

KAJIAN STRUKTUR PENGAMAN PANTAI SIGANDU, BATANG

Sidiq Leonanda Widhianto, Dicki Kharisma, Suharyanto^{*)}, Siti Hardiyati^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Secara umum permasalahan yang terjadi pada Pantai Sigandu - Batang adalah abrasi yang mengakibatkan kerusakan pantai. Hal ini berdampak pada wilayah pesisir sepanjang Pantai Sigandu, antara lain daratan yang sudah tertutupi air laut melebihi 2 m dalam tempo 5 bulan, pohon-pohon dan rumah di sekitar pantai yang rubuh karena pengikisan oleh air laut. Informasi dan data teknis pendukung analisa diperoleh dari beberapa literatur, wawancara, pengujian laboratorium, dan kumpulan dokumen-dokumen yang berasal dari beberapa instansi, diantaranya Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Batang, Balai Pengkajian Dinamika Pantai (BPDP) dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Yogyakarta Tahun 2013, BMKG Stasiun Klimatologi Semarang, Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Diponegoro dan beberapa instansi lainnya. Arah angin dominan berpengaruh yang dipakai dalam perhitungan berasal dari arah Barat Laut dan Utara. Tinggi gelombang representatif yang digunakan $H_{33\%}$ sebesar 2,94 m dan periode representatif $T_{33\%}$ sebesar 8,82 detik. Ketinggian muka air laut yang diakibatkan pasang surut berdasarkan perhitungan admiralty menghasilkan nilai $HWL = +0,49$ m; $MSL = \pm 0,00$ m; $LWL = -0,49$ m. Pasang surut pada Pantai Sigandu termasuk pasang surut campuran condong ke harian ganda. Pada perhitungan, gelombang pecah terjadi pada kedalaman 4,22 m pada jarak $\pm 787,09$ meter dari garis pantai. Berdasarkan kajian pemilihan struktur pengaman yang dinilai dari beberapa aspek pada Pantai Sigandu, maka terpilihlah struktur pemecah gelombang ambang rendah (Pegar) Geotube. Karena kondisi tanah yang jelek pada Pantai Sigandu, maka perlu ada perkuatan struktur pada Geotube yaitu dengan memberi pile bambu dan matras bambu yang sudah dirakit di bawah struktur Geotube. Struktur Geotube ini terdiri dari Giant Sand Bag berdimensi panjang 20 m, lebar 2 m dan tinggi 1,5 m dengan berat 6 ton/m' dan Sand Bag berdimensi panjang 2,2 m, lebar 1,4 m, dan tinggi 0,4 m dengan berat 1,12 ton/m'. Agar diharapkan terbentuk salient maka struktur disusun seri dengan spasi jarak 10 m dengan panjang bangunan 100 m dan diletakkan 75 m dari garis pantai.

kata kunci : *Pantai Sigandu, Garis Pantai*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

ABSTRACT

Generally, the problems that occur in Sigandu Beach - Batang is abrasion, resulting in damage to the beach. This has an impact on the coastal areas along the coast of Sigandu, among others land that has been covered with sea water exceeds 2 m within 5 months, trees and houses around the beach collapsed due to erosion beach by sea water. The information and supporting data are collected from several literatures, interview, laboratory research, and a collection of documents from several institutions, including the Department of Marine and Fishery of Batang, BPDP and BPPT of Yogyakarta in 2013, BMKG Climatology Station in Semarang, Soil Mechanics Laboratory of Diponegoro University and several other institutions. The dominant wind direction effect used in the calculations come from the Northwest and North. Wave height representative used a $H_{33\%}$ at 2,94 m and a representative period $T_{33\%}$ 8,82 seconds. Sea level caused of tide by the calculation of admiralty generating value $HWL = +0.49$ m; $MSL = \pm 0.00$ m; $LWL = -0.49$ m. The tide of Sigandu Beach included in mixed tide prevailing semidiurnal. In the calculation, the wave breaking occurs at a depth of 4.22 m at a distance of ± 787.09 meters from the shoreline. Based on studies of the selection safety structure from some aspects of the Sigandu Beach, the elected lower threshold breakwater structure (Pegar) Geotube. Because a bad soil conditions in Sigandu Beach, then there needs to be retaining structures on Geotube is by giving it a pile of bamboo and bamboo mattresses that had been assembled under the structure of Geotube. Geotube structure is composed of Giant Sand Bag with dimension length 20 m, width 2 m and 1,5 m high with a weight of 6 tons/m' and Sand Bag with dimension length 2,2 m, width 1,4 m, and height 0,4 m with a weight of 1,12 tons/m'. To be expected to form the salient, the structure compiled in series with spacing distance of 10 m with a 100 m length of the building and placed 75 m from the shoreline.

keywords: *Sigandu Beach, The Shoreline*

PENDAHULUAN

Kerusakan pantai akibat abrasi terjadi di sepanjang pantai Kabupaten Batang terutama wilayah pantai Sigandu. Kerusakan pada pantai Sigandu yang memiliki garis pantai sepanjang 3 km ini berupa daratan yang sudah tertutupi air laut melebihi 2 m dalam tempo 5 bulan, pohon-pohon dan rumah di sekitar pantai yang rubuh karena pengikisan oleh air laut. Kerusakan akibat abrasi ini membutuhkan penanganan serius sehingga garis pantai tidak semakin maju ke arah daratan.

