



PERENCANAAN PERLINDUNGAN PANTAI SAYUNG DEMAK

Ihwan Nul Hakim, M. Fiqigozari, Sumbogo Pranoto^{*)}, Priyo Nugroho P.^{*)}

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

ABSTRAK

Pantai Sayung Demak adalah salah satu pantai yang mengalami kemunduran garis pantai cukup mengkhawatirkan. Desa Bedono merupakan desa dengan kerusakan terparah, tersisa lima dusun dari awalnya tujuh dusun, dua dusun yang mundur akibat erosi yaitu Dusun Senik dan Dusun Tambaksari. Bahkan, akses jalan desa antar dusun ada yang terputus, air laut pada saat pasang telah memasuki pemukiman. Dari tahun 2000-2005, di Desa Bedono diketahui 325 Ha tambak hilang akibat erosi, 110 Ha lahan tergenang air pasang (rob). Tujuan studi ini adalah untuk membuat perencanaan perlindungan terhadap Pantai Sayung Demak tersebut. Lokasi studi yang akan direncanakan perlindungannya adalah pantai sisi sebelah barat Sungai Sayung dengan panjang garis pantai mencapai 3,9 km. Analisis dilakukan terhadap arus pasang surut, pembangkitan gelombang oleh angin, morfologi pantai, dan geologi teknik. Digunakan empat alternatif bangunan pelindung yaitu breakwater, revetment, groin, dan kombinasi. Alternatif bangunan pelindung dianalisa berdasarkan morfologi pantai, fungsi, nilai ekonomi, dan kemudahan pelaksanaan. Alternatif terpilih untuk perlindungan Pantai Sayung Demak yaitu bangunan pelindung kombinasi revetment dan breakwater. Revetment sepanjang 2,3 km di bangun pada sisi bagian barat dan breakwater sebanyak 3 buah dengan panjang masing-masing 100 m dan celah 40 m di sisi bagian timur pada lokasi studi.

kata kunci : sayung, kerusakan pantai, revetment, breakwater

ABSTRACT

Sayung shore in Demak is one of many shores that its coastline has been receded quite alarming. Bedono village have the worst damage, now just five of seven hamlets exist in Bedono. Senik and Tambaksari are two retreat hamlets due to erosion. Moreover, the access roads among those hamlets were disconnected, and the sea water had flooded the settlement residence. From the years of 2000-2005, 325 Ha fish ponds were lost due to the erosion, and 110 Ha were flooded by the tide. The objective of this study is to plan Sayung shore protection. Location of the study is on western side of Sayung river with the length of coastline around 3.9 kms. The aspects of analysis are tidal currents, wave generated by wind, coastal morphology, and geological engineering. There are four alternatives of shore protections which are breakwater, revetment, groin and combinations. Combination

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

of revetment and breakwater were analysed against coastal morphology, function, low cost structure, and workability. Revetment along the 2.3 kms will be built on the western side, and on the eastern side three units of breakwater, which each breakwater length is 100 m with 40 m breakwater gap.

keywords: *sayung, damage to shore, revetment, breakwater*

PENDAHULUAN

Kabupaten Demak berbatasan dengan Kota Semarang di sebelah barat dan Kabupaten Jepara di sebelah timur. Wilayah pantai/pesisir di wilayah Kabupaten Demak mempunyai daya dukung dan potensi di bidang perikanan darat, perikanan laut, industri garam, dan pariwisata. Namun demikian di pantai wilayah Demak, khususnya di sekitar muara sungai Sayung telah mengalami erosi yang merusak kawasan pantai pesisir dan infrastruktur perkampungan dengan mundurnya garis pantai tersebut. Sehubungan dengan permasalahan ini, maka diperlukan suatu perencanaan perlindungan terhadap pantai Sayung Demak agar tetap menjaga keutuhan kawasan pesisir dan kelestarian lingkungan.



