

## REHABILITASI PANTAI BERLUMPUR DENGAN PEGAR GEOBAG RANGKA BAMBU DI DESA SRIWULAN KABUPATEN DEMAK

### ***MUDDY COAST REHABILITATION USING LOW CREST BREAKWATER FILLED WITH GEOBAG AND BAMBOO FRAMED IN SRIWULAN DISTRICT DEMAK REGENCY***

**M.Reza Robby Nugraha<sup>1)</sup>, Raden Indra A Gemilang<sup>2)</sup>**

<sup>1)2)</sup> Balai Litbang Pantai- Pusat Litbang Sumber Daya Air

Jl. Gilimanuk-Singaraja Km 122, Gerokgak, Bali 81155

E-mail: [rezarobbynugraha@gmail.com](mailto:rezarobbynugraha@gmail.com); [radenindra14@gmail.com](mailto:radenindra14@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

*Erosi pantai, banjir rob, dan penurunan tanah di pantai utara Jawa Tengah, khususnya Kabupaten Demak, Desa Sriwulan telah mengakibatkan rusaknya lingkungan dan mundurnya garis pantai. Melalui Proyek Building with Nature, Pusat Litbang Sumber Daya Air merekomendasikan penerapan struktur Pemecah Gelombang Ambang Rendah (PEGAR) menggunakan rangka bambu sebagai struktur pelindung dan penangkap sedimen. Sebelum diterapkan di lapangan terlebih dahulu dilakukan uji model numerik untuk melihat respon hidro-oseanografi dan morfologi di sekitar struktur. Pemodelan numerik dilakukan menggunakan software MIKE21 dengan membuat tiga skenario model yaitu PEGAR dengan panjang 75 meter, 500 meter, dan 1000 meter. PEGAR dengan panjang 75 meter adalah PEGAR yang akan dipasang di Desa Sriwulan sedangkan panjang PEGAR 500 meter dan 1000 meter untuk melihat persebaran sedimen jika menggunakan PEGAR yang lebih panjang dan memiliki celah. Hasil dari uji model numerik menunjukkan PEGAR mampu mengurangi energi gelombang, dengan tinggi gelombang di belakang PEGAR mencapai 0.04 meter saat kondisi menuju surut dan 0.07 meter saat kondisi menuju pasang. Hasil simulasi model selama 5 tahun menunjukkan tiga simulasi PEGAR dengan panjang 75, 500, dan 1000 meter membentuk sedimentasi di belakang PEGAR sebesar 25 cm. Hasil monitoring terhadap kinerja prototipe PEGAR Geobag di Pantai Sriwulan pada Mei 2017 menghasilkan tebal sedimen antara 15 cm-25 cm.*

*Kata Kunci : Erosi pantai, PEGAR, Bambu, Mangrove, Pantai berlumpur, Desa Sriwulan*

#### **ABSTRACT**

*Coastal erosion, tidal flooding, and land subsidence on the Northern Coast of Central Java, especially on Demak Regency, Sriwulan District have resulted in environmental degradation and coastal retreat. In effort to restore and protect nearly submerged coastal area, through the Building with Nature Project, Research Center for Water Resources recommends the application of a Low Crested Breakwaters (LCB) structure with bamboo frame as a protective and sediment catcher structure. Prior to the field applied, a numerical model test was performed to see the hydro-oceanographic and morphological response around the structure. Numerical modeling is done using MIKE21 software by creating three model scenarios, LCB with length 75 meters, 500 meters, and 1000 meters. LCB with a length of 75 meters is the LCB to be installed in Sriwulan district while LCB 500 meters and 1000 meters are used to see the spread of sediments If using LCB that longer and has a gap. The results of the numerical model test show that LCB is capable to reduce wave energy, with wave height behind structure reaching 0.04 meters when low tide condition and 0.07 meters during high tide condition. Model simulation results for 5 years show three LCB sizes with length 75, 500, and 1000 meters for sedimentation behind LCB of 25 cm. The results of monitoring on the performance of PEGAR Geobag prototype in Sriwulan Beach in May 2017 resulted in sediment between 15 cm-25 cm.*

**Keywords:** *coastal erosion, low-crested breakwaters, bamboo pile, mangrove, muddy coast, Sriwulan district*

## PENDAHULUAN

Pantai Sriwulan berada di Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Dengan koordinat 6°56'26.00"S, 110°28'47.53"E. Pantai ini berlokasi di Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung dan terletak kurang lebih 20 km dari Kota Demak. Pantai Sriwulan berbatasan dengan Pantai Morosari dan Pantai Timbul sloko di bagian timur sedangkan di bagian barat berbatasan dengan Kawasan Industri Terboyo dan Pelabuhan Tanjung Mas. Vegetasi sekitar daerah Sriwulan didominasi oleh *mangrove* dan tata guna lahan di daerah Sriwulan merupakan pemukiman padat penduduk, tambak-tambak dan industri. Sedimen di daerah pantai Sriwulan berupa lumpur. Pantai Sriwulan terus mengalami kemunduran garis pantai. Bagian rumah di bagian terdepan pantai sudah banyak yang tenggelam dan terabrasi sehingga daerah Sriwulan perlu mendapat perhatian khusus.

Untuk menghentikan proses erosi dan mengembalikan garis pantai yang stabil, langkah yang perlu dilakukan adalah mengembalikan keseimbangan dengan menciptakan kondisi yang mendorong terjadinya sedimentasi, sehingga lebih banyak sedimen yang terendapkan daripada yang terkikis. Hal ini dapat dicapai antara lain dengan memasang struktur ambang rendah atau struktur semi tenggelam untuk menciptakan proses sedimentasi melalui mekanisme gelombang pecah dan melimpas di atas puncak struktur. Dengan bertambah majunya garis pantai, *mangrove* dapat pulih karena airnya tidak lagi terlalu dalam dan daerah *intertidal* (antara daerah surut dan air pasang) tetap kering dalam periode cukup lama, yang memungkinkan dilakukan penanaman *mangrove*.

Keunggulan Struktur Pemecah Gelombang Ambang Rendah (PEGAR) dari struktur pengaman pantai lain adalah dari segi biaya pembuatan lebih murah, dampak estetika yang lebih ramah lingkungan, sirkulasi air yang lebih baik, dan efek rintangan yang rendah terhadap transpor sedimen (Kularatne, 2008). Pendekatan praktis untuk menghasilkan PEGAR yang efektif sebagai pengendali erosi dan perehab pantai adalah dengan menempatkan PEGAR pada posisi di atas muka air rata-rata (MSL). Prototipe PEGAR pantai Tanjung Kait dan pantai Pisangan (Sulaiman, 2012a), pantai Pekalongan (Basyir Ahmad dkk., 2015) dan pantai Sigandu Batang (Sulaiman dkk., 2015) merupakan prototipe lapangan yang memberikan respon yang positif dengan terbentuknya *salient* dan *tombolo* atau lahan timbul, yang merupakan pantai baru yang terbentuk oleh adanya PEGAR.

## KAJIAN PUSTAKA

### Pemecah Gelombang Ambang Rendah (PEGAR)

Struktur pemecah gelombang ambang rendah adalah struktur pelindung pantai yang ditempatkan sejajar garis pantai dengan bagian puncak berada di bawah muka air tertinggi, mendekati atau sedikit muncul di atas permukaan air laut rata-rata (Buccino dan Calabresse, 2007). Selain berfungsi sebagai peredam dan pemecah gelombang, PEGAR berperan sebagai penangkap dan menahan sedimen. Limpasan gelombang yang dipaksa pecah di atas PEGAR mengangkut bermacam sedimen (Pascual., 2007).