Kerusakan pantai Sigandu memiliki tingkat prioritas penanggulangan mendesak dan harus segera ditanggulangi. Penanggulangan ini dengan memperhatikan pemilihan jenis konstruksi yang akan dipakai untuk mengamankan daerah akibat erosi, perubahan garis pantai setelah adanya bangunan pengaman tersebut, kekuatan/stabilitas, jenis material yang dipakai, faktor ekonomis dan kemudahan dalam pelaksanaan. Dalam kaitan ini maka kajian struktur pengaman erosi pantai perlu dilakukan agar diperoleh hasil yang optimal, sehingga kelestarian pantai Sigandu tetap terjaga.

Pembatasan Masalah

Dalam studi tentang “Kajian Struktur Pengaman Pantai Sigandu Batang“ ini perlu diadakan pembatasan agar penulis lebih fokus pada masalah yang dihadapi, yaitu:

1. Analisis Hidro-oceanografi terkait pengaruhnya terhadap perubahan garis pantai.
2. Pemilihan Struktur yang tepat dengan mempertimbangkan faktor stabilitas, dampak terhadap lingkungan, sosial dan ekonomi, kemudahan dalam pelaksanaan dan kemudahan mendapatkan material yang akan digunakan.
3. Perencanaan struktur yang terpilih untuk mengamankan pantai Sigandu.

Maksud, Tujuan dan Sasaran

Maksud dari Tugas Akhir ini untuk mengkaji struktur pengaman erosi pantai Sigandu yang tepat dengan memperhitungkan faktor-faktor penting seperti kekuatan/stabilitas, kelayakan ekonomi, sosial, lingkungan dan sebagainya sehingga diperoleh hasil yang optimal.

Adapun tujuan yang akan dicapai adalah mendapatkan jenis struktur yang tepat untuk mengatasi erosi pantai Sigandu.

Sasaran yang ingin dicapai adalah:

1. Dapat mengurangi kerusakan akibat erosi pantai.
2. Dapat menentukan lokasi penempatan bangunan pada posisi yang tepat sehingga struktur yang dibangun/dipasang dapat berfungsi sebagai pelindung pantai di belakang struktur bangunan dari hempasan gelombang yang dapat mengakibatkan erosi.
3. Dapat diketahui bahwa bangunan pelindung pantai berfungsi sebagai peredam energi gelombang, sehingga arus di belakang struktur dapat relatif lebih tenang dan memungkinkan terjadinya proses sedimentasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Pantai adalah jalur yang merupakan batas antara darat dan laut diukur pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, dipengaruhi oleh fisik laut dan sosial ekonomi bahari, sedangkan ke arah darat dibatasi oleh proses alami dan kegiatan manusia di lingkungan darat (Triatmodjo, 1999).

Proses kerusakan pantai yang berupa abrasi/erosi pantai dapat terjadi karena sebab alami dan buatan. Pemahaman akan sebab abrasi/erosi pantai merupakan dasar yang penting dalam perencanaan perlindungan pantai. Perlindungan pantai yang baik seharusnya bersifat komprehensif dan efektif untuk menanggulangi permasalahan kerusakan yang ada. Hal ini akan tercapai apabila penyebab kerusakan pantai dapat diketahui, yaitu:

- a. Kerusakan pantai secara alami :
 1. Sifat dataran pantai yang masih muda dan belum berimbang, dimana sumber sedimen (*source*) lebih kecil dari kehilangan sedimen (*sink*).
 2. Naiknya ketinggian gelombang
 3. Hilangnya perlindungan pantai (bakau, terumbu karang, *sand dune*)
 4. Naiknya muka air karena pengaruh *global warming*.

- b. Kerusakan pantai karena sebab buatan :
1. Perusakan perlindungan pantai alami, seperti kegiatan penebangan bakau, perusakan terumbu karang, pengambilan pasir pantai, dan lain-lain
 2. Perubahan keseimbangan transportasi sedimen sejajar pantai akibat pembuatan bangunan pantai, seperti: jetty, pemecah gelombang, pelabuhan, dan lain-lain.
 3. Perubahan suplai sedimen dari daratan, contoh: perubahan aliran sungai atau sudetan sungai, pembuatan bendungan di hulu sungai, dan lain-lain
 4. Pengembangan pantai yang tidak sesuai dengan proses pantai.

Pada umumnya sebab-sebab kerusakan pantai merupakan gabungan dari beberapa faktor diatas. Agar penanganan masalah abrasi/erosi pantai dapat dilakukan dengan baik, maka penyebabnya harus diidentifikasi terlebih dahulu secara umum, gaya yang menyebabkan terjadinya kerusakan pantai adalah gelombang angin.

Pengukuran data angin di permukaan laut adalah yang paling sesuai untuk peramalan gelombang. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut, atau pengukuran di darat di dekat lokasi peramalan yang kemudian di transformasikan menjadi data angin di laut. Sebelum ditransformasi data angin di daratan ke permukaan laut, data dikonversi ke elevasi 10 m di atas permukaan laut.

$$U_{L(10)} = U \cdot \left(\frac{10}{z}\right)^{1/7} \quad (\text{dalam knot}) \quad \text{dengan perhitungan } 1 \text{ knot} = 1,852 \text{ km/jam}$$

Dimana :

U = kecepatan angin di darat,

$U_{L(10)}$ = kecepatan angin elevasi 10 m

z = elevasi terhadap permukaan air

Rumus-rumus dan grafik pembangkitan gelombang mengandung variabel V_A , yaitu faktor tegangan angin (*wind-stresfactor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin. Kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut (Triatmodjo, 1999).

$$U_A = 0,71 U_w^{1,23}$$

keterangan :

U_A = faktor tegangan angin (knot)

U_w = kecepatan angin terkoreksi (knot)

Data angin diolah dan disajikan dalam bentuk tabel atau diagram yang disebut dengan mawar angin.