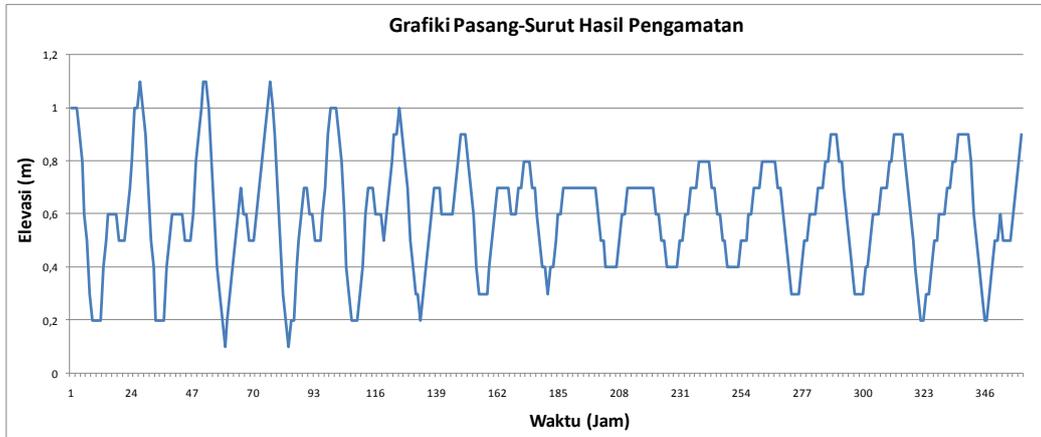
Gambar 1 : Perbandingan garis pantai Sayung Demak tahun 2003 dengan tahun 2007 dan 2012 (Google Earth, 2013)

ANALISIS HIDRO-OSEANOGRAFI

Analisis Pasang Surut

Data pasang surut diperlukan untuk menentukan elevasi muka air rencana dan dimensi bangunan pantai. Pasang surut akan mempengaruhi tinggi muka air rencana yang terjadi di lokasi bangunan. Pada waktu air surut dimana kedalaman air di lokasi bangunan kecil, maka tinggi muka air rencana yang terjadi juga kecil. Sebaliknya pada waktu air pasang, muka air rencana juga akan besar.

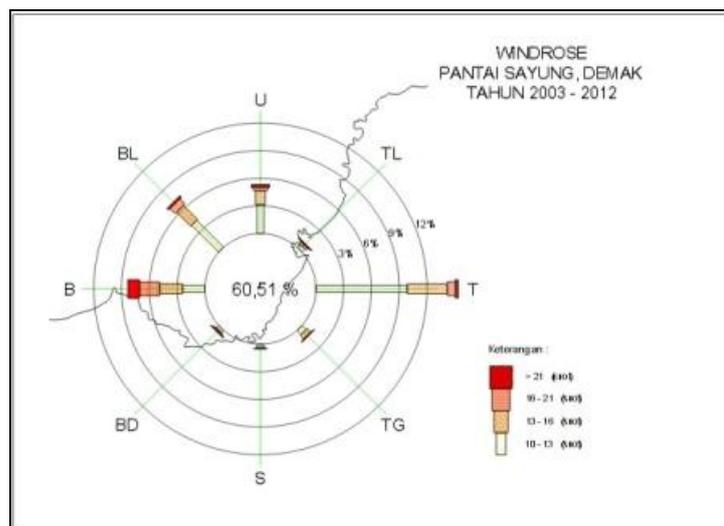
Dari data pasang surut selama 31 hari pada bulan Mei tahun 2013 diperoleh HHWL = + 110 cm, MHWL = + 93 cm, MSL = + 58 cm, MLWL = + 23 cm, dan LLWL = + 10 cm. Dari grafik pasang surut, tipe pasang surutnya adalah jenis pasang surut campuran condong harian tunggal.



Gambar 2 : Grafik pasang surut pengamatan lapangan (sumber: BMKG Maritim Semarang)

Analisis Angin

Data angin digunakan untuk meramalkan besarnya tinggi gelombang, periode gelombang, dan arah datang gelombang. Data yang digunakan adalah data arah dan kecepatan angin. Data ini adalah data angin harian selama 10 tahun yaitu dari tahun 2003 – 2012. Analisis data angin dilakukan dengan mengelompokkan data pencatatan ke dalam interval-interval kecepatan dan arah angin. Pembagian data angin berdasarkan kecepatan dan arah ini ditujukan untuk mengetahui arah angin dominan. Prosentase kejadian angin dengan kecepatan tertentu dari berbagai arah dalam periode waktu pencatatan selama 10 tahun (2003 – 2012) disajikan dalam bentuk *windrose* dapat dilihat dalam Gambar 3 berikut.