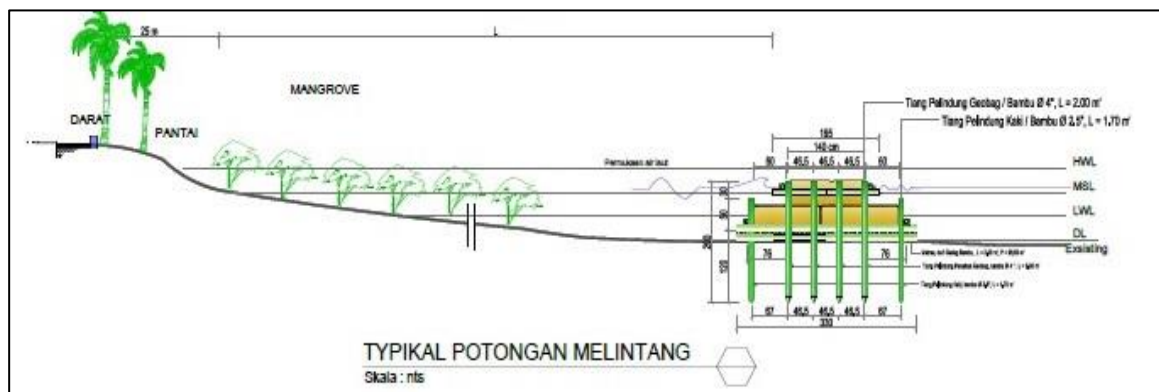
Perambatan gelombang mengalami transformasi oleh adanya struktur PEGAR. Fenomena yang terjadi di area struktur sebagai berikut: (1) terjadinya gelombang pecah; (2) terjadinya turbulensi di belakang struktur; (3) adanya pusaran dibelakang struktur; dan (4) terjadinya refleksi dan difraksi gelombang. Fenomena yang terjadi di area struktur PEGAR adalah adanya kehilangan energi gelombang yang disebabkan oleh struktur tersebut (Hanson dan Kraus, 1991). Proses turbulensi menyebabkan terjadinya pengendapan sedimen. Proses tersebut berlangsung secara kontinu yang menyebabkan sedimen menumpuk di pantai dan membentuk garis pantai baru yang disebut *salient* dan makin maju ke arah laut sampai menyatu dengan struktur PEGAR yang disebut sebagai *tombolo*.

### Uji Model Numerik Hidrodinamika dan Morfologi

Uji model numerik dilakukan untuk memaksimalkan keterbatasan biaya dan waktu dalam mensimulasikan berbagai kondisi gelombang, arus, dan respon morfologi (Zanuttigh Barbara, 2006). Uji model numerik Sriwulan dilakukan menggunakan *software* MIKE21 yang dibangun oleh DHI. DHI adalah perusahaan lingkungan keairan yang memiliki kantor pusat di Denmark. Modul yang digunakan adalah MIKE21 *Flow Model* FM untuk model hidrodinamika, modul *spectral wave* untuk model gelombang, dan modul *sand transport* untuk model morfologi. Modul *flow model* FM, *Spectral wave* dan *Sand Transport* adalah modul-modul untuk aplikasi fenomena hidrolika yang terjadi di danau, estuari, teluk, daerah pantai dan laut (Pusair, 2016).



**Gambar 1** Lokasi pemasangan PEGAR di Pantai Sriwulan, Kabupaten Demak (Google Earth, 2016)



**Gambar 2** Potongan melintang PEGAR geobag rangka bambu (Pusair, 2016)

## METODOLOGI

Pemodelan numerik Sriwulan ini dilakukan dengan dua skenario yaitu skenario model besar untuk memodelkan hidrodinamika dan skenario model kecil untuk memodelkan gelombang dan morfologi. Pembuatan prototipe PEGAR terlebih dahulu dilakukan studi dan survey pendahuluan, pengumpulan data, dan desain prototipe. Bagan alir pekerjaan pembuatan prototipe PEGAR secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.

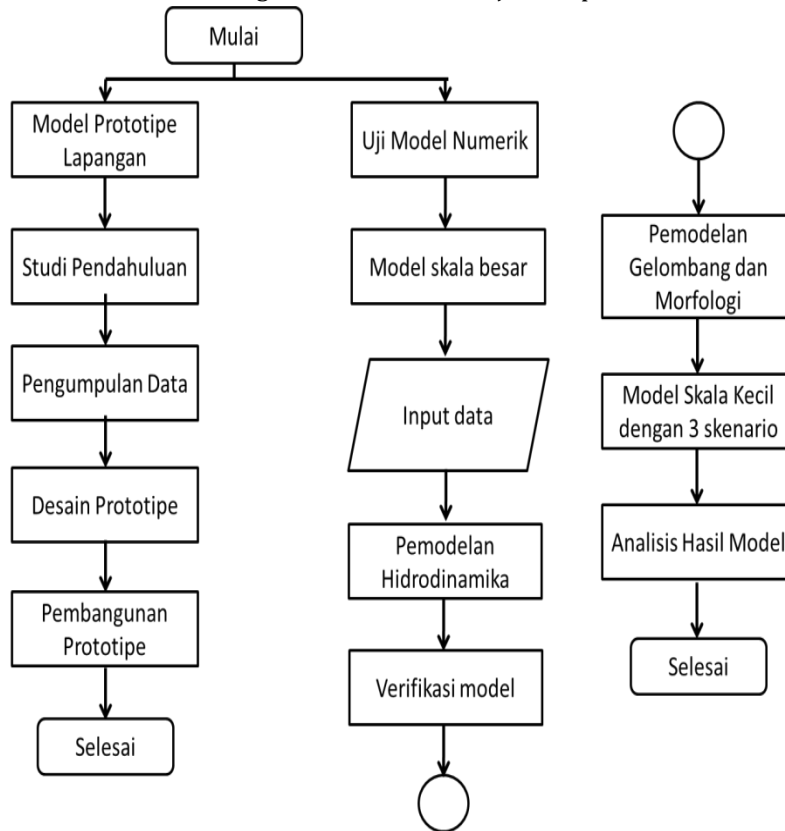
### Model Numerik Perubahan Pantai Sriwulan

Definisi syarat batas pada model adalah salah satu hal yang perlu diperhatikan sebelum simulasi. Definisi syarat batas model skala besar Sriwulan terdiri dari 1004 titik simpul dan 1532

elemen yang ditunjukkan pada Gambar 4. Batas yang berwarna kuning didefinisikan sebagai *land boundary* atau batas daratan sedangkan batas yang berwarna hijau dan biru didefinisikan sebagai laut. Syarat batas *land boundary* lokasi kajian dihasilkan dari digitasi Google Earth yang kemudian diproses untuk mendapatkan nilai  $x$ , dan  $y$ . Data yang digunakan sebagai masukan awal adalah data batimetri hasil pengukuran lapangan yang dilakukan oleh instansi Balai Litbang Pantai tahun 2008 dikombinasikan dengan data batimetri dari *General Bathymetric Chart of The Oceans* (GEBCO) untuk data batimetri ke arah *offshore*. Data pasang surut menggunakan data pasang surut yang diekstrak menggunakan MIKE *Toolbox* berdasarkan metode IOS (DHI, 2012).

Data gelombang signifikan sebagai data masukan dalam modul gelombang didapat dari penelitian yang dilakukan oleh instansi Puslitbang Sumber

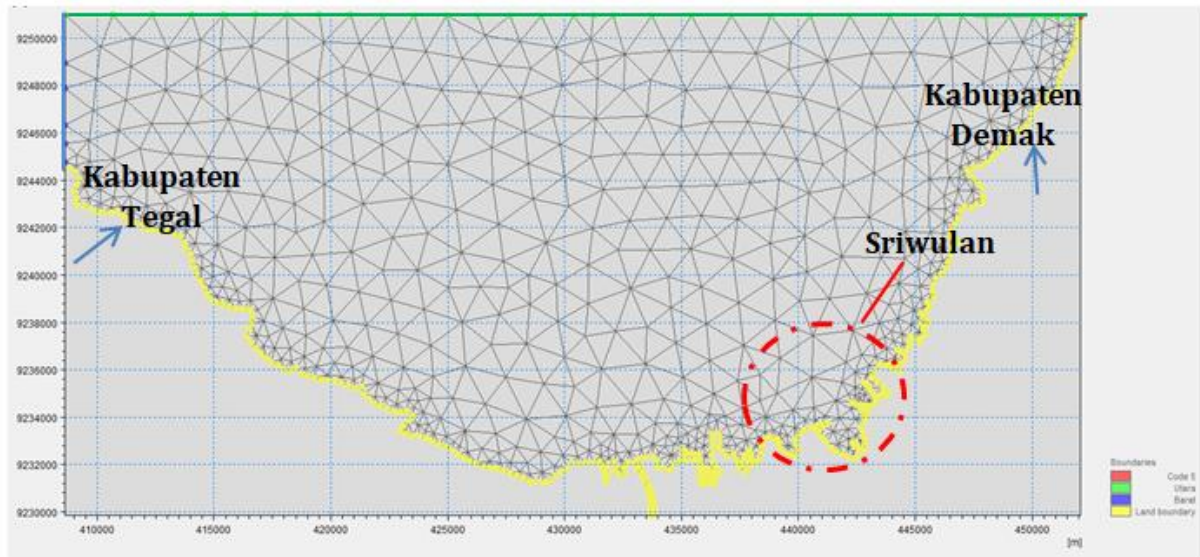
Daya Air dan Labmath (Pusair dan Labmath, 2012). Rincian data awal model Sriwulan ditunjukkan pada Tabel 1.