Fetch adalah jarak perjalanan tempuh pembentukan gelombang dari awal pembangkitannya yang dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut dan memiliki kecepatan angin yang relatif konstan. Semakin panjang jarak *fetch*-nya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar. Angin juga mempunyai pengaruh yang penting pada ketinggian gelombang, angin yang lebih kuat akan menghasilkan gelombang yang lebih besar. Dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut dapat mempergunakan perhitungan *fetch*. *Fetch* rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

Keterangan:

F_{eff} = *Fetch* rerata efektif

X_i = Panjang efektif yang di ukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch* ke i

α = sudut pengukuran *fetch* ke i

Peramalan tinggi gelombang (H_0) dan periode gelombang (T_m) dapat dihitung dengan menggunakan metode SMB atau *Sverdrup-Munk-Bretschneider* (CERC, 1984). Hasil peramalan berupa tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang. Dalam metode ini diperoleh dua kondisi yaitu *fully developed* dan *non fully developed*, untuk kondisi *non fully developed* dibagi menjadi dua yaitu kondisi *fetch limited* dan *duration limited*.

Pemilihan tinggi gelombang rencana tergantung pada kondisi lokasi bangunan, metoda pelaksanaan, bahan bangunan yang digunakan dan data-data lain yang tersedia. Pemilihan tinggi gelombang rencana dengan memperhatikan apakah bangunan kaku, semi kaku atau fleksibel. Untuk bangunan kaku seperti dinding beton atau kaisan dimana tinggi gelombang di dalam deretan gelombang dapat menyebabkan runtuhnya seluruh bangunan maka dipakai H_5 . Untuk bangunan fleksibel dipakai H_{33} , apabila gelombang yang terjadi lebih besar dari gelombang rencana, tidak berakibat fatal.

Berdasarkan data representatif untuk beberapa tahun pengamatan dapat diperkirakan gelombang yang diharapkan disamai atau dilampaui satu kali dalam T tahun, dan gelombang tersebut dikenal dengan gelombang periode ulang T tahun atau gelombang T tahunan. Misal $T=50$, gelombang yang diperkirakan adalah gelombang 50 tahunan, artinya bahwa gelombang tersebut diharapkan disamai atau dilampaui rata-rata sekali dalam 50 tahun. Dua metode untuk memprediksi gelombang dengan periode ulang tertentu, yaitu distribusi Fisher-Tippett Type I dan distribusi Weibull (CERC, 1992).

Sesuai dengan fungsinya, bangunan pantai dapat kita kaji yang terbaik untuk penanganan abrasi/erosi pantai sesuai dengan kebutuhan seperti *Revetment*, *Groin*, *Break water* dan *Giant Sand Container*.

1. *Revetment*

Revetment dibangun untuk melindungi lereng curam, tanggul, atau pantai untuk menghadapi erosi. *Revetment* dapat digunakan berbahan batu atau beton. Komponen utama dari *revetment* adalah lapisan pelindung (*armor layer*), *filter*, dan lapisan kaki (*toe*) (CERC, 1995).

2. *Groin*

Groin/groyne adalah struktur hidrolis kaku yang dibangun dari pantai (dalam rekayasa pantai) atau dari ambang sungai yang menahan aliran air dan membatasi pergerakan sedimen. Tujuan pembuatan *groin* adalah untuk mengurangi laju angkutan sedimen sejajar pantai. Kelemahan *groin* adalah erosi yang sering terjadi di sebelah hilirnya (*down drift*) arah laut lepas. Bentuk *groin* bisa berbentuk I, T, atau L. *Groin* merupakan bangunan pengendali sedimen yang ditempatkan menjorok dari pantai ke arah laut.

3. Breakwater

Pemecah gelombang adalah bangunan yang digunakan untuk melindungi daerah perairan dari gangguan gelombang. Pemecah gelombang dibedakan menjadi dua macam yaitu pemecah gelombang sambung pantai dan lepas pantai. Tipe pertama digunakan untuk perlindungan perairan pelabuhan, sedangkan tipe kedua untuk perlindungan pantai terhadap erosi (Triatmodjo, 2008).

4. Geotekstil Giant Sand Containers (GSC)

sintetik merupakan material teknik yang terbuat dari polimer-polimer sintetik seperti polipropilin (PP), poliester (PET), polietilin (PE) dan lain sebagainya, yang digunakan pada berbagai pekerjaan geoteknik termasuk pada pekerjaan reklamasi pantai di atas tanah lunak.

Untuk analisa stabilitas data menggunakan software Plaxis. Plaxis merupakan salah satu perangkat lunak yang berdasarkan analisis elemen hingga. Pengembangan PLAXIS dimulai pada tahun 1987 di Universitas Teknik Delft (*Technical University of Delft*) inisiatif Departemen Tenaga Kerja dan Pengelolaan Sumber Daya Air Belanda (*Dutch department of public work and water management*). Pemodelan yang digunakan yaitu Mohr-Coulomb. Model Mohr-Coulomb adalah model elastis plastis yang terdiri dari lima parameter yaitu E dan ν untuk memodelkan elastis tanah, Φ dan c untuk memodelkan plastisitas tanah dan Ψ sebagai sudut dilatasi (Brinkgreve, 2007). Model Mohr-Coulomb disarankan untuk digunakan dalam analisis awal dari masalah yang dihadapi karena relatif sederhana, cepat dan saat tidak diperoleh data tanah yang memadai.

