

PENGARUH KENAIKAN AIR LAUT PADA EFEKTIFITAS BANGUNAN UNTUK PERLINDUNGAN PANTAI KOTA SEMARANG

Buddin A. Hakim¹⁾ Suharyanto²⁾ Wahyu Krisna Hidajat

Jln. Imam Bardjo, SH. 6 Semarang 50241 Website: www.mil.undip.ac.id

Email: buddin_ocean05@yahoo.co.id, mil_undip@yahoo.com

- 1) Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro & Staff Balai Pengkajian Dinamika Pantai - BPPT
- 2) Staff Pengajar Teknik Sipil Universitas Diponegoro
- 3) Staff Pengajar Teknik Geologi, Universitas Diponegoro

ABSTRAK

Adanya interaksi lautan dan daratan akan berpengaruh terhadap kondisi Pantai, Perairan Semarang yang berbatasan langsung dengan laut lepas berpotensi terjadi abrasi akibat dari energi gelombang yang mengenai daratan, faktor kenaikan air laut sebagai pengaruh dari perubahan iklim secara langsung akan mempengaruhi luasan abrasi yang terjadi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui proyeksi kenaikan air laut, memperkirakan daerah abrasi serta mengetahui efektifitas bangunan groin dalam menanggulangi abrasi di Pantai Semarang. Identifikasi daerah abrasi dan tingkat efektifitas penanggulangan abrasi dilakukan dengan pemodelan menggunakan *software* CEDAS 2.01 sedangkan analisis spasial menggunakan *software* ArcGIS 9.3, sebagai inputan model data didapatkan dari analisis data Angin dan data pasang surut Kota Semarang serta survei data lapangan mengenai morfologi pantai dan kondisi sedimen di lokasi penelitian. Dari analisis data Pasang Surut didapatkan Proyeksi Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Semarang diberikan dengan persamaan regresi $y = 8,8209 x - 17367$, $R^2 = 0,9453$, dengan nilai kenaikan air laut sebesar 7.806 cm/tahun. Dari Hasil pemodelan didapatkan bahwa jika tidak ada upaya perlindungan yang dilakukan di Pantai maka pada tahun 2015 dilokasi penelitian akan mengalami abrasi sebesar 116.307 m² dan meningkat pada tahun 2020 sebesar 174.593 m² dengan lokasi abrasi berada di Kelurahan Jerakah, Tugurejo Karanganyar, Randu Garut, dan Kelurahan Mangkang Wetan, sedangkan dari skenario penambahan bangunan pantai jenis groin untuk menanggulangi abrasi didapatkan bahwa pembangunan Groin dengan jarak yang semakin pendek antara groin satu dengan yang lainnya lebih efektif dalam menanggulangi abrasi pantai di lokasi penelitian dibandingkan dengan pembangunan Groin yang panjang tetapi jarak antar groinnya terlalu panjang.

Kata Kunci : *Kenaikan Air Laut, Prediksi Daerah Abrasi, Efektifitas Bangunan, Pantai Semarang*

ABSTRACT

The interaction of the oceans and the mainland will affect the coastal condition, Semarang sea directly adjacent seas could potentially occur abrasion due to wave energy on the mainland, the factor of rising sea levels as the effects of climate change will directly affect the extent of abrasion occurs. The study aims to determine projected sea level rise, estimating abrasion areas and determine the effectiveness of coastal building type groins in preventing abrasion in coastal Semarang. Identify areas of abrasion and erosion for effectiveness level is done by using the modeling software of CEDAS 2.01 and spatial analysis using ArcGIS 9.3 software, as input data model derived from wind data analysis and tidal data of Semarang, and survey field data on coastal morphology and sediment conditions at a location research. From the analysis of the Tidal data obtained, the projections of Sea Level Rise in the Semarang sea is given by the regression equation $y = 8.8209 x - 17367$, $R^2 = 0.9453$, with a sea level rise by

7.806 cm/year. From modeling results obtained that if no protection efforts taken at the coastal Semarang in 2015 at the location of research would have amounted to 116,307 m² abrasion and will increase in 2020 amounted to 174,593 m² with a location abrasion are Jerakah village, Tugurejo Karanganyar, Randu Garut, and Mangkang Wetan Village, while the scenario building addition to tackling coastal erosion types groin was found that the construction of groin with shorter distances between groins with each other more effectively in tackling coastal erosion at the sites compared to the development of a long groin but the distance between groinnya too long.