**Gambar 3** Bagan alir pekerjaan pembuatan prototipe PEGAR di Sriwulan

**Tabel 1** Rincian data awal model numerik Sriwulan

Parameter	Rincian data
Syarat Batas <i>Land Boundary</i>	Digitasi Citra <i>Google Earth</i>
Batimetri	1. Hasil pengukuran lapangan ( <i>sounding</i> ) Oleh Balai Pantai tahun 2008 2. Data Batimetri dari GEBCO; resolusi 30 <i>arc second</i> /1 km
Pasang surut	1. Data pasang surut model dari MIKE21 <i>Toolbox</i> ; Bulan Mei-Juli 2016 2. Data pasang surut hasil pengukuran lapangan oleh balai litbang pantai 3-15 mei 2016 ; interval data 30 menit
Gelombang	Tinggi Gelombang: 0,35 meter; Periode 4,5 detik
Luas Domain Model	Membentang dari Kabupaten Tegal sampai Kabupaten Demak



**Gambar 4** Jejaring koputasi untuk model Sriwulan (Pusair, 2016)

**Tabel 2** Setup modul hidrodinamika

Parameter	Input simulasi
Domain	<i>Datum shift : 0</i> <i>Minimum depth cutoff: 0.05</i>
Waktu Simulasi	<i>Number of time step : 2975</i> <i>Time step interval : 1800detik</i> Tanggal dimulai : 03/05/2016;12:00: AM Tanggal berakhir : 04/07/2016;12:00: AM
<i>Flood and Dry Drying</i>	<i>Depth = 0,005 m</i> <i>Flooding depth = 0,05 m</i> <i>Wetting depth = 0,1 m</i>
<i>Initial Conditions</i>	<i>Type : Constant</i> <i>Surface elevation : 0 m</i>
<i>Boundary Condition</i>	<i>North</i>
	<i>East</i>
	<i>West</i>
	<i>South (land boundary)</i>

Langkah pertama adalah memodelkan hidrodinamika yang hasil simulasi model nya akan dijadikan data masukan untuk modul *Coupled Spectral Wave* dan *Sand Transport*. Simulasi model dilakukan selama 5 tahun untuk masing-masing skenario PEGAR tiang bambu. *Setup* model hidrodinamika dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan *setup* modul *Spectral Wave* dan *Sand Transport* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Model numerik skala kecil dibuat dengan metode *nesting* untuk melihat respon hidrodinamika dan morfologi secara lebih detail. Domain model skala kecil ditunjukkan pada

Gambar 5. Simulasi untuk melihat respon hidrodinamika dan morfologi pada struktur dilakukan tiga skenario panjang PEGAR yaitu skenario panjang PEGAR 75 meter, 500 meter dan 1000 meter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. PEGAR dengan panjang 75 meter adalah PEGAR yang akan dipasang di Desa Sriwulan dan tidak memiliki celah. Sedangkan panjang PEGAR 500 meter dan 1000 meter untuk melihat persebaran sedimen jika menggunakan PEGAR yang lebih panjang dan memiliki celah. PEGAR dengan panjang total 500 dan 1000 meter dibuat per 100 meter dengan lebar celah 50 meter.

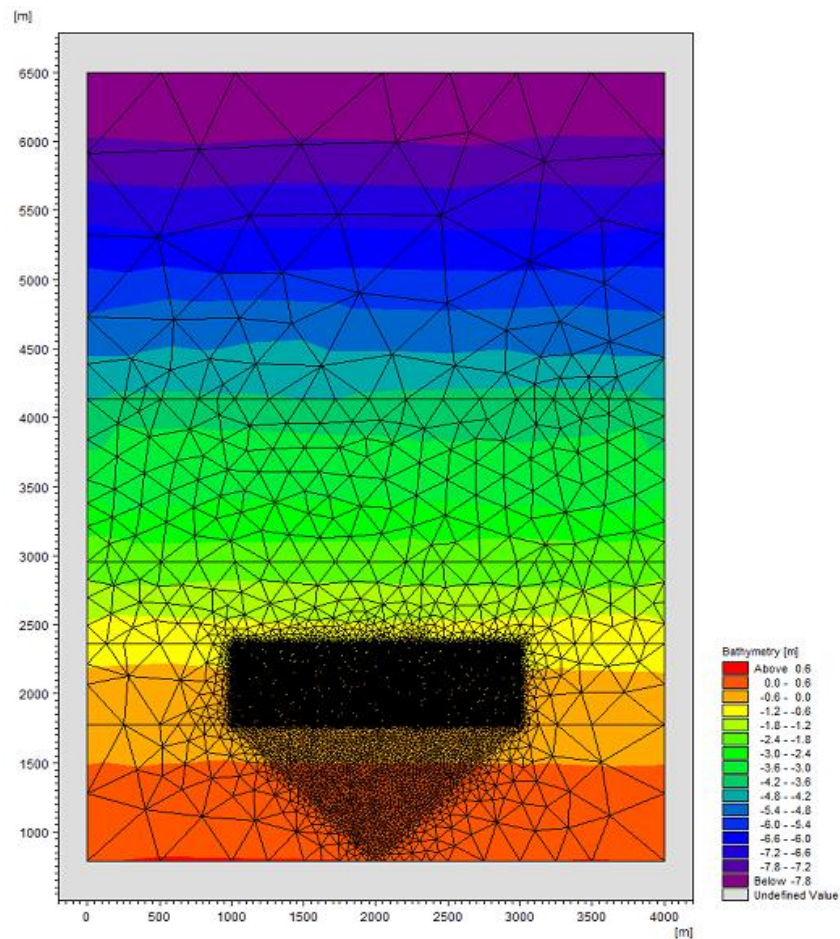
**Tabel 3** *Setup* modul gelombang (*spectral wave*)

Parameter	Input simulasi
Domain	<i>Datum shift</i> : 0 <i>Minimum depth cutoff</i> : 0.05
Waktu Simulasi	<i>Number of time step</i> : 2975 <i>Time step interval</i> : 1800detik Tanggal dimulai : 03/05/2016;12:00: AM Tanggal berakhir : 04/07/2016;12:00: AM
<i>Basic Equation</i>	<i>Fully spectral formulation</i> <i>Quasi stationary formulation</i>
<i>Solution technique</i>	<i>Low order,fast algorithm</i>
<i>Water Level Condition</i>	<i>Specify Water Level Variation (from output hidrodinamik modul)</i>
<i>Initial Condition</i>	<i>Zero Spectra</i>
<i>Boundary Condition</i>	<i>North:Wave parameter(version 1)</i>
	<i>West: Lateral boundary</i>
	<i>East: Lateral boundary</i>
	<i>Significant wave height,Hm0: 0.35 m</i>
	<i>Peak Wave Period,Tp: 4.5 second</i>
	<i>Mean Wave Direction: 0 degree (utara)</i>
	<i>Directional Spreading Index,n: 5</i>

**Tabel 4** *Setup* modul morfologi (*sand transport*)

Parameter	Input simulasi
<i>Model Definition</i>	<i>Model type: Wave and current</i> <i>Transport description: equilibrium</i>
<i>Solution Technique</i>	<i>Low order, fast algorithm</i>
<i>Sediment properties</i>	<i>Grain dimeter 0.15 mm</i>
<i>Solution technique</i>	<i>Low order,fast algorithm</i>
<i>Morphology</i>	<i>Max bed level change 1 m/day</i>
	<i>Speedup factor 30 (5 tahun)</i>





**Gambar 5** Domain model skala kecil

**Tabel 5** Spesifikasi prototipe PEGAR rangka bambu di Sriwulan

Spesifikasi Prototipe PEGAR	Keterangan
Dimensi	0,3 x 0,6 x 0,9 meter
Panjang	75 meter
Lebar	1,6 meter
Diameter bambu yang digunakan	15-20 cm
Tinggi puncak PEGAR sampai dasar perairan	1-1,5 meter
Panjang tiang bambu yang menancap dari dasar perairan ke bawah tanah	2 - 3 meter

