

STUDI PEMANFAATAN BANGUNAN PANTAI
SEBAGAI PROTEKSI JALAN TOL SEMARANG – DEMAK

Agung Kristian, Siek Stefanus Hendra Wijaya, Sriyana¹, Salamun¹

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

ABSTRAK

Jalan Nasional Semarang – Demak merupakan jalan nasional di bagian utara Pulau Jawa yang menghubungkan antara Kota Semarang dengan Kabupaten Demak. Pertumbuhan arus lalu lintas yang pesat menimbulkan kepadatan di Jalan Nasional Semarang – Demak, sehingga pemerintah memberikan respon dengan adanya perencanaan Jalan Tol Semarang – Demak. Jalan Tol Semarang – Demak tersebut direncanakan melewati garis Pantai Morosari, Kabupaten Demak. Garis Pantai Morosari sangat terpengaruh oleh aspek hidrodinamika kelautan seperti abrasi, erosi, dan sedimentasi. Karena permasalahan tersebut, perlu adanya bangunan perlindungan pantai yang berguna melindungi garis Pantai Morosari serta dapat melindungi trase rencana Jalan Tol Semarang – Demak nantinya. Perencanaan bangunan pantai pelindung jalan tol Semarang – Demak ini mempertimbangkan gejala – gejala kelautan akibat gelombang laut dan pasang surut air laut. Data yang digunakan adalah data angin dari Stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Semarang pada jangka waktu Januari 2007 sampai Mei 2017; data pasang surut dari Stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Semarang pada tanggal 11 Mei 2017 – 25 Mei 2017; data tanah dari Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Departemen Teknik Sipil, Universitas Diponegoro; dan peta batimetri dari Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Tengah. Metode analisis yang digunakan adalah metode *Admiralty* untuk menghitung elevasi pasang surut air laut; metode SMB untuk menghitung kedalaman dan ketinggian gelombang di perairan dalam dan perairan dangkal; program GENESIS untuk memprediksi perubahan garis pantai; dan program PLAXIS untuk mengetahui daya dukung tanah dan penurunan tanah; serta dilakukan pemilihan dan perencanaan bangunan pelindung pantai untuk proteksi jalan tol Semarang – Demak. Berdasarkan hasil analisis tugas akhir ini, didapatkan elevasi pasang surut adalah HHWL = +154,07 cm, MHWL = +122,49 cm, MSL = +83,46 cm, MLWL = +44,42 cm, dan LLWL = +12,85 cm; jenis pasang surut adalah campuran condong ke harian ganda; kedalaman gelombang pecah sebesar 2,12 m dengan ketinggian gelombang pecah 1,7 m; didapatkan jenis bangunan pelindung terpilih adalah kombinasi antara *offshore submerged breakwater* dan *revetment*; ketinggian gelombang di area bangunan *offshore submerged breakwater* adalah 1,864 m; ketinggian gelombang di area bangunan *revetment* adalah 0,49 m; *offshore submerged breakwater* direncanakan 4 (empat) buah pada kedalaman – 3,5 m dengan dimensi panjang 400 m; lebar 19,35 m; tinggi 3,1 m; dengan jarak antar *breakwater* 150 m; *revetment* sepanjang garis pantai yang terdapat trase jalan tol sebesar 2300 m pada kedalaman – 0,5 m dengan dimensi panjang 2300 m; lebar 9 m; dan tinggi 2,4 m. Terjadi penurunan sebesar 5,371 cm pada bangunan *breakwater* dan sebesar 5,008 cm pada bangunan *revetment* dengan menggunakan bantuan program PLAXIS.

Kata-kata kunci : Pantai Morosari; jalan tol; *offshore submerged breakwater*; *revetment*.