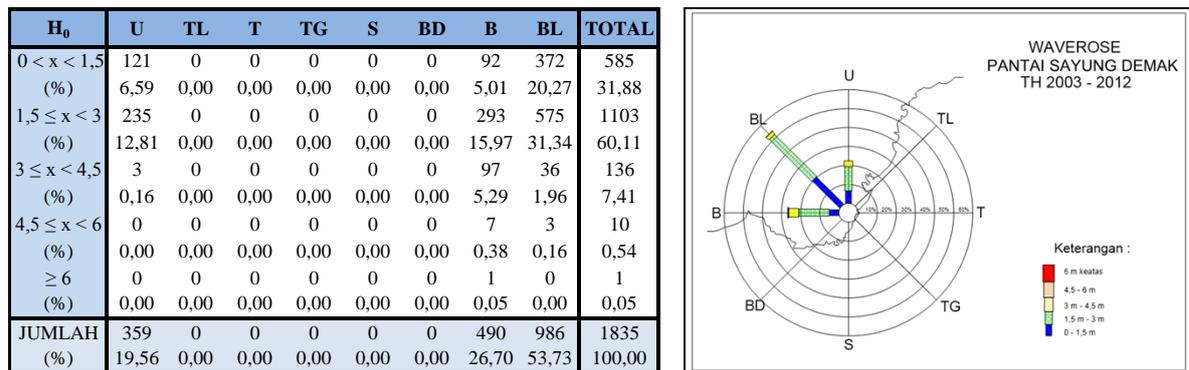
Gambar 3 : Windrose pantai Sayung Demak tahun 2003 – 2012

Analisis Fetch

Fetch efektif (F_{eff}) dihitung terhadap arah mata angin yang diperkirakan memberikan pengaruh dalam pembangkitan gelombang yaitu arah barat, barat laut, dan utara.

Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang Akibat Angin

Tinggi gelombang (H_0) dan periode gelombang (T_m) dapat dihitung dengan menggunakan grafik peramalan gelombang setelah *fetch* rerata efektif (F_{eff}) dan kecepatan angin (U) diketahui. Prosentase kejadian tinggi gelombang selama 10 tahun (2003 – 2012) pada Pantai Sayung Demak disajikan dalam *waverose* (Gambar 4) berikut.



Gambar 4 : *Waverose* pantai Sayung Demak tahun 2003 – 2012

Untuk keperluan perencanaan bangunan-bangunan pantai, perlu dipilih tinggi dan periode gelombang individu (*individual wave*) yang dapat mewakili suatu deretan (spektrum) gelombang. Gelombang tersebut dikenal dengan gelombang representatif/gelombang signifikan (Triatmodjo, 1999). Dari peramalan tinggi dan periode gelombang akibat angin, diperoleh tinggi gelombang H_{33} (rerata dari 33% gelombang tertinggi) dan H_{max} disajikan dalam Tabel 1. Tinggi gelombang H_{33} akan digunakan dalam perencanaan *top elevation* bangunan pelindung pantai. Sementara itu, untuk stabilitas struktur akan dihitung berdasarkan H_{max} .

Tabel 1 : Tinggi dan Periode Gelombang H_{33} dan H_{max} Tahun 2003 - 2012

Tahun	H_{33}	T_{33}	H_{MAX}	T_{MAX}
2003	2,56	8,14	4,23	9,65
2004	2,45	7,98	5,40	10,47
2005	2,37	7,90	4,64	9,95
2006	2,66	8,25	3,56	9,11
2007	2,83	8,40	6,12	10,91
2008	3,13	8,69	4,64	9,95
2009	2,91	8,48	4,37	9,75
2010	2,61	8,18	4,64	9,95
2011	2,85	8,44	4,23	9,65
2012	2,77	8,36	4,08	9,54

Perkiraan Gelombang dengan Periode Ulang

Ada 2 metode untuk memprediksi gelombang dengan periode ulang tertentu, yaitu metode Gumbel / metode *Fisher-Tippett Type I* dan metode *Weibull* (CERC, 1992). Berikut adalah hasil prediksi gelombang metode *Weibull* disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 : Perkiraan Tinggi Gelombang dengan Periode Ulang Tertentu Metode *Weibull*

Periode Ulang	H ₃₃		H _{max}	
	H _{sr}	T _{sr}	H _{sr}	T _{sr}
2	2,627	8,194	4,306	9,698
5	2,821	8,390	4,943	10,136
10	2,997	8,567	5,520	10,533
25	3,259	8,831	6,377	11,122
50	3,474	9,048	7,083	11,607
100	3,703	9,279	7,832	12,122