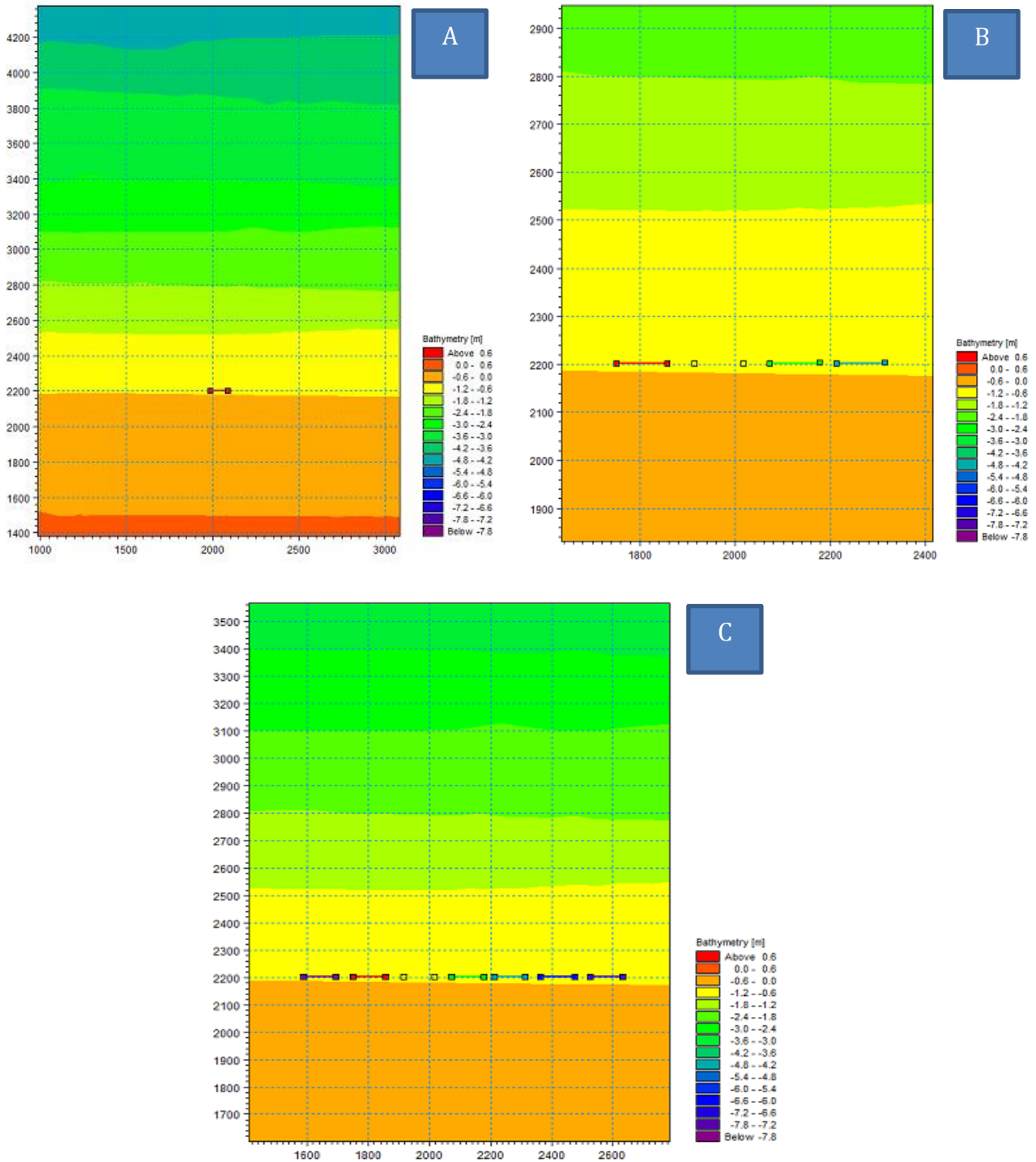
#### Prototipe PEGAR Geobag Rangka Bambu

Struktur PEGAR geobag yang telah dipasang di pantai Sriwulan merupakan prototipe lapangan yang disiapkan menjadi percontohan dan struktur alternatif dalam melindungi dan menumbuhkembangkan *mangrove* sebelum kuat menahan hempasan gelombang. Geobag adalah karung pasir yang terbuat dari geotekstil *non-woven*

*polypropylene* superior dengan kuat tarik tinggi yang dirancang agar tahan terhadap abrasi, sinar UV, dan juga coblos (*puncture*). Penggunaan PEGAR geobag dengan tiang bambu sebagai sangkar diperkirakan mampu bertahan selama tiga tahun sampai *mangrove* tumbuh kuat. Melalui struktur PEGAR ini diharapkan mampu berfungsi sebagai peredam gelombang sekaligus sebagai pelindung sementara pertumbuhan *mangrove*

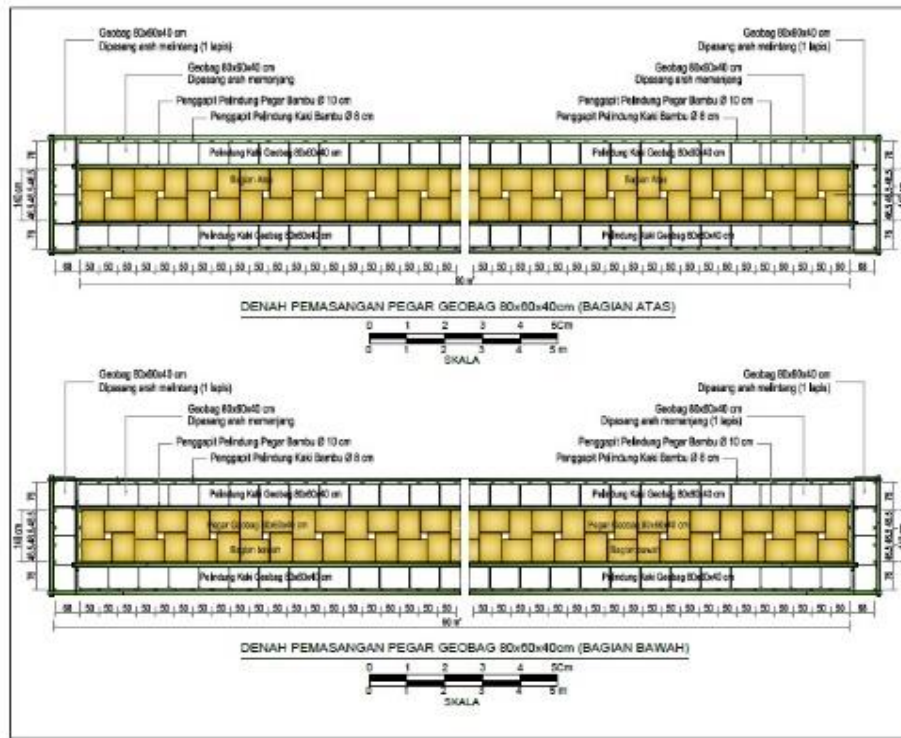
muda sebelum kuat menahan gempuran gelombang. Struktur PEGAR ini berupa kombinasi tiang-tiang bambu dengan bagian tengah struktur diisi karung pasir (geobag) ukuran 0,3 x 0,6 x 0,9 m dengan tinggi puncak struktur di atas muka air rata rata (MSL) dan di bawah muka air tertinggi (HWL). Puncak struktur PEGAR ini muncul ke

permukaan saat air laut surut, namun puncaknya tenggelam saat air laut pasang. Dimensi struktur memiliki panjang 75 meter, lebar 1,6 meter dan tinggi dari dasar perairan 0,9 meter dengan panjang tiang bambu yang menancap sekitar 2,0 – 3 meter dari dasar perairan. Spesifikasi prototipe PEGAR dapat dilihat pada Tabel 5.