ABSTRACT

Semarang - Demak National Road is a national road in the northern part of Java Island that connects between Semarang City and Demak Regency. The rapid growth of traffic flows creates density on Semarang - Demak National Road, so the government responds with the Semarang - Demak Toll Road planning. Semarang - Demak Toll Road is planned to pass the Morosari Coast line, Demak Regency. The Morosari Coastline is heavily influenced by marine hydrodynamic aspects such as abrasion, erosion, and sedimentation. Because of these problems, it is necessary to have a coastal protection structure that is useful to protect the Morosari Coast line and to protect the trajectory of the Semarang - Demak Toll Road plan. The planning of the Semarang - Demak toll road protective structure considers marine symptoms due to ocean waves and sea tides. The data used are wind data from the Meteorological, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) Station of Semarang from January 2007 to May 2017; tidal data from the Meteorological, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) Station of Semarang on May 11, 2017 - May 25, 2017; soil data from Soil Mechanics Laboratory, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Diponegoro University; and bathymetry maps from the Department of Fisheries and Marine of Central Java Province. The analytical method used is the Admiralty method to calculate sea tidal elevation; the SMB method for calculating depth and wave height in deep and shallow waters; GENESIS program to predict shoreline changes; and the PLAXIS program to determine soil carrying capacity and land subsidence; as well as the selection and planning of coastal protection buildings for Semarang - Demak toll road protection. Based on the results of this final task analysis, the tidal elevation is obtained HHWL = +154,07 cm, MHWL = +122,49 cm, MSL = +83,46 cm, MLWL = +44,42 cm, and LLWL = +12, 85 cm; type of tidal is a mixture of inclines into double daily; breaking wave depth of 2.12 m with a breaking wave height 1.7 m; the selected type of protective building is a combination of offshore submerged breakwater and revetment; the wave height in the offshore submerged breakwater building area is 1.864 m; the wave height in the area of the revetment building is 0.49 m; offshore submerged breakwater is planned 4 (four) pieces at depth - 3.5 m with dimensions 400 m long; width 19.35 m; high 3.1 m; with distance between breakwater 150 m; revetment along the coastline where there is a toll road toll of 2300 m at depth - 0.5 m with a length dimension of 2300 m; width 9 m; and 2.4 m high. Soil settlement for breakwater is 5,371 cm and 5,008 cm for revetment from PLAXIS program.

Keywords : Morosari Coastline; toll road; offshore submerged breakwater, revetment.

PENDAHULUAN

Rencana Jalan Tol Semarang – Demak melewati garis Pantai Morosari, Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah. Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak ini merupakan solusi atas padatnya Jalan Noasional Semarang – Demak yang ada sekarang ini. Jalan Tol Semarang – Demak yang melewati garis Pantai Morosari mengakibatkan adanya pengaruh dinamika kelautan yang ada di Pantai Morosari, seperti abrasi, erosi, dan sedimentasi. Hal tersebut menuntut adanya pembangunan bangunan pelindung pantai yang serta berfungsi melindungi trase Jalan Tol Semarang - Demak.



Gambar 1 Posisi Pantai Morosari, Kabupaten Demak

(www.maps.google.co.id, 2017)

Maksud penyusunan Tugas Akhir ini adalah Mengidentifikasi penyebab abrasi atau erosi dan sedimentasi di Pantai Morosari, Kabupaten Demak, Memprediksi perubahan garis pantai di sepanjang Pantai Morosari, Memberikan alternatif penanganan bangunan pengaman pantai yang nantinya difungsikan sebagai proteksi Jalan Tol Semarang – Demak setelah didapat alternatif bangunan pengaman pantai yang paling efektif, dan Memprediksi perubahan garis pantai di sepanjang Pantai Morosari setelah adanya alternatif bangunan yang dipilih.