Keyword : Sea Level Rise, Prediction of abrasion, Effectiveness of Building Protection, Semarang Coastal

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan pertemuan antara wilayah laut dan wilayah darat, dimana daerah ini merupakan daerah interaksi antara ekosistem darat dan ekosistem laut yang sangat dinamis dan saling mempengaruhi, wilayah ini sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia seperti : pusat pemerintahan, permukiman, industri, pelabuhan, pertambakan, pertanian dan pariwisata. Peruntukan ini akan berakibat pada peningkatan kebutuhan akan lahan dan prasarana lainnya, sehingga akan timbul masalah-masalah baru di kawasan pantai seperti: Abrasi pantai, sedimentasi yang mengakibatkan majunya garis pantai dan atau pendangkalan muara sungai, penurunan tanah dan intrusi air asin serta pencemaran lingkungan. Selain itu Wilayah pesisir sangat rentan terhadap dampak dari trend perubahan iklim yang dapat memicu bahaya seperti: kenaikan muka laut (*Sea Level Rise*, SLR) dan variabilitas musiman (El Niño, gelombang badai, dan kejadian ekstrim laut lainnya), demikian juga sangat rentan terhadap aktivitas manusia baik di darat maupun di laut, sehingga dalam pengelolaannya tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

Salah satu sektor yang secara langsung terancam terhadap bahaya kenaikan muka air laut akibat perubahan iklim adalah sektor pesisir dan laut. Manusia dan ekosistem wilayah pesisir dan laut menghadapi bahaya akibat kenaikan muka air laut serta perubahan parameter-parameter laut lainnya yang disebabkan perubahan iklim seperti badai pasut (rob), gelombang badai, ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) terhadap wilayah pesisir, menyebabkan perubahan lingkungan antara lain berupa erosi pantai dan pengurangan lahan pesisir dan banjir dan suplai sedimen ke wilayah pesisir akibat perubahan curah hujan dan limpasan permukaan (KLH, 2010).

Terjadinya pemanasan global menyebabkan suhu muka laut menjadi lebih hangat dan meningkatkan level muka laut, hal ini diperkirakan terus meningkat di masa datang. Tinggi muka laut dapat berubah dari tahun ke tahun selama waktu jangka panjang, tergantung kepada ENSO dan siklus IPO yang terjadi secara musiman. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), memperkirakan bahwa level muka laut akan terus meningkat untuk beberapa abad ke depan bahkan jika emisi gas rumah kaca telah stabil, hal ini dikarenakan oleh waktu respon laut yang cukup lama. Pencairan es

diperkirakan akan menyebabkan kenaikan level muka laut dalam orde beberapa meter selama beberapa abad sampai milenium ke depan. Bahkan untuk skenario perubahan iklim yang paling minimal (IPCC, 1990; IPCC, 2001; IPCC, 2008).

Sebetulnya pantai mempunyai keseimbangan dinamis yaitu cenderung menyesuaikan bentuk profilnya sedemikian sehingga mampu menghancurkan energi gelombang yang datang. Gelombang normal yang datang akan mudah dihancurkan oleh mekanisme pantai, sedang gelombang besar/badai yang mempunyai energi besar walaupun terjadi dalam waktu singkat akan menimbulkan erosi. Kondisi berikutnya akan terjadi dua kemungkinan yaitu pantai kembali seperti semula oleh gelombang normal atau material terangkut ketempat lain dan tidak kembali lagi sehingga disatu tempat timbul erosi dan di tempat lain akan menyebabkan sedimentasi (Pranoto, 2007).

Untuk itu perlu adanya kajian analisis penyebab terjadinya abrasi secara alami dan proyeksi kenaikan air laut sehingga dapat diketahui luasan abrasi, dan selanjutnya dapat diketahui dan ditetapkan penanggulangannya dengan pembangunan bangunan pantai dengan memperhatikan proyeksi kenaikan muka air laut sebagai akibat dari pemanasan global.

Kota Semarang merupakan salah satu Kota yang terletak di pesisir Laut Utara Jawa. Secara geografis terletak pada 6°55'52,5" LS - 6°58'45" LS dan 110°17'18" BT - 110°29'25" BT memiliki panjang garis pantai ±36.6 km,

dengan luas wilayah daratan Pesisir : 9.111,28 ha (47,6%), Luas wilayah Perairan: 10.048,80 ha (52,4%) (Bappeda Kota Semarang, 2011). Pemanfaatan wilayah pesisir Kota Semarang sangat beragam, mulai dari pemanfaatan pesisir sebagai wilayah perumahan modern, permukiman, kawasan terbuka hijau hingga pemanfaatan sebagai lahan tambak oleh masyarakat pesisir, hal ini akan menyebabkan adanya intervensi manusia maupun terhadap kondisi pesisir, seperti terjadinya reklamasi untuk memenuhi kebutuhan perumahan, maupun wahana rekreasi maupun adanya penggundulan mangrove sebagai pembukaan tambak baru.

Abrasi pantai didefinisikan sebagai mundurnya garis pantai dari posisi asalnya (Triatmodjo, 1999). Abrasi atau Erosi pantai disebabkan oleh adanya angkutan sedimen menyusur pantai sehingga mengakibatkan berpindahnya sedimen dari satu tempat ke tempat lainnya. Angkutan sedimen menyusur pantai terjadi bila arah gelombang datang membentuk sudut dengan garis normal pantai.

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui proyeksi kenaikan air laut di Perairan Kota Semarang.
2. Memperkirakan daerah abrasi di wilayah kajian.
3. Mengetahui efektifitas bangunan groin dalam menanggulangi abrasi.