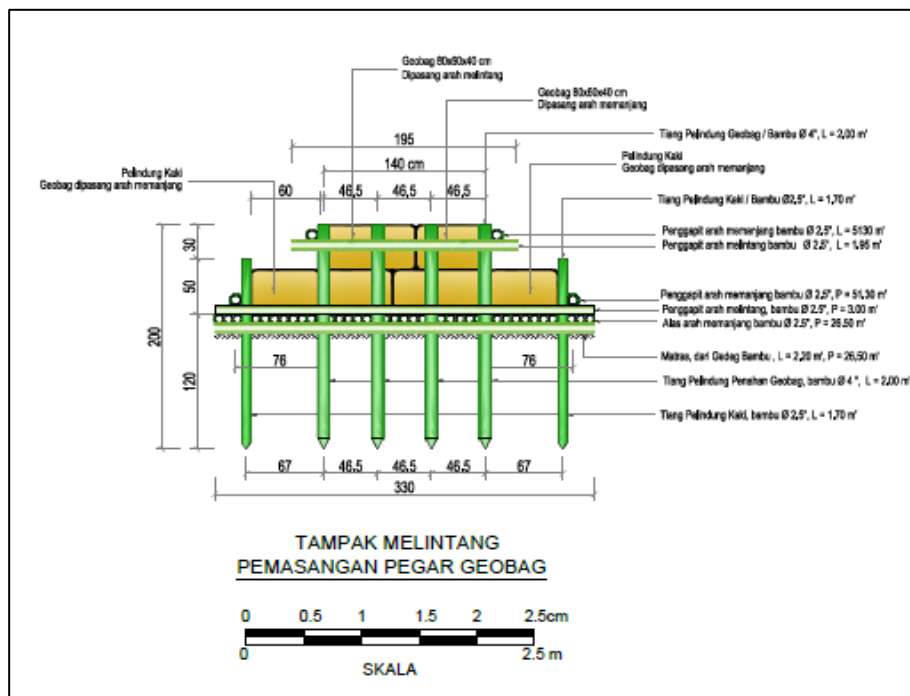


Gambar 6 Skenario pemasangan PEGAR dengan panjang 75 meter (a) 500 meter (b), dan 1000 meter (c)





(a)



(b)

**Gambar 7** Denah pemasangan PEGAR geobag rangka bambu (a) dan tampak melintang pemasangan PEGAR (b)(Pusair, 2016)

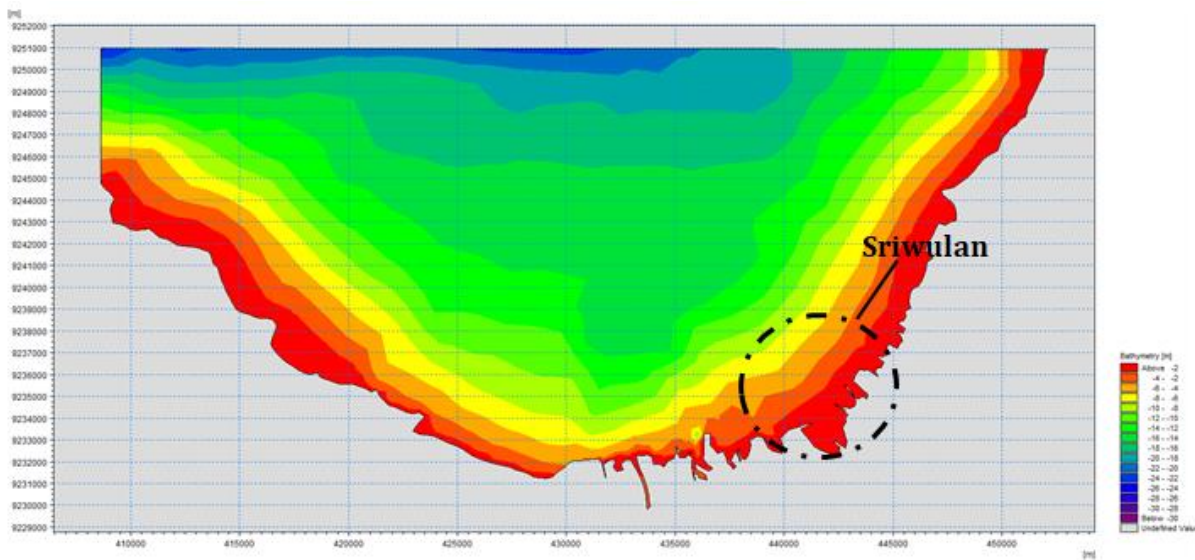
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Batimetri

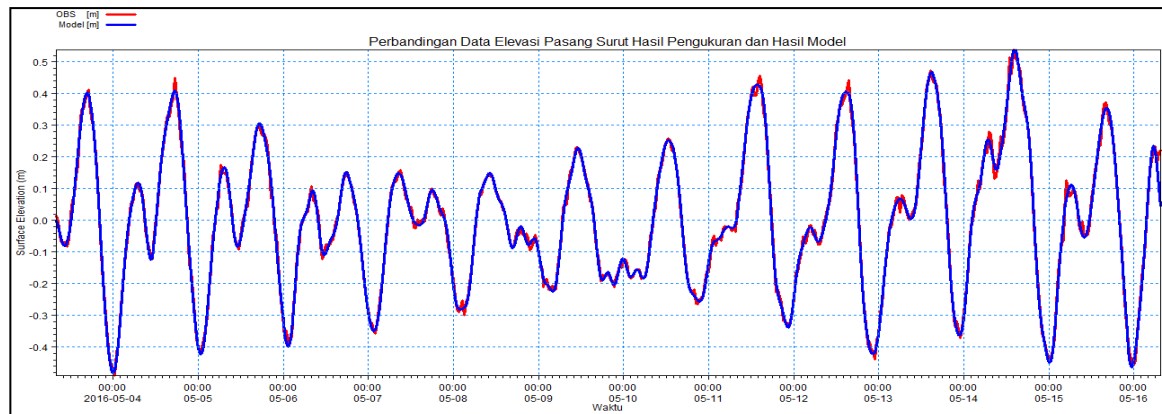
Titik-titik batimetri hasil pengukuran di lapangan dan yang didapat dari GEBCO kemudian diinterpolasi menjadi data batimetri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Hasil data batimetri menunjukkan kedalaman di sepanjang garis domain model termasuk daerah Sriwulan sangat dangkal, kedalamannya sekitar 2 sampai dengan 4 meter.

### Verifikasi Data Hasil Model Terhadap Data Lapangan

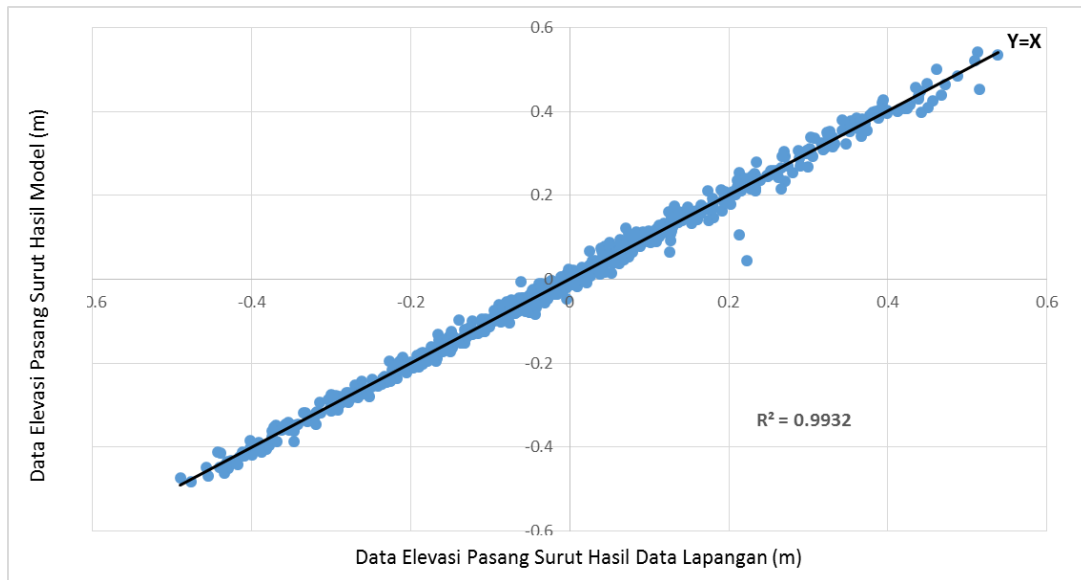
Perbandingan data pasang surut hasil model dan hasil pengukuran lapangan ditunjukkan pada Gambar 9. Hasil perbandingan data pasang surut menunjukkan kesesuaian fasa dan amplitudo dengan nilai kesalahan antara hasil model dan lapangan (*RMS error*) 0,0181. Verifikasi korelasi data antara Hasil Model dan Lapangan ditunjukkan pada Gambar 10 yang menunjukkan kesesuaian data dengan koefisien deterministik ( $R^2$ ) 0,9932.