METODOLOGI

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahannya. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting dengan tujuan mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Adapun tahapan tersebut meliputi:

1. Studi pustaka mengenai masalah yang berhubungan dengan pengamanan pantai.
2. Menentukan kebutuhan data
3. Pengadaan persyaratan administrasi
4. Mendata instansi yang akan menjadi narasumber
5. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan.

Tahapan persiapan harus cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang sehingga pekerjaan menjadi tidak optimal.

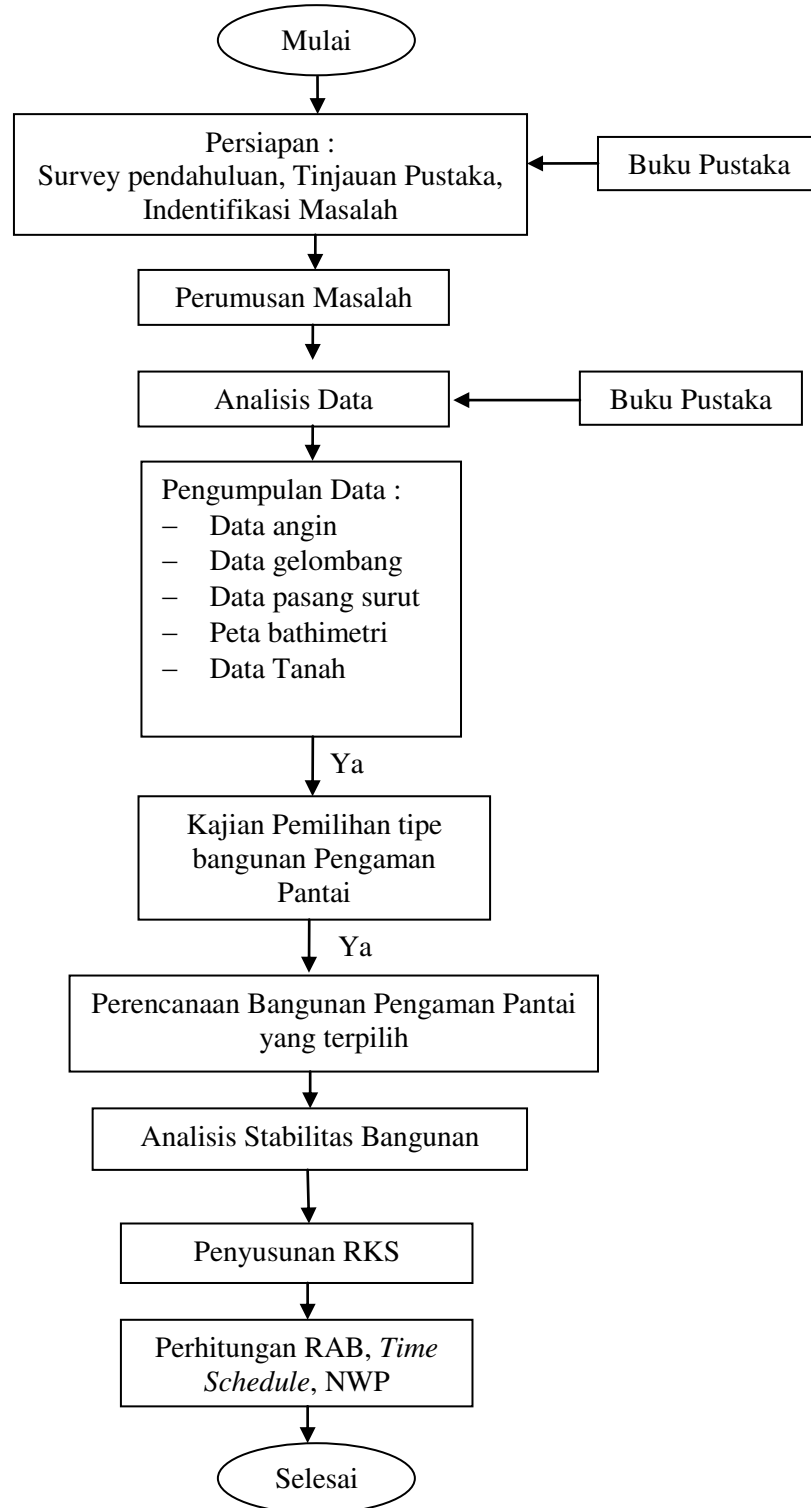
Dalam proses perencanaan diperlukan data untuk menentukan perencanaan yang sesuai dengan kondisi lapangan. Data tersebut berupa data primer dan data sekunder, kemudian diidentifikasi dan dianalisa dengan mengacu pada dasar teori yang ada. (Gambar 1)

Pengumpulan Data

Untuk menunjang perencanaan struktur pengaman Pantai Sigandu, diperlukan data-data:

1. Data Angin

Data yang digunakan adalah data angin pengukuran tiap jam tahun 2006-2011 dari stasiun BMKG Maritim Semarang dengan koreksi dari stasiun BMKG Bandara A. Yani Semarang untuk tahun 2006-2011.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai

2. Data Pasang Surut

Data pasang surut dilakukan untuk menentukan HHWL, MHWL, LWL, dan MSL yang digunakan dalam perencanaan dimensi bangunan pengaman pantai. Data pasang surut yang kami gunakan berasal dari badan Meteorologi dan Geofisika Maritim Semarang 13-15 Oktober 2013.