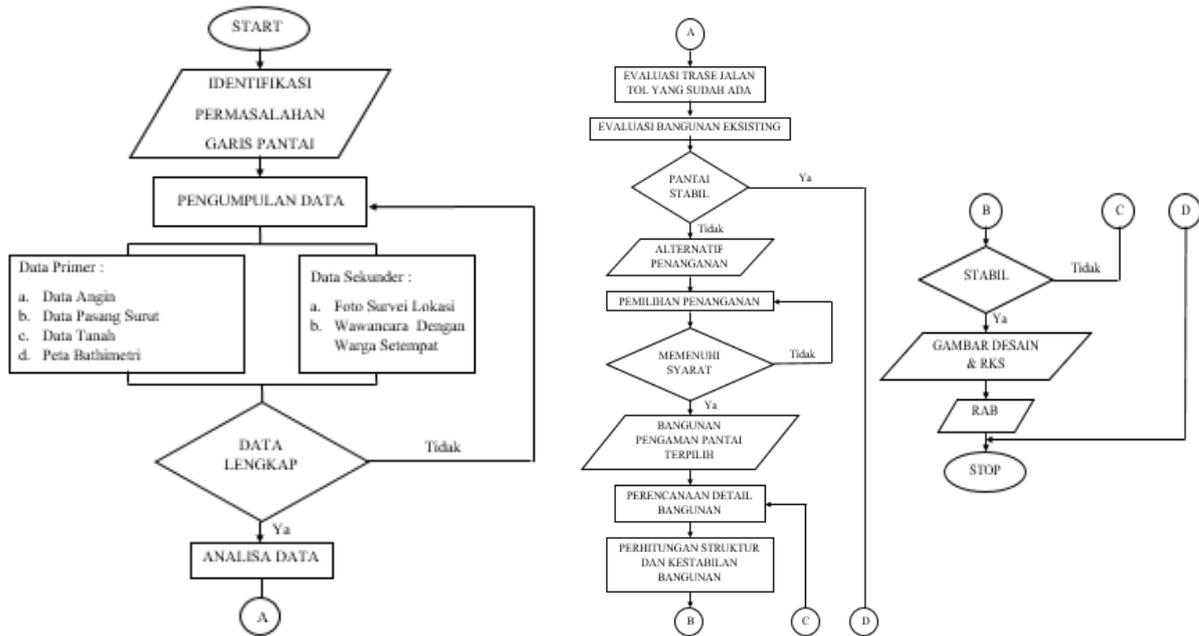
Tujuan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk menghasilkan identifikasi yang akurat dan pemilihan solusi yang tepat terhadap pemilihan bangunan pengaman pantai yang dapat berfungsi ganda sebagai proteksi Pantai Morosari, Demak terhadap erosi dan sedimentasi serta sebagai proteksi Jalan Tol Semarang – Demak dimasa mendatang.

METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan dimulai dengan tahapan berikut :

- Persiapan, dengan mempelajari latar belakang dan permasalahan, dan pengumpulan data-data yang dibutuhkan.
- Analisis data, setelah data yang dibutuhkan terkumpul maka selanjutnya dapat dilakukan pengolahan data di antaranya peta bathimetri, data pasang surut, data angin, dan data tanah.
- Prediksi perubahan garis Pantai Morosari selama tahun rencana tanpa adanya bangunan pelindung pantai dengan program GENESIS.
- Pemilihan solusi bangunan pelindung pantai dengan mempertimbangkan kerusakan pantai yang terjadi.
- Prediksi perubahan garis Pantai Morosari selama tahun rencana dengan adanya bangunan pelindung pantai terpilih dengan program GENESIS.
- Desain struktur bangunan pelindung pantai terpilih.
- Pembuatan gambar rencana, RAB, RKS, dan *Network Planning*.

Tahapan-tahapan tersebut dapat dijelaskan dengan bagan alir pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2 Flowchart Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai

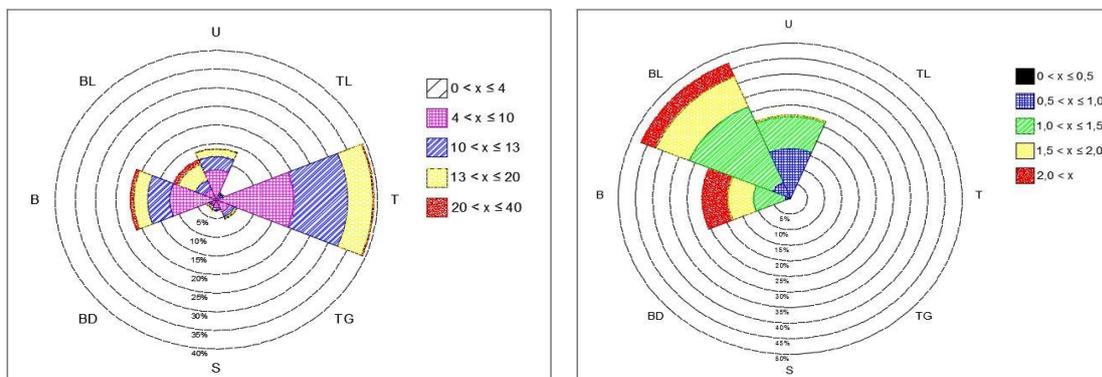
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang diperlukan dalam perencanaan bangunan pelindung Pantai Morosari antara lain, data angin, data pasang surut, dan data tanah. Kemudian data-data tersebut dianalisis dan diolah sehingga didapatkan nilai untuk perencanaan bangunan pelindung pantai.

Analisis Data Angin

Data angin ini diperoleh dari Stasiun BMKG Semarang tahun 2007 – 2017. Lalu data-data angin tersebut digunakan untuk menentukan besarnya tinggi gelombang, periode gelombang, dan arah datang gelombang.

Untuk melakukan peramalan tinggi dan periode gelombang maka diperlukan perhitungan *fetch*. *Fetch* efektif (F_{eff}) terhadap arah mata angin yang diperkirakan memberikan pengaruh dalam pembangkitan gelombang yaitu F_{eff} barat = 51,73 km, F_{eff} barat laut = 164,35 km, dan F_{eff} utara = 147,39 km.



Gambar 3 Windrose dan Waverose Tahun 2007 – 2017

Dari hasil perhitungan persentase kejadian angin pada gambar 3 tersebut didapatkan bahwa arah angin dominan yang berpengaruh terhadap garis pantai bergerak dari barat dengan persentase 21 % di mana 11,51% kecepatan 4-10 knot , 5,68 % kecepatan 10-13 knot, 3,43 % kecepatan 13-20 knot, dan 0,42% kecepatan 20-40 knot.

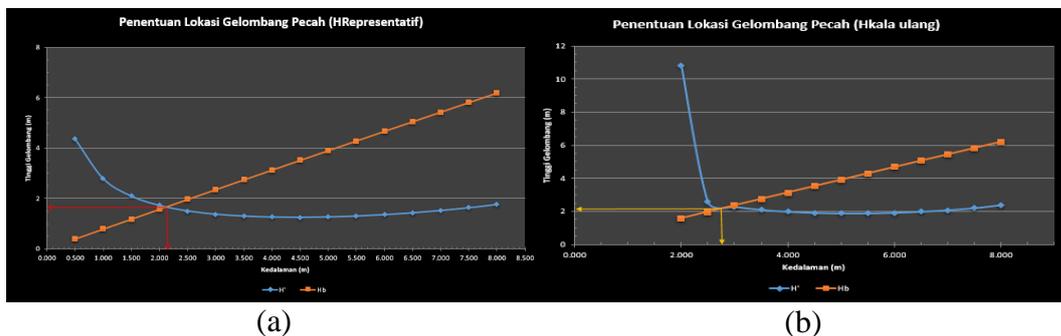
Sedangkan dari hasil peramalan gelombang didapatkan gelombang dominan berasal dari arah barat laut sebesar 47,20 %, disusul kemudian arah utara sebesar 26,99 % dan terakhir arah barat sebesar 25,81 %.

Perkiraan Gelombang dengan Periode Ulang

Perkiraan gelombang dengan periode ulang menggunakan data gelombang maksimum tiap tahun. Ada dua metode untuk memprediksikan gelombang dengan periode ulang tertentu, yaitu metode Gumbel (*Fisher-Tippet Type I*) dan metode *Weibull*. Pada perencanaan bangunan pelindung pantai, diambil kala ulang selama 25 tahun. Adapun nilai tinggi H_s untuk metode *Fisher-Tippet I* adalah 2,681 m dengan nilai T_s sebesar 7,401 detik.

