengangkat dan menumbangkan pohon mangrove tersebut. Untuk mengurangi kekuatan arus/gelombang laut yang menerpa pantai baik untuk mengurangi dampak abrasi maupun untuk meningkatkan efektivitas reboisasi mangrove, telah dibuat beberapa bangunan pelindung pantai. Bangunan pemecah gelombang dari bahan bambu namun banyak yang tumbang tidak kuat menghadapi terjangan ombak. Hal tersebut diduga karena pemecah gelombang tidak dibuat dengan perhitungan karakter perlintasan gelombang. Disamping itu pemecah gelombang dibangun di perairan pantai dengan cenderung dipasang sejajar pantai menghadang gelombang secara tegak lurus sehingga energi terjangan gelombang besar dan meruntuhkan penahan gelombang tersebut.

Bangunan pemecah gelombang dapat dibuat dari berbagai materi dasar, misalnya batu, tembok, maupun beton cor yang relatif mahal. Pada sisi yang lain di daerah pantai banyak tersedia bahan baku lokal berupa kayu dan bambu yang dapat dijadikan sebagai bahan pemecah gelombang yang dikenal dengan istilah *hybride engineering*. Pemecah gelombang dari bahan alami tersebut, jika dipasang memenuhi kaidah bangunan pantai dengan memenuhi teknis hidro-oceanografi pantai dapat memiliki tingkat efektivitas yang memadai.

Pemecah Gelombang Hybride Engineering

Bangunan pemecah gelombang *hybride engineering* dibuat dari bahan dasar bambu, kayu dan tali memanfaatkan bahan baku lokal yang ada di pantai dan mudah didapatkan. Bambu/kayu disusun dan diikat kuat membentuk sudut 45° (Gambar 1) dan dipasang ditancapkan ke tanah dasar perairan pantai dengan kedalaman memadai. Bangunan pemecahan gelombang dipasang dengan bagian ujung sudutnya diarahkan ke datangnya arus/gelombang. Sejumlah bangunan pemecah gelombang disusun berderet/berjajar dengan memperhitungkan

arah datangnya arus/gelombang. Arah datangnya arus/gelombang dihindari tegak lurus dan diatur $30-60^\circ$ untuk mengurangi dampak hempasan gelombang. Pemasangan deret pemecah gelombang juga dilakukan berlapis (2-4 lapis) sesuai besarnya gelombang laut di tempat pemasangan (Gambar 2). Uji coba dilakukan di perairan pantai Kaliwlingi, Kecamatan Brebes Timur, Kabupaten Brebes.



Gambar 1. Pemecah gelombang hybride engineering



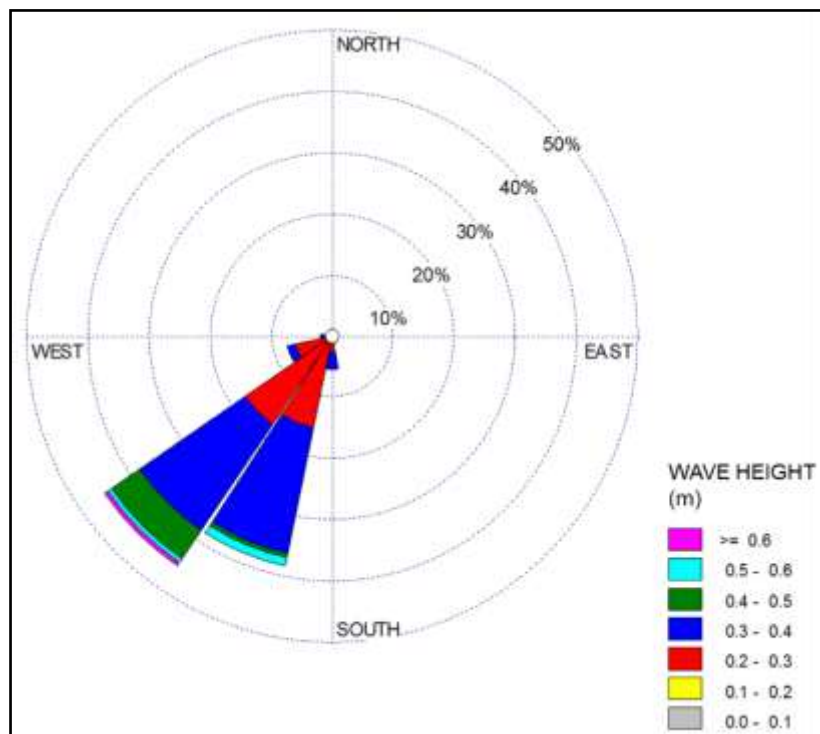
Gambar 2. Pemasangan pemecah gelombang hybride engineering