3. Data Gelombang

Dalam perencanaan ini tidak dilakukan pengukuran gelombang karena bila dilakukan pengukuran gelombang dalam waktu yang pendek kurang dapat mewakili gelombang yang ada di lapangan. Untuk itu dilakukan peramalan gelombang berdasarkan data angin yang ada. Data gelombang yang kami gunakan berasal dari badan meteorologi dan Geofisika Maritim Semarang tahun 2006-2011

4. Peta Bathimetri

Peta bathimetri merupakan peta kontur untuk mengetahui bentuk dan kedalaman dasar laut. Peta ini digunakan untuk mengetahui kondisi gelombang dan prediksi *longshore transport*. Data diperoleh dari Balai Pengkajian Dinamika Pantai - Balai Pengkajian dan Penerapan Teknologi Yogyakarta (BPDP-BPPT) tahun 3-18 Oktober 2013.

5. Data Penyelidikan Tanah

Data penyelidikan tanah digunakan untuk mengetahui stabilitas dan daya dukung tanah, data yang dipakai menggunakan data pengujian tanah Pantai Sigandu dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Diponegoro, hasil studi Priyo Nugroho, ST, M.eng.

Analisa Data

1. Data Angin

Data angin yang didapatkan diolah dan disajikan dalam bentuk diagram yang disebut dengan mawar angin (*wind rose*). Langkah-langkah membuat *wind rose* yaitu:

- a. Data angin dikelompokkan berdasarkan arah dan kecepatannya.
- b. Dihitung prosentasenya untuk tiap-tiap arah dan kecepatannya, dan disajikan dalam bentuk tabel.
- c. Dibuat gambar *wind rose* berdasarkan tabel tersebut.

2. Data Gelombang

Data gelombang yang didapat diolah menjadi *wave rose* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Data gelombang dikelompokkan berdasarkan arah dan tinggi gelombang.
- b. Dihitung prosentasenya untuk tiap-tiap arah dan tinggi gelombangnya, dan disajikan dalam bentuk tabel.
- c. Dibuat gambar *wave rose* berdasarkan tabel tersebut.

3. Data Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut digunakan metode admiralty yang dibuat grafik sehingga didapat HHWL, MHWL, MWL, MLWL, MSL.

Analisa Data Tanah

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah untuk perencanaan bangunan pelindung pantai.

Pemecahan Masalah

Apabila hasil prediksi kajian pantai telah didapatkan maka selanjutnya kita dapat menentukan alternatif pemecahan masalah yang mungkin dilakukan terutama pada daerah-daerah yang mengalami abrasi. Setelah dilakukan pertimbangan atas beberapa alternatif yang mungkin dilakukan, maka tahap selanjutnya yaitu:

- a. Memilih bangunan pengaman pantai yang sesuai dengan kondisi lokasi studi.
- b. Perhitungan struktur bangunan pengaman pantai.
- c. Penggambaran detail struktur bangunan.
- d. Estimasi volume dan biaya pekerjaan (RKS bangunan, dan RAB bangunan).

ALTERNATIF PEMILIHAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

Dalam pemilihan alternatif yang akan diambil untuk menanggulangi abrasi pada Pantai Sigandu perlu dipertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi abrasi pada pantai dan tujuan yang akan dicapai serta pengaruh terhadap lingkungan. Berbagai faktor tersebut harus dipertimbangkan secara matang agar solusi yang diambil benar-benar efektif untuk menanggulangi abrasi pada Pantai Sigandu. Adapun beberapa bangunan pelindung pantai seperti :

- a. *Revetment*
- b. *Groin* dari tumpukan batu alam :
 1. *Submerged Groin*
 2. *Non Overtopping Groin*
- c. *Offshore Breakwater* :
 1. *Breakwater* dari tumpukan batu alam:
 - *Breakwater Tipe Submerged*
 - *Breakwater Tipe Non Overtopping*
 2. *Breakwater* dari tumpukan tetrapod:
 - *Breakwater Tipe Submerged*
 - *Breakwater Tipe Non Overtopping*
 3. *Pegar Geotube*
 - *Pegar Geotube Tipe Submerged*
 - *Pegar Geotube Tipe Non Overtopping*

KAJIAN PENILAIAN PEMILIHAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

Dalam penentuan alternatif terpilih dilakukan dengan menggunakan sistem poin. Dari alternatif yang disebutkan akan dinilai berdasarkan beberapa aspek penilaian, yaitu :

- a. Ruang untuk kegiatan pariwisata
- b. Gangguan terhadap pemandangan
- c. Ruang untuk kehidupan biota laut
- d. Kemudahan memperoleh bahan material yang digunakan
- e. Kemudahan pelaksanaan
- f. Berdasarkan perkiraan biaya pekerjaan

Sehingga dari kajian penilaian diatas kita nantinya dapat menyimpulkan struktur mana yang terpilih dari perincian penilaian dari masing-masing jenis struktur pengaman pantai,

adapun jumlah poin penilaiannya nanti di rata-rata berdasarkan jumlah kajian yang dinilai sehingga nantinya mendapatkan penilaian poin tertinggi, berikut adalah penilaian poinnya:

- 1 poin = sangat buruk
- 2 poin = buruk
- 3 poin = cukup
- 4 poin = baik
- 5 poin = sangat baik

Alternatif dengan poin terbanyak adalah penggunaan Pagar *Geotube* dengan poin rata-rata 4,17 sehingga menunjukkan penilaian dari struktur tersebut adalah BAIK, struktur yang digunakan yang ditinjau dari segi biaya pekerjaan, kemudahan material, kemudahan pelaksanaan dan gangguan pandangan lebih di unggulkan.