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif (Fathoni, 2006), yaitu dengan mengadakan pemeriksaan dan melakukan pengukuran terhadap gejala empirik yang berlangsung di lapangan, sedangkan untuk pengambilan data penunjang dilakukan dengan metode *purposive sampling method*. Dengan Lokasi Penelitian di Perairan Kota Semarang dan sedangkan daerah model yang sebagai daerah perlindungan pantai berada di Kecamatan Tugu yang dibatasi oleh Kali Silandak di sebelah Timur dan Batas Wilayah Administrasi Kabupaten Kendal.

Sedangkan materi materi yang digunakan antara lain : Data Pasang Surut Kota Semarang Tahun 2003 s/d 2012 dari BMKG Maritim Pengukuran St. Tanjung Emas Semarang, Data Angin Semarang Tahun 2006 – 2011 dari BMKG Stasiun Bandara Ahmad Yani Semarang, Peta RBI dan LPI wilayah Semarang 2001-2002 yang diterbitkan oleh Bakorsurtanal, Citra Satelit AVNIR 2010 dari Google Earth.

Selain itu juga dilakukan pengukuran terhadap data data gelombang, arus, kelerangan pantai, morfologi pantai serta pengambilan sampel sedimen yang dilanjutkan dengan uji butir di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Untuk data Pasang Surut Kota Semarang digunakan untuk mengetahui muka air laut Semarang serta komponen komponen harmonik yang berpengaruh terhadap terjadinya abrasi. Data pasang surut merupakan representatif dari fluktuasi muka air laut, dengan menggunakan data pasang surut hasil pengamatan yang

dilakukan di stasiun pengukuran BMKG Maritim Pelabuhan Tanjung Emas Semarang maka akan dapat diketahui MSL pasang surut setiap periode pasang surut. Dari MSL periode pasut selanjutnya dilakukan regresi linier MSL dari tahun 2003 sampai dengan 2012, Hasil Regresi MSL selama kurang lebih 10 Tahun selanjutnya akan digunakan untuk mengetahui besarnya proyeksi kenaikan muka air laut yang terjadi pada tahun 2020. Hasil kenaikan ini akan digunakan sebagai inputan pada skenario pemodelan penanggulangan dan pengamanan pesisir di Semarang sebagai akibat dari perubahan iklim.

Data angin digunakan untuk meramalkan kondisi gelombang sepanjang tahun, karena data pengukuran gelombang mempunyai keterbatasan dalam pengukurannya. Kegunaan dari data gelombang digunakan untuk mengetahui karakteristik gelombang serta penentuan kedalaman dari gelombang pecah serta karakteristik lainnya.

Peta dan Citra satelit digunakan untuk mengetahui topografi maupun morfologi pantai di lokasi penelitian, dengan pengolahan data menggunakan software ArcGIS 9.3 akan dapat digambarkan garis pantai lokasi penelitian, topografi daratan maupun batimetri perairan Semarang, dengan pengolahan lebih lanjut data data tersebut mampu dibaca oleh software yang digunakan untuk prosesing selanjutnya.

Sedangkan untuk mengetahui pengaruh bangunan pantai terhadap efektifitas penanggulangan abrasi dilakukan dengan pemodelan dari software CEDAS 2.01 (Coastal Engineering Design & Analisis System) dengan skenario sebagai berikut :

1. Running model dengan menggunakan inputan eksisting garis pantai yang ditambahkan dengan nilai SLR (kenaikan air laut) tanpa menambahkan Groin.
2. Running model dengan menggunakan inputan eksisting garis pantai yang ditambahkan dengan nilai SLR (kenaikan air laut) dengan menambahkan Groin sebanyak 4 buah dengan panjang groin 60 m.
3. Running model dengan menggunakan inputan eksisting garis pantai yang ditambahkan dengan nilai SLR (kenaikan air laut) dengan menambahkan Groin sebanyak 2 buah dengan panjang groin 120 m.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lokasi Penelitian

Secara Administrasi daerah penelitian berada di Pantai Utara Kota Semarang dengan batas lokasi penelitian sebagai berikut :

Sebelah Barat : Kabupaten Kendal (Sungai Mangunharjo), Sebelah Utara : Perairan Utara Jawa, Sebelah Timur : Sungai Silandak Kecamatan Semarang Barat, Sebelah Selatan : Kelurahan Tugurejo, Kelurahan Karanganyar, Kelurahan Randugarut, Mangkang Wetan, Mangunharjo dan Kelurahan Mangkang Kulon. Sedangkan secara geografis, daerah penelitian dibatasi dengan $6^{\circ}55'21.435''$ - $6^{\circ}57'25.219''$ LS dan $110^{\circ}18'31,352''$ - $110^{\circ}22'1,100$ BT

Dilihat dari ketinggian lahannya, Daerah di wilayah kajian memiliki ketinggian wilayah

berkisar antara 0 – 0,75 m dpl dengan kemiringan lahan dominan sebesar 0 - 2 %. Sebagai wilayah yang berbatasan langsung dengan pantai, serta daerah yang ketinggiannya hampir sama dengan permukaan air laut, menyebabkan terdapatnya daerah-daerah rawan genangan air laut. Daerah rawan genangan ini sebagian besar dimanfaatkan sebagai tambak.