Perhitungan Uji Coba

Hasil Pengukuran Gelombang Sebelum Melewati Pemecah Gelombang

Data gelombang di perairan Kecamatan Brebes diambil dengan alat *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) pada tanggal 21 – 27 Juli 2016 dengan mengambil lokasi sekitar 3 mil (5,5 km) di sebelah utara gosong pasir yang memanjang di pantai Kaliwlingi Kecamatan Brebes. Kedalaman perairan sekitar 10 meter. Lokasi pengambilan data tersebut cukup representatif bagi pengukuran arus/gelombang yang belum terhalang/terkurangi oleh gosong

pasir, alat pemecah ombak (APO) maupun mangrove. Selama pengamatan tanggal 21-27 Juli 2016 (Gambar 3 dan 4) diperoleh hasil bahwa gelombang sebagian besar menjalar ke arah barat daya. Tinggi gelombang signifikan yang menjalar ke arah barat daya dominan berada di kisaran 0,2 – 0,3 m dengan prosentase kejadian sebesar 38,19% (Tabel 1). Ada pula tinggi gelombang signifikan di kisaran 0,1 – 0,2 dan 0,3 – 0,4 m yang juga menjalar ke arah barat daya dengan prosentase kejadian hampir sama yaitu 16,67%. Selain ke barat daya, gelombang juga menjalar ke arah selatan dengan prosentase kejadian 20,83%. Gelombang yang menjalar ke selatan ini terdiri dari gelombang dengan tinggi signifikan 0,1 – 0,2 m sebesar 8,33%, 0,2 – 0,3 m sebesar 11,11%, dan 0,3 – 0,4 m sebesar 1,39%. Saat pengamatan juga terjadi gelombang dengan tinggi signifikan lebih dari 0,5 m yang menjalar ke arah barat daya. Akan tetapi, prosentase kejadiannya hanya 1,39% atau sekitar 2 jam dari total kejadian selama 144 jam atau 6 hari (Tabel 1)



Gambar 3. Wave rose (arah ke-) hasil pengukuran tinggi gelombang signifikan pada tanggal 21 – 27 Juli 2016.

Berdasarkan hasil pengukuran kondisi angin pada tahun 2006 – 2014, sebagian besar angin bertiup dari selatan dengan kisaran kecepatan 1,5 – 4,5 m/detik. Kondisi tersebut terjadi hampir sepanjang tahun, yaitu dari sejak bulan Mei sampai November dengan kisaran 37 – 70% kejadian. Sementara, pada bulan Januari dan Februari, angin dominan berhembus dari arah barat laut. Kondisi mirip juga terjadi sepanjang tahun 2015 dimana sedang dalam kondisi El

Nino. Sepanjang tahun 2015 angin dominan juga berhembus dari arah selatan, kecuali pada bulan Januari, Februari, dan Desember.