Tabel 1. Perhitungan Bobot Pemilihan Bangunan Pelindung Pantai

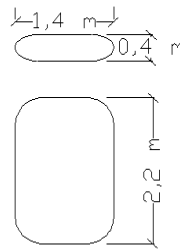
No.	Aspek Penilaian	Revetment	Breakwater Offshore							
			Rubblemound Groin		Breakwater Dari Tumpukan Batu Alam		Breakwater dari tumpukan tetrapod		Pagar Geotube	
			Submerged	non Overtopping	Submerged	non Overtopping	Submerged	non Overtopping	Submerged	non Overtopping
1	Ruang Untuk Kegiatan Pariwisata	2	3	4	5	5	5	5	5	5
2	Gangguan Terhadap Pemandangan	5	5	2	5	2	5	2	5	2
3	Ruang untuk kehidupan biota Laut	5	2	3	2	3	2	3	2	3
4	Kemudahan Memperoleh Bahan Material Yang Digunakan	5	5	5	5	5	3	3	3	3
5	Kemudahan Pelaksanaan	4	4	4	2	2	2	2	5	5
6	Berdasarkan Perkiraan Biaya Pekerjaan	3	3	3	3	3	2	2	5	5
jumlah poin		24	22	21	22	20	19	17	25	23
poin rata - rata		4,00	3,67	3,50	3,67	3,33	3,17	2,83	4,17	3,83

PERENCANAAN PEGAR GEOTUBE

Giant Sand Bag merupakan struktur utama dengan dimensi pabrikan mempunyai panjang 20 m dengan tinggi 1,5 m dan lebar 2 m. dan Sand Bag merupakan struktur pendukung dengan dimensi untuk satu kantong *Sand Bag* 2,2 m x 1,4 m, memiliki volume isian 1,2 m³.

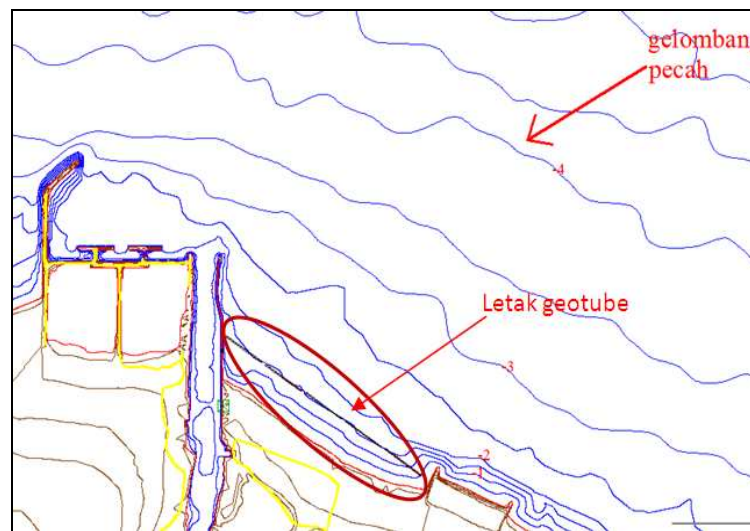


Gambar 2. Dimensi *Giant Sandbag*

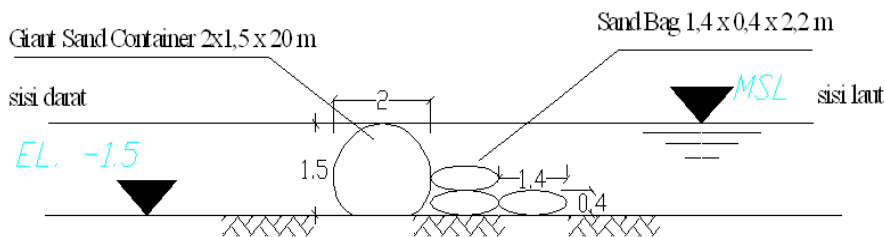


Gambar 3. Dimensi Sandbag

Pegar *Geotube* (*Giant Sand Bag*) setinggi 1,5 m ini direncanakan dipasang sepanjang garis pantai ± 550 m pada elevasi rata dengan MSL. Menurut hasil *cross section*, kedalaman MSL setinggi 1,5 m terletak ± 75 m dari garis pantai dan sesuai pembahasan, gelombang pecah terletak pada kedalaman -4,22 meter berada pada jarak $\pm 787,09$ meter dari garis pantai. Jadi Geotube diletakkan setelah terjadi gelombang pecah.