Analisis Gelombang Pecah

Untuk analisis gelombang pecah, tinggi dan periode gelombang diambil dari nilai maksimum gelombang representatif pada arah yang berpengaruh dan perhitungan gelombang dengan periode ulang (digunakan periode ulang 25 tahun).

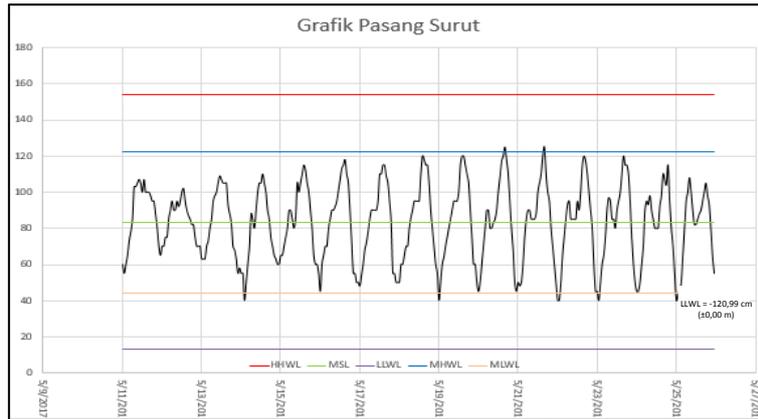


Gambar 4 Grafik Penentuan Lokasi Gelombang Pecah dengan (a) $H_{33\%}$, (b) H Kala Ulang

Gambar 4 (a) menunjukkan bahwa untuk gelombang dengan gelombang signifikan ($H_{33\%}$), lokasi gelombang pecah terjadi pada kedalaman (d_b) = 2,12 m dengan tinggi gelombang pecah (H_b) adalah sebesar 1,70 m. Sedangkan, Gambar 4 (b) menunjukkan bahwa untuk gelombang pecah dengan periode kala ulang 25 tahun terjadi pada kedalaman (d_b) = 2,20 m dengan tinggi gelombang pecah (H_b) adalah sebesar 2,70 m.

Analisis Pasang Surut

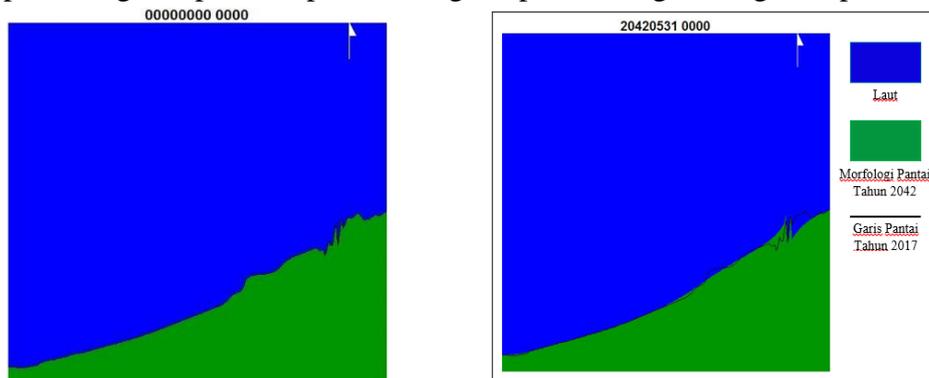
Pada perencanaan pelabuhan atau dermaga diasumsikan elevasi $\pm 0,00$ adalah dari MSL, sehingga akan didapatkan nilai-nilai HHWL = +70,61 ; MHWL = +39,03 ; MSL = $\pm 0,00$ MLWL = -39,04 dan LLWL = -70,61.