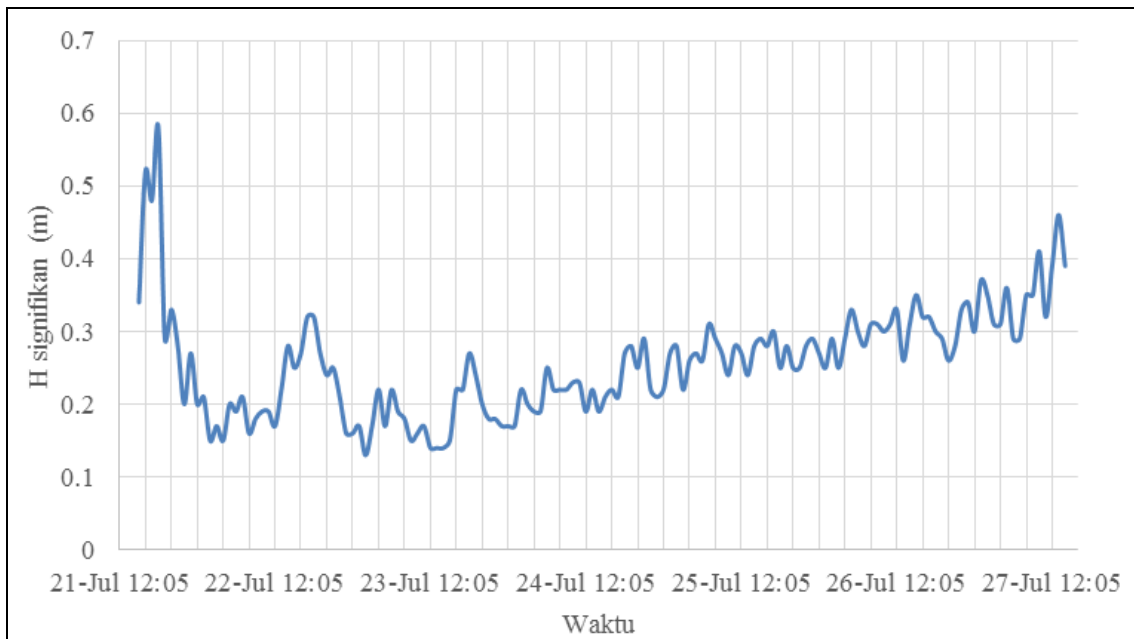
Apabila kondisi angin ditinjau bersama dengan kondisi gelombang pada bulan Juli, terlihat bahwa angin dominan berhembus dari selatan dengan kisaran kecepatan 3 – 4,5 m/detik. Hasil tersebut menunjukkan perbedaan antara arah angin hasil observasi di Tegal dan arah penjalaran gelombang di Perairan Brebes. Dari hasil pengukuran gelombang, diperoleh bahwa gelombang sebagian besar menjalar ke arah barat daya. Sementara, angin yang berhembus dari timur laut ke barat daya pada bulan Juli hanya sekitar 5,7%.

Tabel 1. Jumlah kejadian (jam) tinggi gelombang signifikan hasil pengukuran tanggal 21-27 Juli 2016

Hsig (m) Arahke-	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4- 0,5	0,5-0,6	>0,6
Utara	0	0	0	0	0	0	0
TimurLaut	0	0	0	0	0	0	0
Timur	0	0	0	0	0	0	0
Tenggara	0	0	1	0	0	0	0
Selatan	0	12	16	2	0	0	0
Barat Daya	0	24	55	24	3	2	0
Barat	0	2	3	0	0	0	0
Barat Laut	0	0	0	0	0	0	0