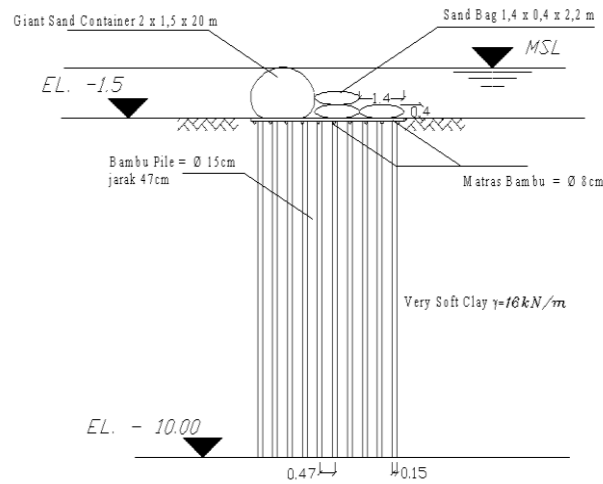


Gambar 4. Letak Geotube

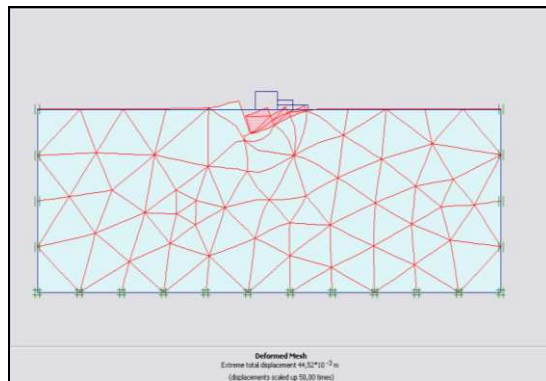


Gambar 5. Geotube Tanpa Pile

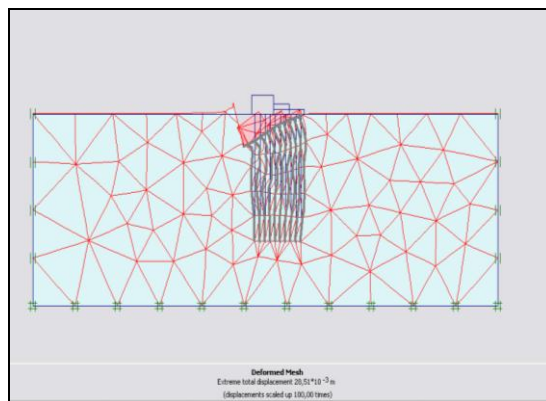
Pada simulasi menggunakan plaxis, Hasil simulasi menggunakan *pile* menunjukkan nilai SF yang bertambah menjadi $1,486 \geq$ dari yang tanpa *pile* yaitu sebesar 1,263. Bertambahnya angka keamanan ini menjadikan bertambah kuatnya struktur Pegar *Geotube* ini. Begitu juga nilai *Total displacement* dengan menggunakan *pile* yaitu sebesar $28,51 \cdot 10^{-3}$ m $<$ *Total displacement* tanpa *pile* yaitu sebesar $44,52 \cdot 10^{-3}$ m, sehingga perkuatan menggunakan *pile* bambu sangat sesuai untuk memperkecil *total displacement*.



Gambar 6. Geotube Dengan Pile



Gambar 7. Deformasi Tanpa Pile



Gambar 8. Deformasi Dengan Pile

RAB DAN JADWAL PELAKSANAAN

Harga bahan bangunan dan upah tenaga kerja yang digunakan dalam analisa adalah harga tertinggi yang ada di Kabupaten Batang tahun 2013 sesuai HSP Kabupaten Batang 2013. RAB Pembangunan *breakwater Geotube* ini sebesar Rp 3.651.166.000,00 (Tiga Milyar Enam Ratus Lima Puluh Satu Juta Seratus Enam Puluh Enam Ribu Rupiah) dengan pelaksanaan 98 hari kalender (14 minggu).

Tabel 2. RAB *Breakwater Geotube* Pantai Sigandu Batang

No	URAIAN PEKERJAAN	ANALISA	VOLUME	HARGA		JUMLAH
				SATUAN	JUMLAH	TIAP POST
1	2	3	4	5	6	7
A. PEKERJAAN PERSIAPAN						
1	Pekerjaan Papan Nama Kegiatan	Ls	1,00 Ls	200.000,00	200.000,00	
2	Pembersihan Lokasi dan Perataan	Hitung	2.534,40 m ²	6.850,00	17.360.640,00	
3	Pengukuran	Hitung	1.104,00 m'	28.375,00	31.326.000,00	
4	Direksikeet	Hitung	16,00 m ²	493.470,00	7.895.520,00	
5	Air dan Listrik kerja	Ls	1,00 Ls	500.000,00	500.000,00	
						57.282.160,00
B. PEKERJAAN BREAKWATER DENGAN GIANT SANDBAG DAN SAND BAG						
1	Pekerjaan Pile bambu	Hitung	528,00 m'	724.650,00	382.615.200,00	
2	Pekerjaan Matras Bambu	Hitung	2.534,40 m ²	19.843,75	50.292.000,00	
3	Pekerjaan Geotextile Non Woven (Lapisan Filtrasi)	Hitung	2.534,40 m ²	64.847,10	164.348.490,24	
4	Pekerjaan Giant Sand Bag	Hitung	25,00 Unit	72.031.040,74	1.800.776.018,50	
5	Pekerjaan Sandbag	Hitung	1.060,00 Unit	815.027,16	863.928.789,60	
						3.261.960.498,34
						Jumlah Biaya Konstruksi 3.319.242.658,34
						PPN 10 % 331.924.265,83
						Jumlah Total 3.651.166.924,17
						Dibulatkan 3.651.166.000,00
Terbilang : Tiga Milyar Enam Ratus Lima Puluh Satu Juta Seratus Enam Puluh Enam Ribu Rupiah						

METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan struktur dimulai dengan memancang *pile* bambu dengan batang bambu yang telah dirakit sehingga memenuhi panjang 10 m, diameter *pile* 15 cm. Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan matras bambu per segmen yang telah dirakit di darat, sepanjang 20 m.