Gambar 8 Batimetri Sriwulan (Pusair, 2016)



Gambar 9 Perbandingan data pasang surut hasil model (biru) dan lapangan (merah) (Pusair, 2016)



**Gambar 10** Verifikasi korelasi data pasang surut hasil model dan hasil lapangan

Simulasi model gelombang menghasilkan keluaran kondisi gelombang ketika kondisi menuju pasang, saat pasang, menuju surut, dan saat surut. Simulasi model gelombang (*Spectral Wave*) ini menggunakan data masukan hasil modul hidrodinamika. Pada modul gelombang ini hanya disimulasikan arah gelombang dari utara.

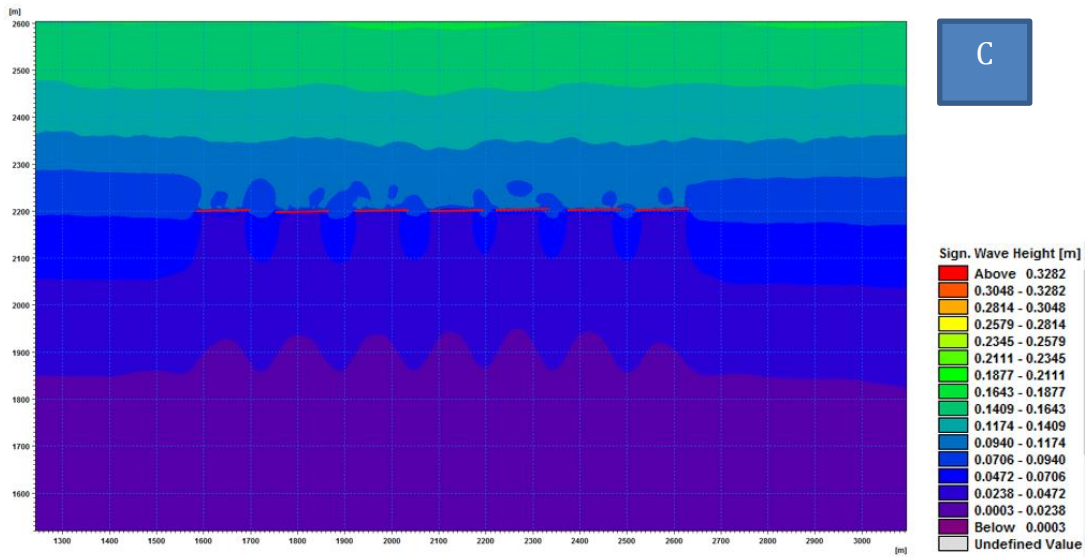
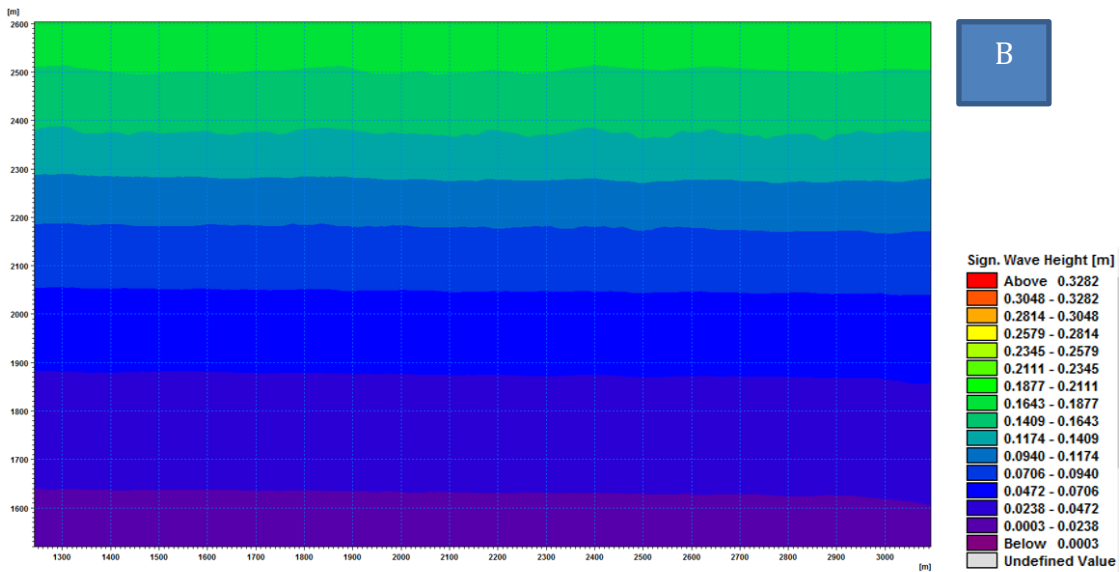
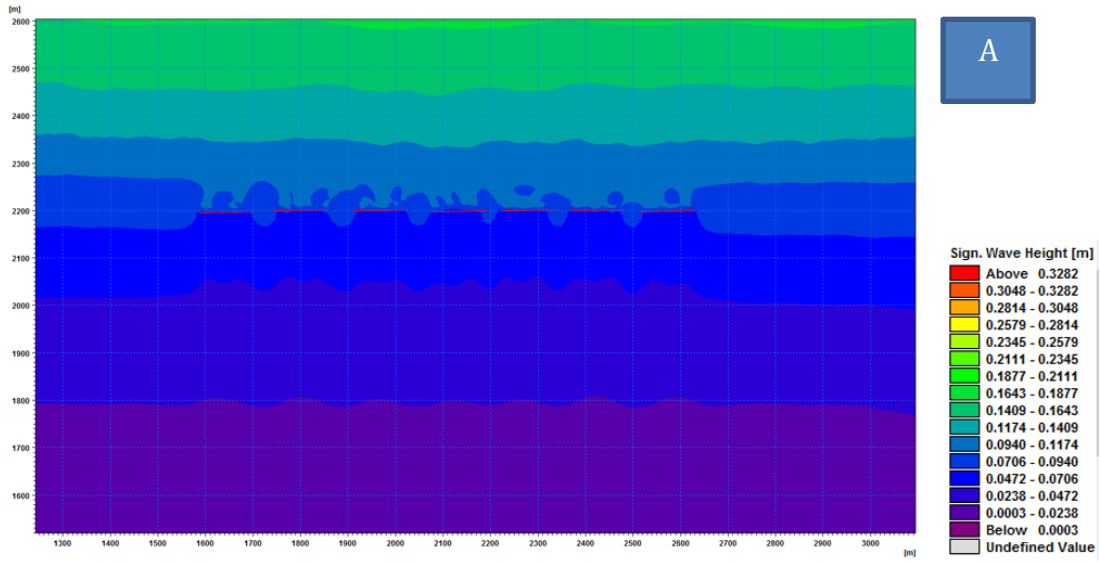
#### Interaksi Gelombang dengan Struktur PEGAR

Besar tinggi gelombang signifikan pada kondisi menuju surut, surut, menuju pasang, dan saat pasang yang sampai ke PEGAR tiang bambu sangat kecil (berkisar 0,04-0,07 meter). Hal ini dikarenakan perambatan gelombang mengalami

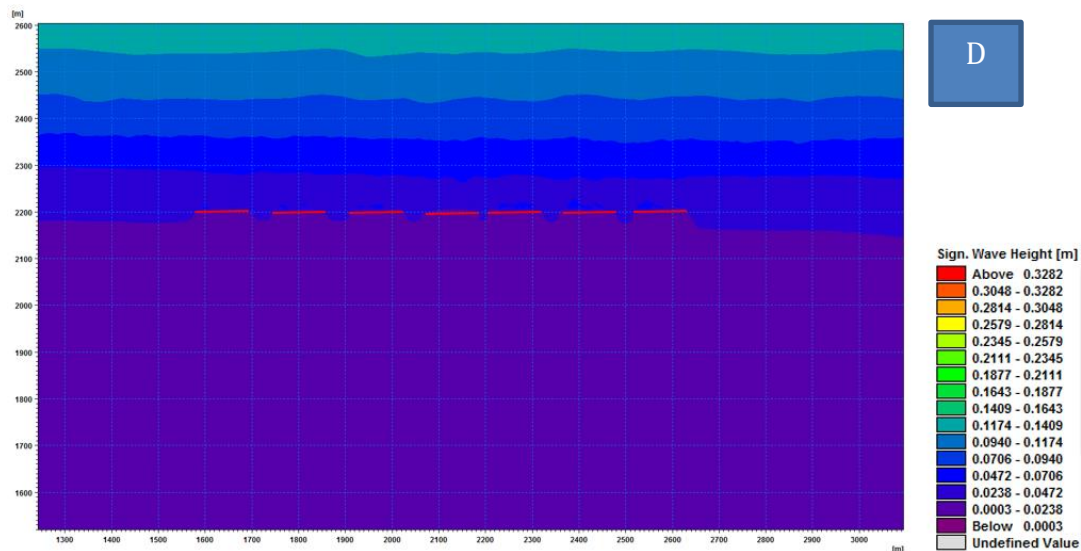
transformasi oleh adanya PEGAR seperti gelombang pecah, difraksi, dan refleksi gelombang. Selain itu karena profil batimetri Sriwulan yang dangkal sehingga gelombang pecah sudah terjadi jauh dari posisi PEGAR, ditambah inputan tinggi gelombang pada *setup* model juga relatif kecil yaitu 0.35 m dengan *peak wave period* 4.5 detik. Pada Gambar 11 dapat dilihat perbedaan dari empat kondisi tinggi muka air yang terjadi, jika saat kondisi surut, struktur akan nampak ke permukaan dan saat kondisi pasang, struktur terendam dibawah muka air laut.