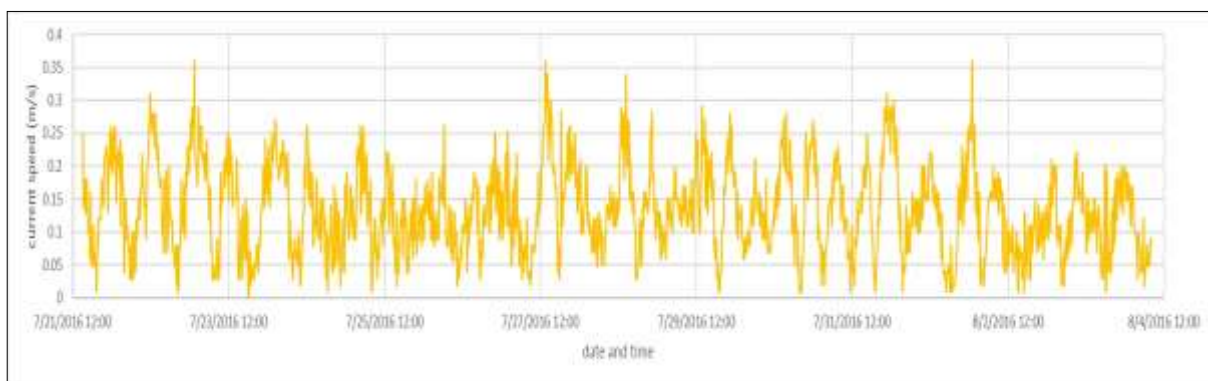
Tabel 2. Prosentase kejadian tinggi gelombang signifikan hasil pengukuran tanggal 21-27 Juli 2016

Hsig (m) Arahke-	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4- 0,5	0,5-0,6	>0,6
Utara	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TimurLaut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tenggara	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00
Selatan	0,00	8,33	11,11	1,39	0,00	0,00	0,00
Barat Daya	0,00	16,67	38,19	16,67	2,08	1,39	0,00
Barat	0,00	1,39	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Barat Laut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Gambar 4. Tinggi gelombang signifikan.

Berdasarkan data hasil pengukuran *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) di perairan pantai Kecamatan Brebes dapat diinterpretasikan bahwa kecepatan arus berkisar antara 0.001 – 0.35 m/s, hasil tersebut berdasarkan pengukuran ADCP di titik deployment ADCP arus bagian permukaan. Ilustrasi data gelombang di perairan pantai Kecamatan Brebes disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi data gelombang di perairan pantai Kecamatan Brebes.

Perhitungan daya gelombang :

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{N}{t}$$

$$\text{Amplitudo (R)} = \frac{H_{\text{maks}} - H_{\text{min}}}{2}$$

$$\text{Kecepatan ombak (v)} = 2 \pi f R$$

$$\text{Daya per meter dari muka gelombang (P)} = \frac{1}{32} \rho g R^2 v$$

dimana :

P (daya gelombang)

ρ (massa jenis air laut) = 1020 kg/m³

g (gaya gravitasi) = 9,81 m/dt²

Volume gelas ukur 500 ml (0,5 liter) = 0,5 dm³ = 0,0005 m³

Bobot gelas ukur kosong = 220 gram (0,220 kg),

Bobot gelas ukur berisi air laut = 0,730 kg

Bobot air = 0,730 – 0,220 = 0,510 kg

Massa jenis air laut (ρ) = 0,510 kg/0,0005 m³ (1020 kg/m³)

$$\text{Daya (P)} = \frac{1}{32} \times 1020 \text{ kg/m}^2 \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \times (0,5 \text{ m})^2 \times 0,35 \text{ m/dt}$$

$$= 27,361 \text{ Joule (Kekuatan gelombang sebelum melewati pemecah gelombang).}$$

Hasil Pengukuran Gelombang Setelah Melewati Pemecah Gelombang

Kekuatan arus/gelombang laut sebelum dan setelah berkurang oleh keberadaan pemecah gelombang diperbandingkan sehingga diketahui tingkat perubahannya. Hasil pengamatan gerak arus/gelombang laut rata-rata di pantai yang terlindung oleh pemecah gelombang di Kaliwlingi, Kecamatan Brebes disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan gerak gelombang laut rata-rata di pantai terlindung pemecah gelombang di pantai Kaliwlingi, Kecamatan Brebes