Dari survei lapangan yang dilakukan pada bulan Juni 2012 diindikasikan di daerah penelitian telah terjadi abrasi pantai, hal ini diperlihatkan dengan adanya bangunan bangunan pantai yang saat ini posisinya berada di tengah laut dan tergerus oleh adanya abrasi. Secara umum pemanfaatan lahan di lokasi penelitian masih digunakan sebagai pertambakan, mulai dari batas sebelah timur Kali Silandak sampai dengan batas barat di Kali Mangungsari tidak ada aktifitas industri yang keberadaannya berada di perbatasan daratan dan laut.

Kondisi Hidro-Oseanografi

Dari pengolahan data pasang surut BMKG Maritim Stasiun Pengukuran Tanjung Emas Semarang dengan menggunakan metode Admiralti didapatkan rata rata komponen harmonik pasang surut dari tahun 2003-2012 sebagai berikut :

Tabel 1. Komponen Harmonik Rata Rata Pasang Surut di Semarang

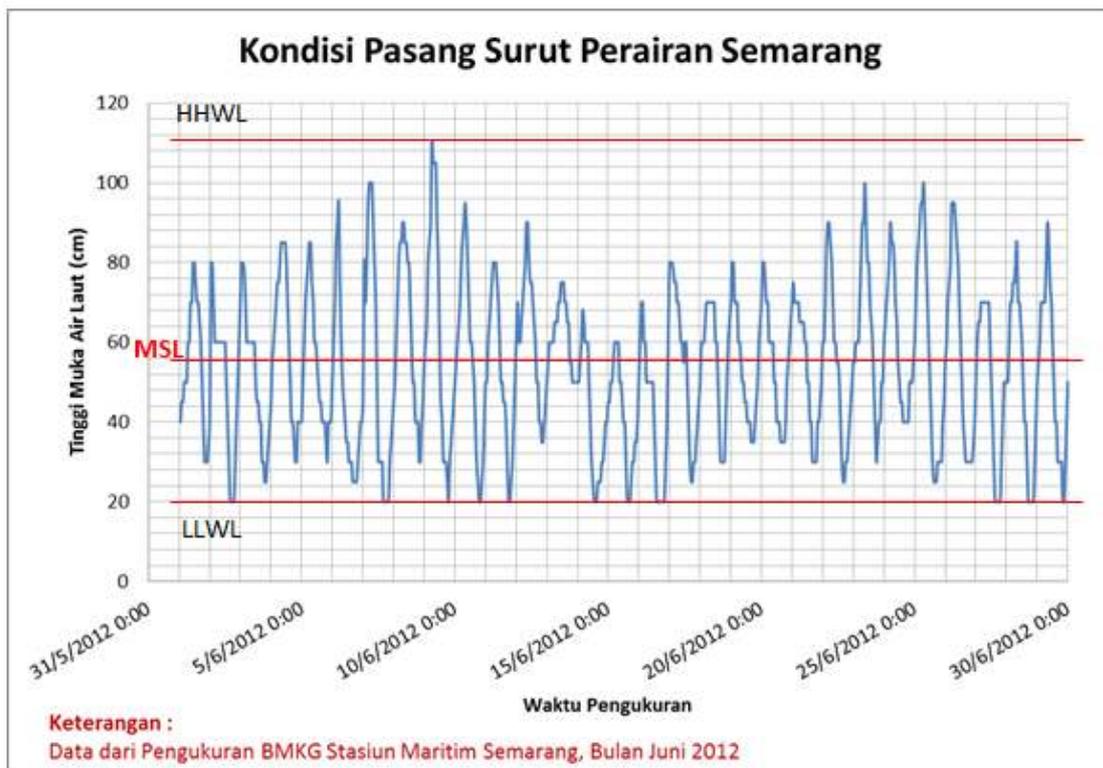
So	M2	S2	N2	K2
59.22	6.31	6.33	2.45	1.46
K1	O1	P1	M4	MS4
18.10	6.58	5.97	0.61	0.66
F	LLWL	MSL	HHWL	Zo
2.24	20.35	60.51	112.92	48.46

Sumber : Pengolahan data, 2012

Kondisi pasang surut di Perairan Kota Semarang dari hasil pengolahan data Pasang Surut tahun 2003 sampai dengan tahun 2012 didapatkan bahwa nilai maksimum yang terukur dirambu pasang surut adalah 112,92 cm dan Nilai minimum adalah 20,35 cm. Tunggang

Pasut di perairan Semarang berkisar antara 35 cm sampai dengan 75 cm dengan Nilai F (Formzhal) mencapai 2,24.