Secara bersamaan dipasang juga lapisan geotekstil *non woven* dan penggelaran *Giant Sang Bag* untuk kemudian diisi pasir guna menenggelamkan matras bambu. Dipasang juga kantung *Sand Bag* di depannya sebagai pelindung *Giant Sand Bag*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi masalah, analisa data dan perencanaan bangunan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Permasalahan yang cukup mendasar yang dialami oleh Pantai Sigandu adalah erosi pantai akibat adanya pelabuhan niaga di sebelah Barat Laut Pantai Sigandu.
2. Angin dominan pada Pantai Sigandu berasal dari Barat Laut dan Utara.

3. Dari analisa *admiralty*, Pasang surut Pantai Sigandu termasuk pasang surut campuran condong ke harian ganda. Ketinggian muka air laut yang diakibatkan oleh pasang surut yaitu sebagai berikut :
 - Elevasi HWL : + 0,49 m
 - Elevasi MSL : ± 0,00 m
 - Elevasi LWL : - 0,49 m
4. Dalam perencanaan untuk bangunan fleksibel, digunakan tinggi gelombang representatif (H_{33}) sebesar 2,94 meter dan periode representatif (T_{33}) sebesar 8,82 detik.
5. Dari beberapa jenis bangunan pemecah gelombang yang telah dikaji, untuk mengatasi permasalahan erosi Pantai Sigandu-Batang dipilih pemecah gelombang ambang rendah (Pegar) *Geotube*.
6. Untuk memperkuat struktur *Geotube* dengan memakai *pile* bambu dan matras bambu.

SARAN

Berikut ini beberapa saran dari penulis yang mungkin berguna untuk pelaksanaan pembangunan struktur pemecah gelombang, antara lain:

1. Spesifikasi *Giant Sand Bag* dan *Sand Bag* harus sesuai dengan spesifikasi teknis yang ada.
2. Dalam memasang *Geotube* ini harus dilakukan secara teliti dan hati-hati. Sebaiknya untuk memasang *Geotube* ini dilakukan pada bulan-bulan yang tidak terjadi angin besar/ombak besar yang akan menyulitkan pekerja dalam pemasangan.
3. Pemasangan *pile* bambu dilakukan per *section Geotube*, karena bambu yang sudah tertanam apabila belum di beri beban pada bagian atasnya, maka gaya angkat pada bambu akan menyebabkan bambu tersembul keluar ke permukaan air lagi.
4. Perlunya kajian yang lebih mendalam untuk mengetahui perubahan bentuk garis pantai dalam satu satuan wilayah pantai (SWP) akibat pembangunan konstruksi *Geotube* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Pengkajian Dinamika Pantai - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 2013. *Kajian Pengaruh Infrastruktur Pantai Terhadap Kerusakan Pantai serta Usulan Awal Penanganan Kerusakan Pantai di Pesisir Kabupaten Batang*, Yogyakarta.
- Coastal Engineering Reserch Center, 1984. *Shore Protection Manual Volume I*, Whashington DC.
- D' Angremond, K and F.C Van Roode., 2004. *Breakwaters and Closure Dams*, Spoon Press, London.
- Editor: W.W. Massie, P.E., 1976. *Coastal Engineering Volume III- Breakwater Design*, Department of Civil Engineering Delf University, Netherlands.
- Fatnanta, Ferry, dkk., 2004. *Stabilitas Penahan Gelombang Kantong Pasir Berbentuk Guling*, Riau.
- Fatnanta, Ferry, dkk., 2010. *Karakteristik Stabilitas Pemecah Gelombang Kantong Pasir Tipe Tenggelam*, Riau.
- Hardiyatmo, Hary Christady., 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi bagian II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/PDFFiles/Mechanical%20properties%20of%20bamboo.pdf>

- <http://www.scribd.com/doc/115031293/Alternatif-Perlindungan-Pantai>
Kolokium Penelitian Pusat Litbang Sumber Daya Air., 2010. *Rehabilitasi Pantai Dengan Pagar Geotube Studi Kasus Pantai Tanjung Kait Tangerang Banten*, Bandung.
- Look, Burt G., 2007. *Handbook Of Geotechnical Investigation and Desaign Tables*, Tylor and Francis Group, London UK.
- Suhendra, Andryan, dkk., 2012. *Aplikasi Geotube Sebagai Konstruksi Alternatif Penanggulangan Erosi Akibat Gelombang Pasang Bono*, Binus University, Jakarta.
- Suh, K.S.M. and Dalrymple, R.A., 1987. *Offshore breakwaters in laboratory and field*. J. Waterw. Port CoastalOcean Eng.
- Triatmodjo, Bambang.,1986. *Pelabuhan*, Betta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang.,1999. *Teknik Pantai*, Betta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang.,2008. *Teknik Pantai*, Betta Offset, Yogyakarta.
- www.google.com : metode admiralty, 3/6/2014
- www.google.com : langkah penggunaan software plaxis, 28/4/2014
- Yuwono, Nur. 1992. *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai*, Yogyakarta