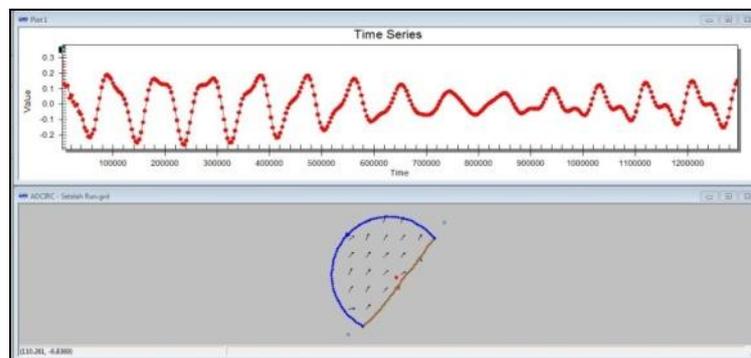
Analisis Gelombang Pecah

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang tersebut akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang. Berdasarkan H₃₃ = 3,259 m dan T₃₃ = 8,831 dt serta sudut $\alpha_0 = 33^\circ$ diperoleh tinggi gelombang pecah H_b = 3,14 m, dan kedalaman air dimana tinggi gelombang pecah terjadi d_b = 3,97 m. Sementara itu, berdasarkan H_{max} = 6,377 m dan T_{max} = 11,122 dt serta sudut $\alpha_0 = 33^\circ$ diperoleh tinggi gelombang pecah H_b = 5,75 m, dan kedalaman air dimana tinggi gelombang pecah terjadi d_b = 7,34 m.

PEMODELAN POLA ARUS, GELOMBANG, DAN MORFOLOGI PANTAI

Pemodelan Pola Arus dengan SMS

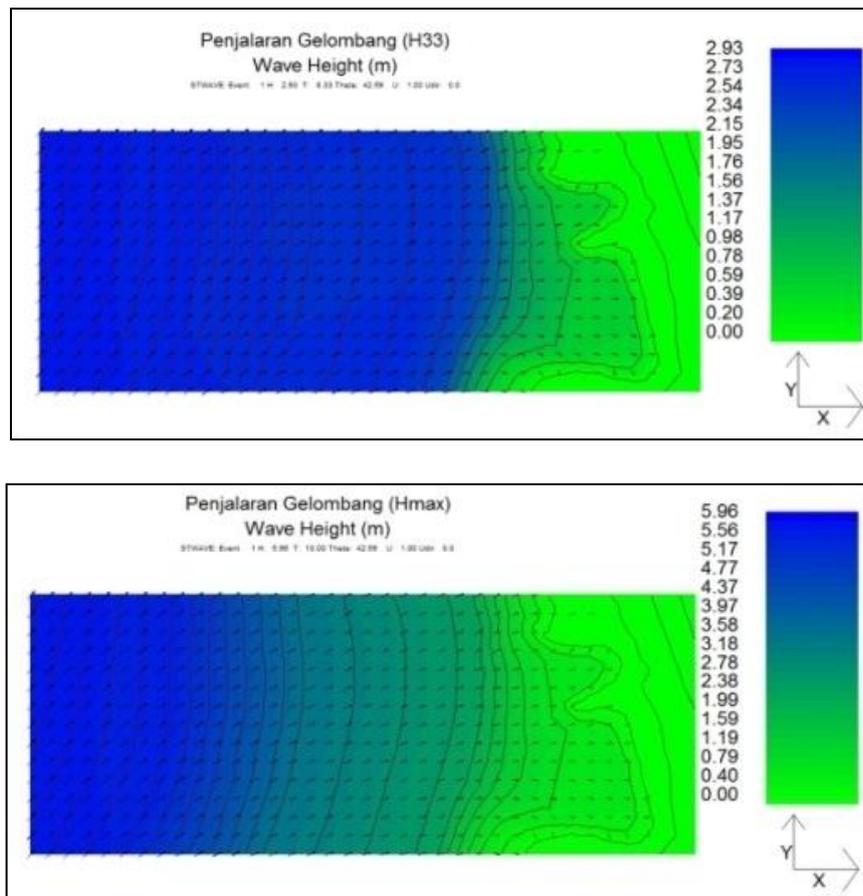
Program SMS (*Surface Water Modeling System*) adalah program yang dirancang untuk mentransformasikan kondisi oseanografi yang terjadi di alam ke dalam sebuah model simulasi satu dimensi, dua dimensi, atau tiga dimensi dengan *finite element method* (metode elemen hingga). Model yang dipakai untuk membuat simulasi pola arus yang terjadi pada lokasi studi adalah model ADCIRC.