Sebagai visualisasi kondisi pasang surut di Perairan Semarang pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Visualisasi Muka Air Laut di Perairan Semarang

Untuk keperluan perencanaan bangunan-bangunan pantai perlu dipilih tinggi dan periode gelombang individu (*individual wave*) yang dapat mewakili suatu spektrum gelombang, Gelombang tersebut dikenal dengan gelombang representatif, Apabila tinggi gelombang dari suatu pencatatan diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah atau sebaliknya, maka akan dapat ditentukan tinggi H_n , yang merupakan rerata dari n persen gelombang tertinggi, Dengan bentuk demikian akan diketahui karakteristik gelombang alam dalam bentuk gelombang tunggal, Bentuk gelombang yang paling banyak digunakan dalam perencanaan adalah H atau tinggi rerata dari 33% nilai tertinggi dari pencatatan gelombang yang juga disebut sebagai tinggi gelombang signifikan H_s

Tabel 2. Statistik Gelombang Perairan Semarang

Hmax	Tmax	H33	T33	Hmin	Tmin
132,5	6,7	88,86	5,84	10,806	4,5

Sumber Data : Pengukuran Lapangan, 2012

Hmax	Tmax	H33	T33	Hmin	Tmin
112,7	7,8	35	3,5	15,0	1,4

Sumber Data : Perhitungan dengan SMB 1984

Sedangkan untuk karakteristik sedimen dilakukan dengan pengujian sampling dengan mengambil titik titik yang mewakili lokasi penelitian, dari titik titik tersebut selanjutnya

dilakukan uji ukuran butir sedimen dan didapatkan bahwa dilokasi penelitian ukuran butir yang mewakili lokasi penelitian adalah $(\phi 50) = 0.53$ mm.

Proyeksi Kenaikan Air Laut di Perairan Semarang

Gambar 1 dan 2 memperlihatkan terjadinya kenaikan muka air laut di Perairan Semarang mendekati pola linier dan untuk memprediksi kenaikan muka air laut pada tahun-tahun mendatang bisa digunakan rumus persamaan garis linier yang ada dalam Gambar 1 :

$$Y = 8,8209X - 17367$$

Keterangan : Y = tinggi MSL (cm)

X = Tahun

$$R^2 = 0,9453$$

Sedangkan untuk kenaikan Muka Air Laut tiap tahun (2003-2010) di Perairan Semarang adalah sebesar 10,806 cm/tahun, angka ini didapatkan dari pengolahan data MSL tahunan dari tahun 2003 – 2010, kondisi rata rata muka air laut bulanan (MSL) tiap tahun beserta kenaikannya (Gambar 2).

Penurunan Tanah di Pesisir Kota Semarang

Data Penurunan Tanah di Pesisir Kota Semarang didapatkan dari analisis data data penelitian terdahulu yang berhubungan dengan Penurunan Tanah di Kota Semarang.

Tabel 4 adalah merupakan analisis dan pengolahan data Penurunan Tanah dari Penelitian Abidin *et al.* (2009) dan Ismanto *et al.* (2009) dengan komparasi dari titik spot height RBI Tahun 2001. Titik titik penurunan tanah yang disajikan dalam Tabel 4 merupakan titik titik tinggi yang masih berada dalam wilayah Pesisir, penentuan daerah pesisir ditentukan dengan batasan titik terjauh yang masih mempunyai karakteristik wilayah Pesisir.

Sebaran titik titik pantau Penurunan tanah di Kota Semarang relatif banyak, dan kisaran penurunan tanah juga bervariasi, ada beberapa titik pantau ketinggian tanah yang tidak mengalami penurunan sampai dengan titik pantau (BM) yang penurunannya mencapai 14 cm/tahun. Dalam Tabel 4 disajikan data penurunan tanah yang terjadi dipesisir Kota Semarang dari hasil eliminir data pemantauan penurunan tanah. Besarnya penurunan tanah yang terjadi di Kota Semarang bervariasi mulai dari 4 cm/tahun sampai dengan 13 cm/tahun. Sedangkan dari hasil rata rata penurunan tanah yang ada didapatkan bahwa penurunan tanah yang terjadi di Pesisir Kota Semarang rata ratanya adalah 7,471 cm/tahun.

Proyeksi Luasan Abrasi dengan Pendekatan Model

Dengan menggunakan parameter parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya abrasi seperti besarnya tinggi dan periode gelombang, komponen harmonik pasang surut, kelerengan dan kondisi sedimen serta dengan memasukkan

komponen kenaikan pasang surut mendatang selanjutnya dilakugan Pemodelan terhadap luasan abrasi dengan skenario yang telah ditentukan.

Dengan kenaikan air laut rata rata 7,806 cm/tahun, maka skenario penambahan dalam pemodelan tahun 2015 tingginya ditambahkan 3x dari kondisi eksisting tahun 2012 yaitu $3 \times 7,806 = 23,418$, untuk pemodelan tahun 2020 makan ditambahkan 8 x dari kondisi eksisting tahun 2012, yakni 62,448 cm, Gambar 3a, 3b, 3c, 4a, 4b, 4c dan Gambar 5a, 5b, 5c

Hasil dari Pemodelan digunakan untuk memperkirakan besarnya luasan abrasi yang akan terjadi pada tahun mendatang, dengan perhitungan spasial didapatkan proyeksi luasan abrasi dengan berbagai skenario yang disajikan dalam Tabel 5.