**Tabel 6** Tabulasi hasil skenario model gelombang

Skenario	Tinggi Gelombang di Belakang PEGAR
Menuju Pasang	H= 0,07 meter; PEGAR masih muncul ke permukaan
Pasang	H= 0,07 meter; PEGAR terendam dibawah muka air laut
Menuju Surut	H= 0,04 meter; PEGAR muncul ke permukaan
Surut	H= 0,003 meter; PEGAR muncul ke permukaan







**Gambar 11** Gelombang saat kondisi menuju pasang (A),pasang (B), menuju surut (C), dan saat Surut (D) (Pusair, 2016)

### Analisis Perubahan Morfologi Pantai

Dari hasil simulasi modul morfologi diketahui terjadi pembentukan sedimen di belakang PEGAR baik untuk simulasi PEGAR 75 meter, 500 meter dan 1000 meter. Pembentukan sedimen dibelakang PEGAR ini diakibatkan karena gelombang dan arus pasang surut yang membawa sedimen dari laut lepas. Ketika kondisi pasang gelombang dan arus pasang surut merambat mencapai daratan sehingga membawa sedimen sampai kearah daratan, lalu ketika surut sebagian sedimen ada yang tertahan dibelakang PEGAR. Namun tinggi perubahan morfologi maksimal selama 5 tahun dibelakang PEGAR hanya sekitar 0.26 meter. Hal ini disebabkan tinggi gelombang dan arus yang merupakan faktor dominan pembawa sedimen dari laut lepas sangat kecil. Akumulasi sedimen yang diprediksi model tidak persis terjadi di belakang struktur sesuai dengan teori pemecah gelombang ambang rendah. Kemampuan PEGAR dalam menangkap sedimen dibelakangnya sangat bergantung pada lebar celah dan jarak dari pantai (Sulaiman dkk., 2014). Kemungkinan karena pengaruh lebar celah inilah sedimen banyak menumpuk di celah pegar. Selanjutnya perlu perhitungan lebih rinci untuk menentukan lebar celah PEGAR jika nantinya akan dibuat PEGAR dengan total panjang 1000 atau 500 meter agar terjadi pembentukan sedimen di belakang PEGAR. Selain itu, perbedaan hasil prediksi model dengan teori juga bisa disebabkan oleh kondisi eksisting lokasi kegiatan yang berupa

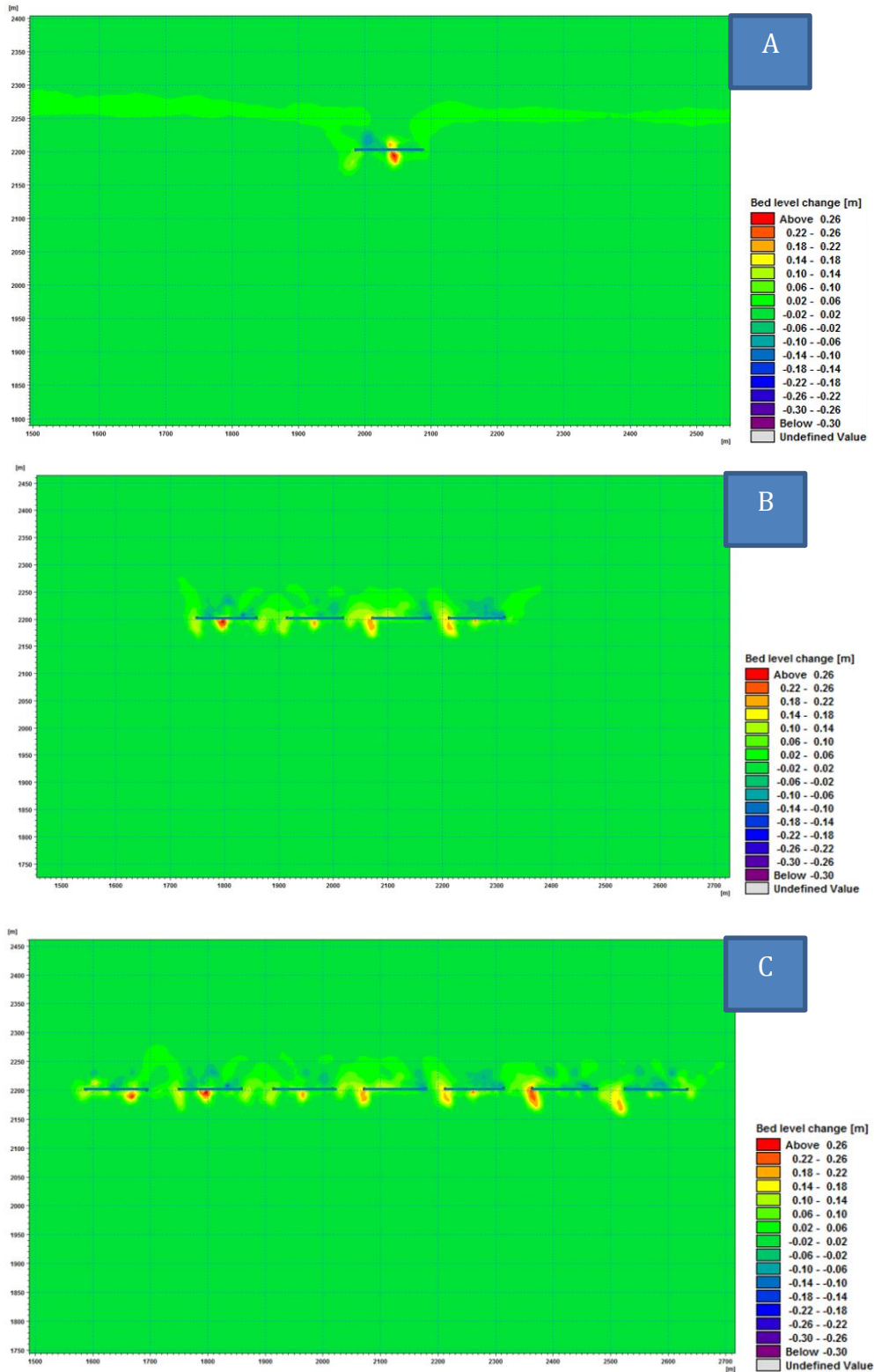
dataran yang cukup dangkal, sehingga fungsi peredam energi gelombang tidak sama persis dengan tipikal pemecah gelombang ambang rendah yang biasanya di terapkan pada lokasi yang relatif lebih curam.

Struktur PEGAR geobag tiang bambu yang telah terpasang di pantai Sriwulan, Demak ditunjukkan pada Gambar 13. Berdasarkan hasil monitoring pasca pemasangan PEGAR, yaitu bulan Mei 2017, diperoleh tebal sedimentasi yang tidak terlalu signifikan, yaitu 15-25 cm tebal sedimen di belakang struktur. Kondisi fisik dari pada struktur PEGAR geobag rangka bambu, tampak baik rangka bambu maupun kondisi karung geotekstilnya masih utuh tanpa ada kerusakan.

### Bambu Sebagai Rangka PEGAR Geobag

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan dengan rongga dan ruas di batangnya. Bambu memiliki banyak tipe, nama lain dari bambu adalah buluh, aur, awi (Sunda), dan eru. Tanaman bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan paling cepat. Hal ini karena bambu memiliki sistem rhizoma-dependen yang unik, dalam sehari bambu dapat tumbuh sepanjang 60 cm (24 Inchi) bahkan lebih, tergantung pada kondisi tanah dan klimatologi tempat ia ditanam (Farrelly,1984).