Gambar 5 : Grafik pasang surut hasil pemodelan program SMS

Pemodelan Penjalaran Gelombang dengan STWAVE (NEMOS)

Pemodelan tinggi gelombang dilakukan dengan bantuan program STWAVES yang merupakan bagian dari program NEMOS. Hasil dari STWAVES adalah pemetaan tinggi gelombang. Data yang dibutuhkan untuk program STWAVES ini adalah peta bathimetri, peta topografi garis pantai, dan data angin jam-jam-an minimal satu tahun. Hasil pemodelan dapat dilihat seperti Gambar 6 berikut.

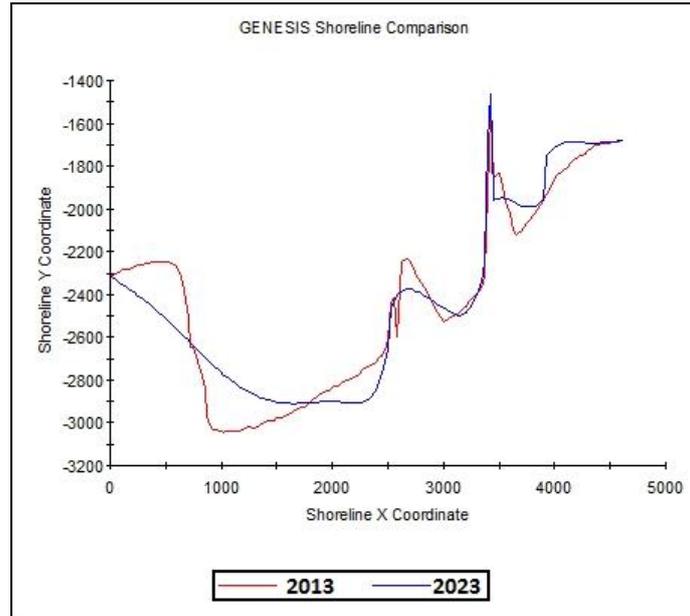


Gambar 6 : Pemodelan penjalaran gelombang dengan program STWAVE (NEMOS)

Dari hasil pemodelan program STWAVE (NEMOS) diketahui tinggi gelombang di wilayah pantai berkisar 0,4 – 0,6 untuk H_{33} dan 0,8 – 1,2 untuk H_{max} .

Pemodelan Morfologi Pantai dengan Program GENESIS

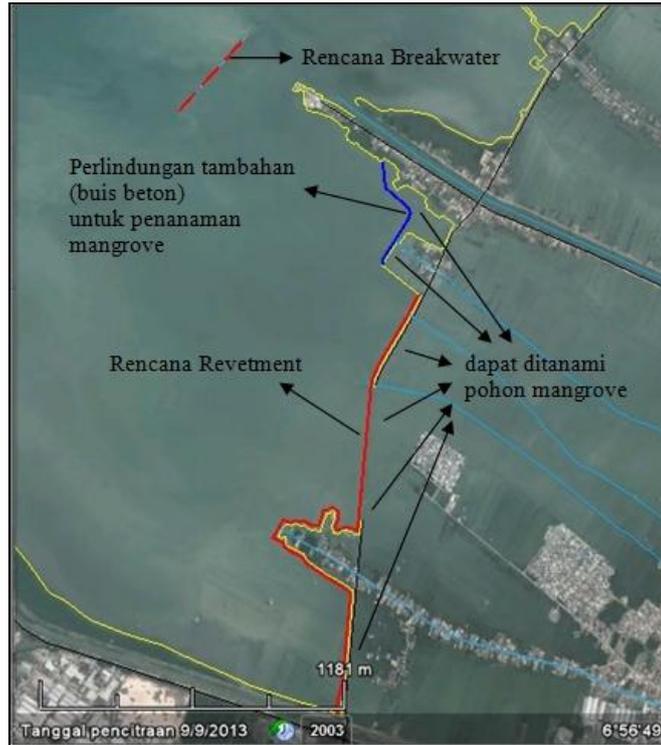
Program GENESIS dapat melakukan prediksi nilai *longshore* dan *onshore sediment transport* yang pada akhirnya dapat digunakan untuk memprediksi garis pantai dari tahun ke tahun. Pemodelan perubahan morfologi pantai dengan menggunakan program GENESIS ini sesungguhnya lebih tepat untuk jenis pantai yang berpasir (lokasi studi adalah jenis pantai berlumpur). Akan tetapi, dengan program GENESIS ini setidaknya mampu memberikan informasi bagian-bagian sisi pantai mana yang terancam serangan gelombang sehingga mengalami gerusan atau erosi dan juga bagian-bagian sisi pantai mana yang akan mengalami *akresi* atau penambahan sedimen.