PEMBAHASAN

Dari analisa kondisi sedimen di lokasi penelitian didapatkan bahwa ukuran butir sedimen yang berada di lokasi penelitian bernilai 0,265 mm, ini berarti menunjukkan bahwa sedimen dipantai Semarang berjenis pasir sedang dan menunjukkan bahwa Pantai Semarang merupakan Jenis Pantai berlumpur dkarena nilai diameter butir kurang dari 0,5 mm. Untuk kondisi kelerengan dari pengukuran 10 titik yang mewakili lokasi penelitian didapatkan bahwa kelerengan pantai Semarang adalah 14,097 %.

Secara umum tinggi gelombang di Perairan Semarang relatif kecil yakni berkisar antara 0,35 m sampai dengan 0,89 m dengan periode antara 3,5 detik sampai dengan 5,8 detik. Hal ini menunjukkan bahwa gelombang yang terbentuk di Perairan Semarang karakteristiknya sangat dipengaruhi oleh kondisi angin yang terjadi, hal ini didukung oleh klasifikasi gelombang berdasarkan periode menurut Munk (1951) dalam Holthuijsen (2007), yang menyatakan bahwa gelombang yang dibangkitkan oleh angin mempunyai periode gelombang antara 1 – 10 detik. Sehingga untuk mendapatkan Gambaran kondisi gelombang secara *real times* sepanjang tahun dapat didekati dengan peramalan gelombang menggunakan data angin di stasiun terdekat karena ketersediaan data angin lebih tersedia dibandingkan dengan data gelombang pengukuran di Perairan.

Dari analisis Regresi data pasang surut perairan Kota Semarang yang ditampilkan dalam Gambar 1 dan Gambar 2 dapat digunakan untuk mengetahui besarnya kenaikan Air laut yang terjadi di Semarang dengan asumsi bahwa semua parameter pengaruh bernilai konstan sesuai dengan kondisi pada saat data di analisis. Tabel 3 memberikan gambaran mengenai kedudukan muka air laut di Semarang, Pada Tahun 2010 kedudukan muka air laut mengalami penurunan ternyata hal ini dikarenakan terjadi akibat dari pemindahan rambu pengukur pasut sehingga perlu adanya eliminasi data agar dapat diketahui secara pasti kenaikan muka air laut dengan pendekatan data

Pasang Surut, Sehingga sebagian data Tahun 2010, 2011, dan 2012 tidak dapat dikomparasikan dengan data sebelumnya, karena adanya perbedaan titik ukur. Untuk mendapatkan nilai proyeksi kenaikan air muka air laut di Perairan Semarang maka dilakukan eliminasi data, yakni data yang digunakan hanya sampai dengan tahun 2010, Dari analisis Regresi didapatkan nilai proyeksi kenaikan muka air laut untuk rata rata pertahun nilainya sebagai berikut

$$Y = 8,8209X - 17367$$

Persamaan inilah yang akan digunakan untuk memproyeksikan kedudukan air laut dengan referensi rambu pasut pengukuran untuk tahun 2015, 2020 ataupun kedudukan muka air laut tahun tahun mendatang.

Dari hasil Pemodelan menggunakan software CEDAS 2,01 didapatkan proyeksi terjadinya abrasi dan akresi yang terjadi di lokasi penelitian (Gambar 3a, 3b dan Gambar 3c) pada tahun 2015 dan 2020, Dari hasil Pemodelan didapatkan bahwa jika tidak dilakukan upaya intervensi terhadap perlindungan wilayah pantai (Skenario 1), maka pada tahun 2015 diperkirakan terjadi abrasi dilokasi penelitian seluas 116.307 m² dan akresi seluas 4.293 m², sedangkan pada tahun 2020 wilayah abrasi mengalami peningkatan yakni 174.593 m² dan akresi seluas 5.423 m² yang diukur dari kondisi eksisting pada tahun 2012. Daerah daerah yang akan mengalami abrasi meliputi Kelurahan Mangkang Wetan, Randu Garut, Karanganyar, Tugurejo dan Kelurahan Jerakah. Dalam

proyeksi terjadinya abrasi pada tahun 2015 dan 2020 Kelurahan Karanganyar akan terkena dampak Abrasi yang lebih luas jika dibandingkan dengan wilayah yang lain. Semakin meningkatnya wilayah abrasi tersebut diakibatkan karena energi gelombang dianggap konstan dan tidak adanya upaya perlindungan terhadap daerah-daerah yang semakin tergerus oleh energi gelombang sehingga semakin lama akan semakin menggerus sedimen pantai.

Dengan mengetahui luasan dan lokasi abrasi yang mungkin terjadi pada tahun yang akan datang maka perlu dilakukan upaya untuk mengurangi besarnya abrasi yang terjadi dalam penelitian pencegahan abrasi yang terjadi di Pantai Semarang pendekatan penanggulangan dengan pembangunan bangunan Pantai dengan alasan bangunan pantai relatif lebih cepat untuk pencegahan terhadap terjadinya abrasi dibandingkan dengan penanganan lain seperti *beach fill*, maupun penanaman Mangrove.