**Gambar 12** Hasil perubahan morfologi untuk skema panjang PEGAR 75 meter (A), 500 meter (B) ,dan 1000 meter (C) (Pusair, 2016)



**Gambar 13** Prototipe PEGAR geobag rangka bambu di Pantai Sriwulan, Demak (Pusair, 2016)

Dibandingkan dengan kayu, bambu memiliki keunggulan yang sangat menarik jika digunakan sebagai bahan bangunan yaitu seratnya yang lebih elastis dan sangat kuat menahan beban, baik beban tekan, tarik, beban lekuk, maupun beban geser. Bambu berkualitas tinggi lebih kuat dibandingkan baja (Roach, 1996), sehingga dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

Pada umumnya, bagian bangunan yang dapat dibuat dari bambu jauh lebih murah jika dibandingkan dengan bahan bangunan lain untuk kegunaan yang sama. Bambu terdapat hampir di seluruh Indonesia. Bambu biasanya kurang tahan lama karena mengandung banyak kanji yang disukai oleh rayap dan menjadi tempat tumbuh yang baik bagi cendawan akibat suhu dan kelembaban tinggi di daerah tropis. Bambu memiliki 50 - 55% lebih banyak selulosa daripada kayu. Tanpa perhatian pada pengawetan maka konstruksi bambu hanya bertahan 2- 3 tahun saja, sedangkan melalui proses pengawetan dan pemeliharaan yang baik mampu bertahan lama > 15 tahun. Penggunaan bambu untuk konstruksi di laut sangat rentan terhadap organisme laut yang menempel seperti teritip, yang akan mengurangi usia pakainya. Salah satu upaya yang telah dilakukan masyarakat Demak untuk memperpanjang usia pakai bambu adalah dengan menutup batang bambu tersebut dengan lapisan kain. Dengan menerapkan kebijakan lokal ini, bambu yang digunakan di laut bisa bertahan lebih dari tiga tahun.

#### **Biaya Pembuatan PEGAR Geobag Rangka Bambu**

Penanganan erosi pantai secara struktur, yaitu dengan memasang bangunan pelindung

pantai, baik menggunakan unit *armor* batu alam maupun menggunakan batu buatan seperti blok beton dan bahan geotekstil, memerlukan biaya yang tidak murah. Mahalnya penanganan erosi pantai dapat dilihat dari harga per meter mulai dari yang termahal seperti *armor* dari beton (sekitar Rp.40-50 jt/m); PEGAR geotube (Rp. 5 jt/m); dan PEGAR geobag rangka bambu sekitar Rp. 1-2 jt/m. Komponen biaya untuk geobag masih dominan dalam mempengaruhi biaya konstruksi PEGAR geobag secara keseluruhan, lebih dari 50% biaya terserap oleh komponen karung geotekstil tersebut. Seandainya komponen geotekstil ini bukan lagi produk impor, maka biaya penanganan erosi pantai dengan struktur PEGAR geobag ini akan jauh lebih ekonomis dan terjangkau masyarakat pesisir. (Sulaiman, 2012b).

#### **KESIMPULAN**

Struktur PEGAR geobag rangka bambu yang telah dipasang di pantai Sriwulan merupakan prototip lapangan yang diharapkan menjadi percontohan dan struktur alternatif dalam melindungi dan menumbuh-kembangkan *mangrove* sebelum kuat menahan hempasan gelombang. Dari hasil simulasi model numerik menunjukkan struktur PEGAR mampu mereduksi energi gelombang di belakang struktur sampai 0,01 meter. Berdasarkan hasil model numerik simulasi 5 tahun PEGAR dengan panjang 75 meter, 500 meter, 1000 meter menghasilkan sedimentasi di belakang struktur maksimal sebesar 26 cm. Hasil monitoring terhadap kinerja prototip PEGAR geobag di pantai Sriwulan menghasilkan tebal sedimen antara 15 cm - 25 cm (1 tahun). Perubahan morfologi yang kecil ini disebabkan batimetri lokasi penempatan PEGAR yang dangkal

sehingga gelombang pecah terjadi jauh di depan struktur akibatnya frekuensi kejadian gelombang *overtopping* sedikit sehingga pasokan sedimen tidak cukup untuk membentuk sedimentasi di belakang PEGAR.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih baik kepada perorangan maupun instansi atas data, informasi, dan bahan-bahan sehingga tulisan ini bisa tersusun. Terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Pusat Litbang Sumber Daya Air, Kepala Balai Pantai-PUSAIR, BwN, Pemerintah Daerah, dan Masyarakat Sriwulan Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak atas bantuan dan kerjasamanya, sehingga pelaksanaan prototip bangunan PEGAR geobag tiang bambu ini dapat terlaksana dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

Basyir Ahmad., M. Ismanto, S.Miftahudin, Dede M. Sulaiman, 2015. Rehabilitasi Erosi Pantai dan Banjir Rob di Kota Pekalongan, Prosiding PIT HATHI XXXII, Malang, 6-8 November.

Buccino, M. dan Calabrese, M., 2007. "Conceptual Approach for Prediction of Wave Transmission at Low Crested Breakwaters". *Journal of Waterways, Port, Coastal, and Ocean Engineering*. ASCE, 133(3), May, pp 213-224.

DHI, 2012. MIKE 21 Toolbox. User Guide.

DHI, 2012. MIKE 21 Flow Model FM. User Guide.

DHI, 2012. MIKE 21 Sand Transport. User Guide.

Farrelly, David., 1984. *The Benefits of Bamboo, the Sciences- the New York Academy of Science* Volume 24, Issue 6.

Google earth.com, 2016. Pantai Sriwulan. Diunduh 22 Desember 2016, jam 05.15.

Hanson, H. and Kraus, N.C., 1991. "Shoreline Response to a Single Transmissive Detached Breakwater," *Proc. 22nd Coastal Engineering Conf. ASCE*. The Hague.

Kularatne, S.R., Kamphuis, J.W., dan Dabees, M.A., 2008. "Morphodynamics around Low Crested Breakwaters Transmission of Wave Through Breakwaters A Numerical Study". *Proc. of the 7<sup>th</sup> Coastal and Port Engineering Conference in Developing Countries*. Dubai, UAE, pp. 1-19.

Lab-Math, Pusat Litbang SDA. 2012. Palm Research Wave Climate and Extreme Waves In the Coastal Areas of Sumatera-Java-Bali. Indonesia.

Oumeraci, H. dan Recio, J., 2010. "Geotextile Sand Containers for Shore Protection, *Handbook of Coastal and Ocean Engineering*", ed. Y.C.Kim (World Scientific Publishing), Chapter 21, hal. 553-600.

Pusat Litbang Sumber Daya Air, 2016. Pengaman Pantai dengan *Mangrove*. Laporan Akhir.

Pascual, C.V., Mera, F.L. and Rodriguez, I.L., 2007. Breakwaters stability analysis of low crested and submerged rubble mound breakwaters: relationship between flow characteristics and measured damage and stability formulae for low crested and submerged, *Proc. the 5<sup>th</sup> International Conference on Coastal Structures 2007*, pp.939-950.

Roach, Mary., 1996. *The Bamboo Solution: Tough as steel, sturdier than concrete, full-size in a year*, Discover Magazine. Retrieved 7 December 2013.

Sulaiman, Dede M., 2012a. "Rehabilitasi Pantai Dengan PEGAR Geotube, Studi Kasus Pantai Tanjung Kait, Tangerang, Banten", *Jurnal Keairan* Vol. 2. No. 2, Bandung.

Sulaiman, Dede M., 2012b. Rehabilitasi Pantai Dengan PEGAR Geotube dan Geobag, *Prosiding Workshop Penanganan Erosi Pantai*, Buleleng, September.

Sulaiman, Dede M., Huda Bachtiar, and Ahmad Taufiq, 2015. Beach profile changes due to low crested breakwaters at Sigandu Beach North Coast of Central Java, *Proceedings of 8th International Conference on Asian and Pacific Coasts 2015*, IIT Madras, India

Sulaiman, Dede M., Triatmadja, R., and Triweko, R.W., 2014. Physical model study of piling-up and current patterns around serial low-crested breakwaters, *Proceedings of the 19th IAHR-APD Congress 2014*, Hanoi, Vietnam.

Zanuttigh, Barbara, 2006. Numerical modelling of morphological response induced by low-crested structures in Lido di Dante, Italy.