Gambar 7 : Perubahan garis pantai dari tahun 2013 – 2023 hasil pemodelan GENESIS

Pemilihan Bangunan Pelindung Pantai

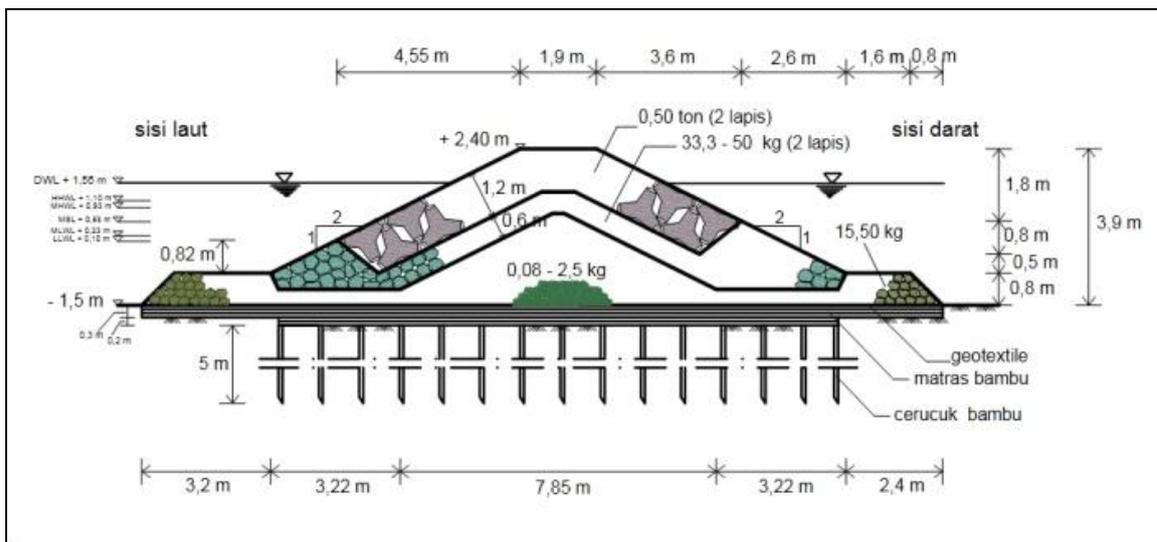
Digunakan empat alternatif bangunan pelindung yaitu *breakwater*, *revetment*, *groin*, dan kombinasi. Analisa kesesuaian bangunan pelindung pantai dilakukan berdasarkan karakteristik wilayah dan morfologi pantai. Dalam lokasi studi ini, wilayah di bedakan menjadi dua bagian dengan karakteristik yang berbeda, yaitu wilayah sisi timur yang merupakan daratan menjorok ke laut, pemukiman penduduk, masih terlindungi vegetasi mangrove, dan terdapat kawasan wisata, sementara wilayah sisi barat merupakan kawasan yang memanjang sejajar pantai dan langsung menghadap laut, tidak terlindungi vegetasi mangrove, dan merupakan kawasan bekas tambak yang sudah rata tergenang air laut serta mengalami kemunduran yang cukup mengkhawatirkan yaitu hilangnya jalan desa sehingga perlu penanganan segera. Beberapa bangunan yang sesuai dengan karakteristik wilayah dan morfologi pantai ini kemudian ditinjau berdasarkan fungsi, nilai ekonomi, dan kemudahan pelaksanaan. Bangunan pelindung terpilih yaitu kombinasi, bangunan pelindung *breakwater* untuk sisi sebelah barat dan *revetment* untuk sisi sebelah timur. Panjang garis pantai yang terlindungi oleh *breakwater* adalah sepanjang 1,6 km dan yang terlindungi *revetment* adalah sepanjang 2,3 km. Panjang satu *breakwater* adalah 100 m dengan lebar celah 40 m, *breakwater* berjumlah tiga buah, sementara *revetment* memiliki panjang yang sama dengan garis pantai yang dilindunginya yaitu 2300 m.