Berbagai jenis bangunan pantai mempunyai kelebihan masing-masing baik terhadap efektifitas penanggulangan pantai, unsur estetika, kemudahan pembangunan maupun jumlah biaya yang diperlukan dalam hal ini jenis bangunan yang dipilih untuk penanggulan abrasi yaitu bangunan pantai jenis Groin, alasan pemilihan bangunan Groin Menurut Penelitian Supriyanto (2003) mengatakan bahwa alternatif penanggulangan abrasi di Pesisir Kabupaten Kendal dan Kota Semarang adalah dengan pembangunan Groin karena mampu

menghambat transport sedimen sehingga pantai lebih seimbang karena sedimen hanya berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya, Selain itu pemilihan jenis bangunan Groin untuk mengatasi permasalahan abrasi juga dikemukakan oleh Santoso (2007). Bangunan Groin dibandingkan dengan Revetment, Breakwater, maupun kombinasi antara Revetment dan Breakwater mempunyai bobot lebih tinggi dalam hal kemudahan pelaksanaan, unsur estetika, pemeliharaan, umur konstruksi, gangguan terhadap pelayaran maupun efektifitas dalam penanggulangan abrasi. Alasan-alasan inilah yang menguatkan pemilihan bangunan jenis Groin sebagai bangunan yang dipilih dalam mengatasi abrasi yang terjadi di Pesisir Kota Semarang.

Untuk mengetahui efektifitas bangunan Groin dalam mengatasi abrasi selanjutnya dibuat skenario pembangunan Groin yang dikombinasi dengan proyeksi kenaikan muka air laut yang terjadi di Perairan Semarang, Skenario kedua adalah pembangunan 4 buah Groin dengan Panjang Tiap Groin 60 meter, jarak antar groin 540 m dengan kenaikan air laut 7.806 cm/tahun (Gambar 4a, 4b dan Gambar 4c) didapatkan luasan abrasi pada tahun 2015 adalah 3.876 m² dengan luas akresi 548 m², sedangkan pada tahun 2020 luasan abrasi yang terjadi di Pesisir Kota Semarang adalah 7.656 m² dengan luasan akresi 1.120 m², luasan abrasi dan akresi ini dihitung dari tahun 2012 sebagai kondisi eksisting saat ini.

Skenario ketiga adalah pembangunan 2 buah Groin dengan panjang tiap groin 120 meter, jarak antar Groin 1.080 m dengan memasukkan kenaikan air laut di Perairan Semarang 7.806 cm/tahun (Gambar 5a, 5b dan Gambar 5c) didapatkan luasan abrasi pada tahun 2015 adalah 5.867 m² dengan luas akresi 1.435 m², sedangkan pada tahun 2020 Pemodelan proyeksi abrasi yang digambarkan dalam Gambar 3a, 3b dan Gambar 3c sebagai hasil dari skenario Pertama, Lokasi terjadinya abrasi berada bagian timur lokasi penelitian, hal ini disebabkan karena faktor dominansi arah gelombang datang, bagian barat lokasi relatif tidak terjadi abrasi hal ini dikarenakan wilayah tersebut terlindung oleh morfologi pantai sebelah barat yang relatif menjorok selain itu juga adanya bangunan yang berada di wilayah PT. Kayu Lapis Indonesia Kabupaten Kendal, sehingga menghambat laju *Longshore current* sehingga terjadi penumpukan material sedimen, Arah gelombang datang yang didominasi dari arah barat laut mengakibatkan energi gelombang langsung mengenai material sedimen pantai yang tidak mempunyai perlindungan, sehingga energi tersebut akan menggerus material pantai yang mengakibatkan terjadinya abrasi. Dari skenario pertama ini selanjutnya untuk penanganan masalah abrasi di Lokasi Penelitian difokuskan pada bagian timur lokasi penelitian. Skenario ke dua dan ke tiga menempatkan bangunan Groin di Wilayah timur daerah penelitian, luasan abrasi meningkat menjadi 12.349 m² dengan luasan akresi 7.877 m².

Untuk wilayah wilayah yang terkena abrasi dan akresi akan sangat tergantung dari penempatan Groin, adanya bangunan Groin biasanya akan menyebabkan terjadinya abrasi di sisi groin dan terjadi akresi di sisi lain Groin. Tetapi bangunan ini mampu meredam abrasi di wilayah lain karena Groin mampu menghentikan *Longshore Current* yang menyebabkan terjadinya abrasi maupun akresi. Seperti contoh dalam penanganan abrasi dengan pembangunan 2 seri Groin yang diletakkan di Kelurahan Karang Anyar, maka akan terjadi abrasi dan akresi di wilayah tersebut, tetapi di Wilayah Kelurahan Randu Garut, Tugurejo dan Kelurahan Jerakah, Abrasi relative tidak terjadi.