Gambar 5 Grafik Pasang Surut dengan Metode Admiralty

Prediksi Perubahan Garis Pantai

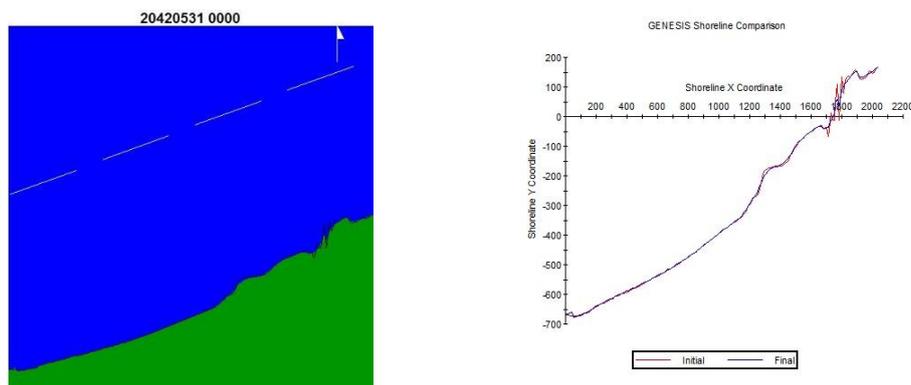
Prediksi perubahan garis Pantai Morosari menggunakan bantuan program GENESIS dengan kala prediksi 25 tahun. Prediksi dilakukan dengan prediksi perubahan garis pantai tanpa bangunan pelindung dan prediksi perubahan garis pantai dengan bangunan pelindung.



(a)

(b)

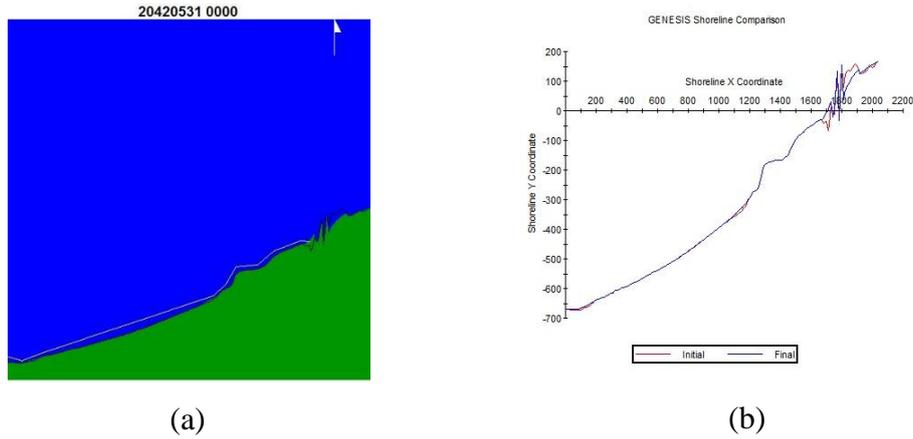
Gambar 5 Garis Pantai Morosari pada Tahun (a) 2017, (b) 2042



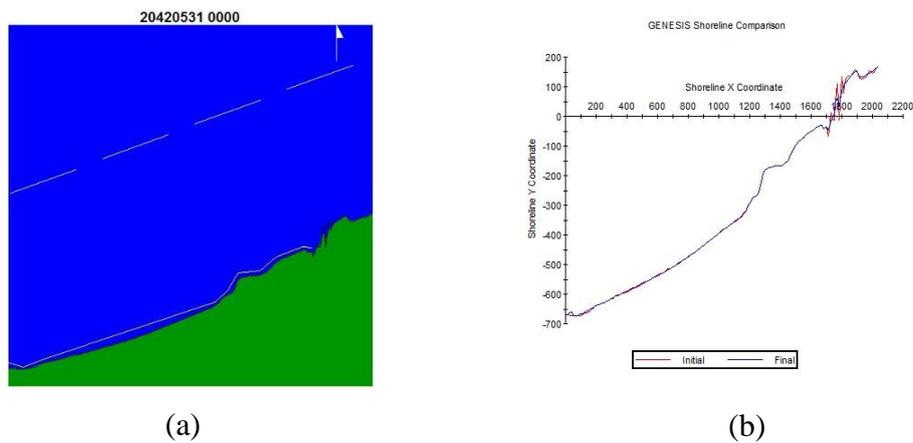
(a)

(b)

Gambar 6 (a) Perubahan Garis Pantai Morosari dengan Bangunan *Breakwater* (b) Grafik Perubahan Garis Pantai Morosari dengan Bangunan *Breakwater*