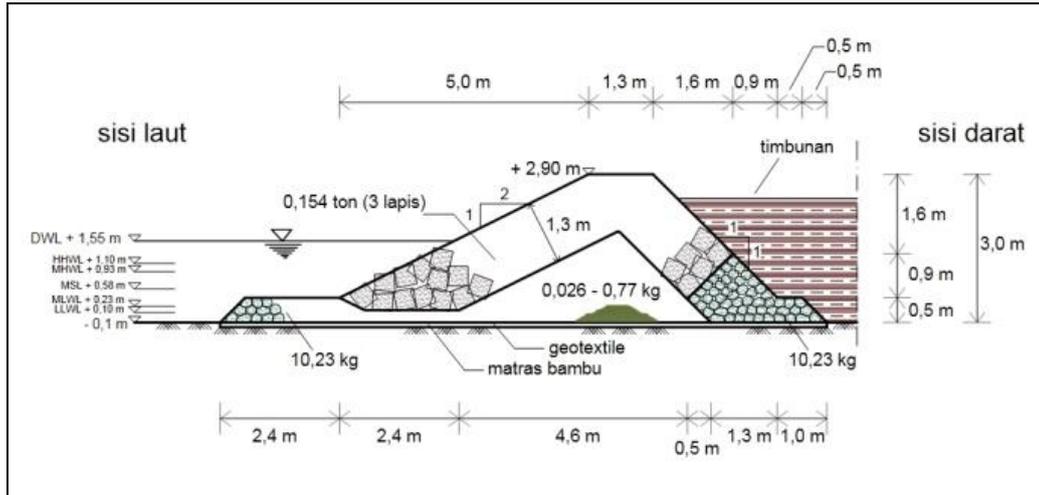
Gambar 8 : Rencana perlindungan pantai Sayung Demak

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

Dari pemodelan penjalaran gelombang terhadap H_{33} dan H_{max} menggunakan program STWAVE (NEMOS) diperoleh tinggi gelombang rencana di lokasi pekerjaan akibat H_{33} sebesar 0,6 m untuk *revetment* dan 0,9 m untuk *breakwater* serta akibat H_{max} sebesar 1,2 m untuk *revetment* dan 1,6 m untuk *breakwater*. Hasil perencanaan perhitungan struktur dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9 : Gambar desain potongan melintang rencana *breakwater*



Gambar 10 : Gambar desain potongan melintang rencana *revetment*

Batu lapis lindung yang digunakan dalam konstruksi *breakwater* dan *revetment* ini adalah batu alam/pecah dan butir beton (kubus beton dan tetrapod). Batu alam/pecah digunakan untuk lapis kedua pada *breakwater* serta pada lapis inti dan *berm* kaki pada *breakwater* maupun *revetment*. Tetrapod digunakan untuk lapis luar pada bangunan *breakwater*, dipilih tetrapod, bukan batu alam, karena selain kemampuan meredam energi gelombang yang lebih baik, untuk mendapatkan dimensi batu alam dengan berat diatas 300 kg cukup sulit. Sementara itu, kubus beton digunakan untuk lapis luar pada *revetment*, karena volume pekerjaan lapis luar *revetment* yang cukup besar yaitu panjang *revetment* yang mencapai 2300 m, maka untuk lapis luar dipilih menggunakan kubus beton dibandingkan batu alam karena untuk mendapatkan batu alam dengan berat diatas 150 kg dengan jumlah yang banyak akan cukup sulit dan harus didatangkan dari tempat yang jauh, sehingga kurang efisien dari segi kemudahan pengadaan/mobilisasi jika dibandingkan dengan kubus beton yang dapat diproduksi sendiri di sekitar lokasi pekerjaan *revetment*.

RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN

Rencana Anggaran Biaya untuk perlindungan pantai Sayung Demak dengan kombinasi *revetment* dan *breakwater* adalah sebagai berikut:

Tabel 3 : Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Biaya
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 202.322.850,00
B	PEKERJAAN KONSTRUKSI	
	Revetment	Rp 15.416.107.990,70
	Offshore Breakwater	Rp 3.872.906.190,20
C	PEKERJAAN LAIN-LAIN	Rp 127.000.000,00
Total		Rp 19.618.337.030,90
PPn 10%		Rp 1.961.833.703,09
Total + PPn 10 %		Rp 21.580.170.733,99
Pembulatan		Rp 21.580.171.000,00
Terbilang		
Dua puluh satu milyar lima ratus delapan puluh juta seratus tujuh puluh satu ribu rupiah		

Pelaksanaan pekerjaan *revetment* dan *breakwater* pantai Sayung Demak direncanakan dengan waktu 183 hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pantai Sayung Demak mengalami abrasi yang disebabkan oleh gelombang air laut serta arus pasang surut, akibatnya terjadi perubahan garis pantai dengan mundurnya garis pantai serta hilangnya daerah disekitar pantai terutama wilayah tambak milik warga.