Bangunan jenis groin mampu mengurangi luasan abrasi karena bangunan ini mampu menghambat proses *longshore transport* yang terjadi disepanjang pantai, bangunan ini menangkap material sedimen sehingga sedimen cenderung tertangkap di pangkal pangkal groin sehingga perpindahan material tidak terjadi,

Dari analisis luasan abrasi yang masih terjadi setelah dilakukan penambahan bangunan pantai ternyata skenario 2 dengan 4 groin seri 60 meter ternyata mampu mereduksi abrasi lebih baik jika dibandingkan dengan luasan abrasi yang terbentuk dari skenario 3 yang menempatkan 2 groin dengan panjang groin 120 meter. Kondisi ini diduga karena dengan jarak yang berdekatan antara 1 Groin dengan Groin yang lainnya akan saling melindungi dari datangnya gelombang yang membentuk sudut

gelombang tertentu, selain itu kerapatan groin satu dengan yang lainnya memungkinkan terperangkapnya material sedimen di antara groin, sehingga material sedimen hanya berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain dan akan kembali pada saat tertentu, sedangkan jika jarak antara groin satu dengan lainnya jaraknya lebih lebar maka memungkinkan berpindahnya material ke daerah di luar Groin sehingga mengakibatkan hilangnya material sedimen yang terbawa oleh energi gelombang.

KESIMPULAN

1. Proyeksi Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Semarang diberikan dengan persamaan regresi $y = 8,8209 x - 17367$, $R^2 = 0,9453$, dengan nilai kenaikan air laut 7.806 cm/tahun, dengan nilai penurunan tanah di Semarang sebesar 7.413 cm/tahun
2. Jika tidak ada upaya perlindungan terhadap pesisir Kota Semarang diperkirakan pada tahun 2015 terjadi abrasi dilokasi penelitian seluas 116.307 m² dan akresi seluas 4.293 m², sedangkan pada tahun 2020 wilayah abrasi mengalami peningkatan yakni 174.593 m² dan akresi seluas 5.423 m², Kelurahan yang diperkirakan mengalami abrasi pada tahun 2015 dan 2020 antara lain Kelurahan Mangkang Wetan, Randu Garut, Karanganyar, Tugurejo dan Kelurahan Jerakah, Kelurahan Karanganyar mengalami abrasi yang paling luas dibanding Kelurahan lainnya.

3. Pembangunan Groin dengan jarak yang semakin pendek antara groin satu dengan yang lainnya lebih efektif dalam menanggulangi abrasi pantai di lokasi penelitian dibandingkan dengan pembangunan Groin yang panjang tetapi jarak antar groinnya terlalu panjang.

ACKNOWLEDGEMENT

Terimakasih disampaikan kepada Beasiswa Unggulan, Dirjen Pendidikan Tinggi Kemendiknas RI atas kesempatan mengikuti Program Magister Ilmu Lingkungan Undip, Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc, dan Ir. Wahyu Krisna Hidajat, MT atas arahan dalam penelitian dan penulisan karya ilmiah, serta Instansi BMKG Stasiun Meteorologi A. Yani, dan BMKG Maritim St. Tanjung Emas Semarang atas bantuan data.

REFERENSI

- Abidin, H.Z.; H. Andreas; I. Gumilar; M. Gamal; T.P. Sidiq; Y. Fukuda; D. Murdohardono; Supriyadi. 2009. Geodetic Monitoring Of Land Subsidence in Semarang (Indonesia), ITB, Bandung.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang, 2011. Profil Wilayah Pantai dan Laut Semarang
- Fathoni, Aburrahmat, 2006. Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan

- Skripsi.PT. Rineka Cipta. Jakarta. 149p
- Holthuijsen, L. H. 2007. *Waves In Oceanic And Coastal Waters*. Cambridge University Press., Cambridge CB2 8RU, UK. 405p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1990. *Climate Change : The IPCC Impact Assessment*. IPCC Working Group II. USSR State Committee for Hydrometeorology. Moscow.
- _____, 2001. *Chapter-6 Coastal systems and low-lying areas*, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge, *Cambridge University Press*.
- _____, 2008. *Impacts, Adaptation and Vulnerability*", Chapter 3, *Freshwater Resources and their Management*, Working Group II IPCC Fourth Assessment Report, Working Group II Report tersedia pada <http://www.ipcc.ch/ipcc/reports/ar4-wg2.htm>. Diakses pada 28 Desember 2011
- Ismanto, Aris., Anindya Wirasatriya, Muhammad Helmi, Agus Hartoko, Prayogi Prayogi. 2009. *Model Sebaran Penurunan Tanah di Wilayah Pesisir Semarang*. Volume 14 Nomor 4. *Indonesian Journal of Marine Sciences (ISSN 0853-7291)*
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2010. *Sektor Pesisir dan Laut : Kajian Risiko dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Kementrian Lingkungan Hidup (KLH) bekerjasama dengan GTZ dan AusAid
- Pranoto, Sumbogo. 2007. *Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model Genesis dalam Jurnal : Berkala Ilmiah Teknik Keairan Vol. 13, No.3– Juli 2007, ISSN 0854-4549*
- Santoso. 2007. *Studi Erosi dan Sistem Penanggulangannya di Pantai Sarang Kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah*. Tesis. Institut Teknologi Bandung.
- Supriyanto, Agus. 2003. *Analisa Abrasi pantai dan alternatif penanggulangannya di Perairan Pesisir Kabupaten Kendal – Kota Semarang*. Tesis. Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta. 397 p.