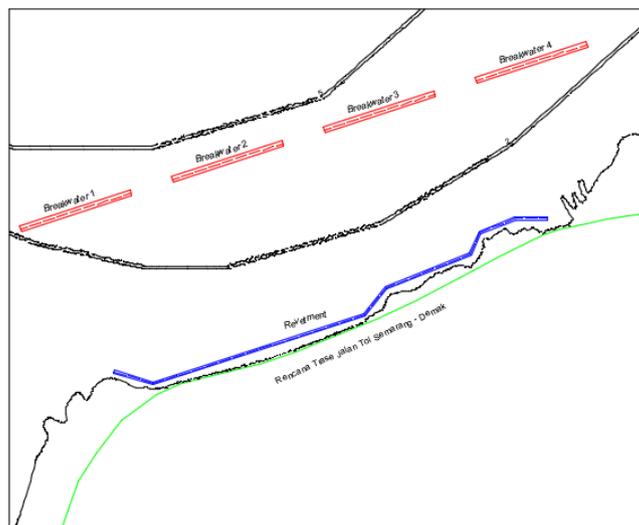
Gambar 7 (a) Perubahan Garis Pantai Morosari dengan Bangunan *Revetment* (b) Grafik Perubahan Garis Pantai Morosari dengan Bangunan *Revetment*



Gambar 8 (a) Perubahan Garis Pantai Morosari dengan Bangunan *Breakwater* dan *Revetment* (b) Grafik Perubahan Garis Pantai Morosari dengan Bangunan *Breakwater* dan *Revetment*

Dari analisis prediksi perubahan garis pantai yang terjadi dengan bantuan program GENESIS, direncanakan bangunan pelindung yang digunakan menggunakan *offshore submerged breakwater* dan *revetment*.

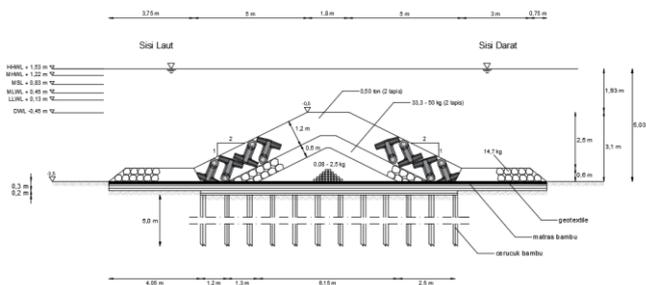
Perencanaan Struktur Bangunan Pelindung Pantai



Gambar 9 Layout Pekerjaan *Revetment* dan *Offshore Submerged Breakwater*

Perencanaan bangunan pelindung pantai didasarkan pada data – data berikut :

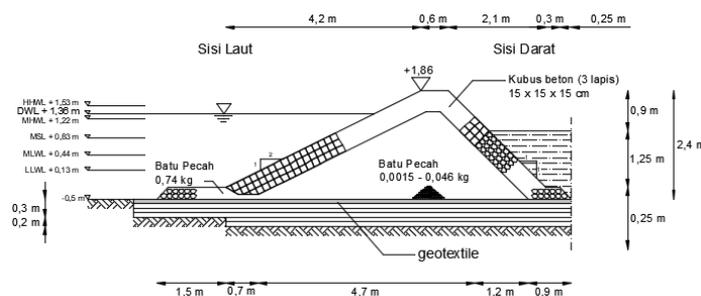
1. Panjang garis pantai di lokasi perencanaan adalah $\pm 2,3$ km.
2. Kemiringan dasar pantai, $m = 0,00168$.
3. Elevasi dasar laut untuk lokasi *offshore submerged breakwater* = - 3,5 m.
4. Elevasi dasar laut untuk lokasi *revetment* = - 0,5 m.
5. *Breakwater* direncanakan 3 lapis (dolos untuk lapis luar, batu kali/pecah untuk lapis kedua, dan batu kali/pecah untuk lapis inti).
6. *Revetment* direncanakan 2 lapis (kubus beton untuk lapis luar, batu kali/pecah untuk lapis inti).