Hasil perhitungan pasang surut diperoleh HHWL = + 110 cm, MHWL = + 93 cm, MSL = + 58 cm, MLWL = + 23 cm, dan LLWL = + 10 cm. Dari grafik pasang surut, tipe pasang surutnya adalah jenis pasang surut campuran condong harian tunggal.

Berdasarkan gambar *windrose* dari analisa data angin selama 10 tahun (2003-2012) diketahui angin dominan besar adalah dari Barat.

Dari simulasi program SMS didapatkan pergerakan arus pasang surut yang cukup kuat di sepanjang Pantai Sayung, Demak, hal ini menunjukkan besarnya ancaman rob air laut yang memasuki pemukiman maupun menggenangi area tambak warga.

Dari simulasi program Genesis dengan data angin yang digunakan adalah data angin jam-jaman selama satu tahun (2012) dapat diketahui perubahan morfologi pantai yang menunjukkan bahwa serangan gelombang dominan yang menyebabkan terjadinya gerusan pada daratan adalah serangan gelombang dari arah barat.

Alternatif yang terpilih untuk perlindungan Pantai Sayung Demak adalah dengan bangunan pelindung pantai yaitu kombinasi antara *revetment* dan *breakwater*. *Revetment* direncanakan di pasang pada sisi bagian barat lokasi studi dimana pada wilayah ini tingkat kemunduran pantainya cukup mengkhawatirkan yaitu bagian jalan desa yang telah habis serta telah meluasnya genangan air laut mengisi area tambak warga sehingga perlu penanganan segera. Sedangkan *breakwater* direncanakan dipasang di sisi bagian timur pada lokasi studi, karena merupakan bagian daratan yang menjorok ke laut yakni pemukiman penduduk dengan kondisi yang masih memiliki pohon mangrove dan memiliki kawasan wisata, maka dengan bangunan pelindung *breakwater* diharapkan masih akan memberikan peluang wilayah pantainya untuk dikembangkan lebih lanjut seperti memperluas hutan mangrove dan juga mengembangkan pariwisata.

Saran

1. Pada perlindungan pantai Sayung Demak yang menggunakan kombinasi *breakwater* dan *revetment* ini agar nantinya kawasan di belakang bangunan pelindung baik *breakwater* maupun *revetment* sebaiknya dimanfaatkan untuk menambah perlindungan pantai secara alami melalui penanaman mangrove, karena selain sebagai habitat berkembangnya ekosistem laut, hutan mangrove juga berfungsi melindungi kawasan pesisir pantai dari tiupan angin, serangan gelombang, menyerap polutan udara, serta mampu mempengaruhi kondisi suhu di kawasan tersebut.

2. Dalam perencanaan bangunan pelindung pantai Sayung Demak pada studi ini, belum memperhatikan penurunan bangunan akibat pengaruh *land subsidence* (penurunan muka tanah di suatu wilayah, diantaranya dapat disebabkan akibat pengambilan air tanah yang berlebihan, penurunan karena adanya konsolidasi alamiah dari lapisan-lapisan tanah, penurunan karena gaya-gaya tektonik, serta penurunan karena beban bangunan-bangunan di atas wilayah tersebut). Untuk itu agar tercapai umur rencana bangunan yang diharapkan maka perlu dilakukan pengecekan dan perawatan berkala serta penambahan butir batu jika terjadi penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Coastal Engineering Research Center, 1984. *Shore Protect Manual*, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- Desember 2005. *Laporan Utama Detail Desain Pengamanan Pantai Demak*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Januari 2013. *Daftar Harga Satuan Pekerjaan, Bahan dan Upah Kota Semarang*, Pusat Informasi Pengembangan Pemukiman dan Bagunan Gedung Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah.
- Triatmodjo, Bambang, 1996. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- , 1999. *Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- , 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.