Lokasi Pengamatan : Pantai Ds. Randusanga Barat Kec. Brebes (Wil. Brebes timur)									
Waktu Pengamatan : Bulan Desember 2014									
No	Frekuensi Ombak			Ketinggian Ombak			v (m/s)	P (Watt)	h (m)
	N	t (detik)	F (Hz)	H _{maks} (cm)	H _{min} (cm)	R (m)			
1	10	45	0.22	62	29	0.17	0.24	2.17	0.86
2	12	51	0.24	61	29	0.16	0.24	1.92	0.78
3	14	57	0.25	64	30	0.17	0.26	2.35	0.96
4	16	69	0.23	63	28	0.18	0.26	2.63	1.07*
5	18	81	0.22	61	29	0.16	0.22	1.76	0.72
6	20	92	0.22	64	32	0.16	0.22	1.76	0.72
7	23	102	0.23	65	30	0.18	0.26	2.63	1.07*
8	25	110	0.23	66	32	0.16	0.23	1.84	0.75
Rata-rata									
	17.25	75.88	0.23	63.25	29.88	0.17	0.25	2.26	0.92

Sumber : Suyono (2015)

Keterangan :

- * = nilai tertinggi
- N = jumlah gelombang
- t = waktu gelombang (detik)
- F = frekuensi gelombang (Hz)
- H_{maks} = ketinggian gelombang maksimum (cm)
- H_{min} = ketinggian gelombang minimum (cm)
- R = amplitudo ombak (m)
- v = kecepatan ombak (m/dtk)

Menurut Kusmana (2005) dan Azizah *et al* (2011), keberadaan mangrove ataupun penghalang arus gelombang di pantai akan mengurangi kekuatan hempasan arus/gelombang rata-rata 60% - 73%-nya. Berdasarkan pendapat tersebut maka kekuatan arus/gelombang yang semula di pantai terbuka di Kecamatan Brebes sebesar 27,361 Joule dimungkinkan akan berkurang menjadi hanya tinggal 6,293 Joule sampai 16,417 Joule di pantai yang dipasang pemecah gelombang di Kecamatan Brebes. Hasil pengamatan beserta perhitungannya bahkan menunjukkan bahwa kekuatan arus/gelombang laut di pantai yang terlindung pemecah gelombang di Kaliwlingi Kecamatan Brebes bahkan hanya terdeteksi maksimal 2,63 Joule dengan rata-ratanya sebesar 2,26 Joule (Suyono, 2015). Kekuatan arus/gelombang yang tinggal 9,61% tersebut sesuai dengan yang dinyatakan oleh Fiazia (2006) yang menyatakan bahwa keberadaan mangrove seluas 100 m² dengan jumlah 30 batang pohon mangrove yang memiliki ketinggian akar 30 – 100 m di dalamnya dapat mengurangi kekuatan arus/gelombang laut sampai 90%-nya.

Daftar Pustaka

- Azizah. H. Alikodra, H. Gunawan, K.Soedjajadi, S. Lilis, Sudarmaji, A. Retno, P. Corie , A.. Haruki, And F.Evi. 2011. *The Sustainability of Pamurbaya Mangrove Forest Ecosystem at East Java Indonesia*. Rehabilitation of Tropical Rainforest Ecosystems 24 – 25 October 2011, Kuala Lumpur ; Universiti Putra Malaysia – Mitsubishi Corporation. 23 p.
- Fiazia, N.A. 2006. *Struktur Komunitas Mangrove dan Implikasinya pada Kegiatan Rehabilitasi di Pesisir Brebes, Jawa Tengah*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 85 p.
- Kusmana, C.. 2005. *Mangrove dalam Upaya Menangani Abrasi dan Pengelolaan Pantai*. Semiloka Program Mitra Bahari sub RC Kalimantan Barat, Pontianak, 15 Nov. 2005. 5 p.

Suyono. 2014. *Penanganan Degradasi Ekosistem Mangrove Dan Abrasi Pantai Berbasis Geographic Information System Dengan Pendekatan Adaptive Co-Management Tahun Kdua*. Penelitian Hibah Bersaing Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan R.I.