Gambar 10 Potongan Melintang Bangunan *Offshore Submerged Breakwater*

Spesifikasi bangunan *offshore submerged breakwater* :

- Tinggi bangunan = 3,10 meter
- Lebar bangunan = 19,30 meter
- Elevasi dasar bangunan = - 3,5 meter
- Berat *dolos (armour layer)* = 500 kg
- Berat batu lapis kedua = 33,3 – 50 kg
- Berat batu lapis inti = 0,08 – 2,5 kg



Gambar 11 Potongan Melintang Bangunan *Revetment*

Spesifikasi *revetment* :

- Tinggi bangunan = 2,40 meter
- Lebar bangunan = 9,00 meter
- Elevasi dasar bangunan = - 0,5 meter
- Berat kubus beton (*armour layer*) = 8,10 kg
- Berat batu lapis inti = 0,0015– 0,046 kg

Analisis Penurunan Tanah

Analisis penurunan tanah menggunakan data tanah yang didapatkan dari Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil, Universitas Diponegoro dan dianalisis

menggunakan bantuan program PLAXIS. Penurunan tanah yang dihasilkan adalah sebesar 5,371 cm pada bangunan *breakwater* dan sebesar 5,008 cm pada bangunan *revetment*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Rencana trase Jalan Tol Semarang – Demak akan melintasi wilayah Pantai Morosari. Namun Pantai Morosari tersebut mengalami abrasi yang disebabkan oleh gelombang air laut serta arus pasang surut yang mengakibatkan terjadinya perubahan garis pantai dengan mundurnya garis pantai serta hilangnya daerah di sekitar pantai.
- 2) Dari hasil perhitungan pasang surut diperoleh HHWL = + 70,61 cm, MHWL = +39,03 cm, MSL = ± 0,00 cm, MLWL = - 39,04 cm, dan LLWL = - 70,61 cm. Dari grafik pasang surut, tipe pasang surut yang didapat adalah jenis pasang surut campuran condong ke harian ganda.
- 3) Berdasarkan *wind rose* dari analisa data angin selama 10 tahun (Januari 2007 – Mei 2017) diketahui bahwa angin dominan besar adalah dari arah Barat.
- 4) Dari simulasi program GENESIS dengan data angin yang digunakan adalah data angin harian selama 10 Tahun (Januari 2007 – Mei 2017) dapat diketahui perubahan morfologi pantai yang menunjukkan bahwa serangan gelombang dominan yang menyebabkan terjadinya gerusan pada daratan adalah serangan gelombang dari arah Barat Laut.
- 5) Alternatif yang terpilih untuk proteksi Jalan Tol Semarang – Demak ruas Pantai Morosari adalah dengan bangunan pelindung pantai yaitu kombinasi antara *revetment* dan *offshore submerged breakwater*.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi. Jakarta: Pradnya
- CERC. 1984. Shore Protection Manual, US Army Coastal Engineering Research Center. Whasington: Coastal Engineering Research Center.
- CERC. 1992. Automated Coastal Engineering System. Buku I: Teknikal Reference; Buku II: User's Guide. Missisipi: Department of the Army Waterway Experiment Station, Corps of Engineers.
- Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Semarang. 2017. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Demak. Semarang: Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Semarang
- Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Tengah. 2017. Layout Rencana Trase Jalan Tol dan Tanggul Laut di Pantai Morosari, Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Semarang: Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Tengah.
- Google Earth. 2017. Pantai Morosari. Data Peta. [Online] 5 April 2017. www.googleearth.com
- Google Maps. 2017. Pantai Morosari. Data Peta. [Online] 5 April 2017. www.googlemaps.com

Google Satellite. 2017. Lokasi Pantai Morosari. [Online] 5 April 2017.

www.google.com/maps/@-7,105,15z

Triatmodjo, Bambang. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Yogyakarta: Beta Offset

Triatmodjo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.

Weisberg and Buker. 1990. *Writing Up Research*. NJ: Prentice Hall Regents.