

Mitigasi dampak kenaikan muka laut di Pantai Alam Indah Kota Tegal Jawa Tengah melalui pendekatan Geomorfologi

Mitigation of the impact of sea level rise at “Alam Indah Beach” Tegal City Central Java through Geomorphological approach

Septriono Hari Nugroho

UPT Balai Konservasi Biota Laut Ambon, Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI

Jl. Y. Syaranamual, Guru-guru, Poka, Ambon 97233

SARI

Penelitian terkait penanganan kenaikan muka air laut di kawasan wisata Pantai Alam Indah Kota Tegal dilakukan dengan pembuatan profil pantai. Metode yang digunakan adalah survei lapangan dengan analisis deskriptif korelatif. Pantai Alam Indah relatif landai, dengan kemiringan bibir pantai antara $1 - 7^{\circ}$, tersusun oleh endapan pasir dan termasuk jenis pantai abrasi. Profil pantai diukur dengan *waterpass portable*, sehingga dapat diketahui muka laut sekarang dan dapat dibuat prediksi kenaikan muka laut masa datang. Dari hasil pengukuran diperoleh ketinggian dataran pantai sekitar 0,2 – 1,8 m dpl. Apabila kenaikan muka laut di prediksi menjadi 0,5 m maka seluruh segmen pantai akan mampu menghadapi kenaikan muka laut, sehingga air tidak masuk ke daratan. Apabila kenaikan muka air laut naik menjadi 0,8 – 1 m maka sebagian besar dataran pantai terutama bagian timur akan tergenang oleh limpasan air tersebut. Bagian barat dan tengah pantai, hanya mampu menahan air yang datang hingga ketinggian 0,8 m. Persoalan ini dapat ditanggulangi dengan meninggikan dataran tepi pantai, dengan cara pembuatan deretan groin di sepanjang pantai. Deretan groin akan bermanfaat untuk menstabilkan garis pantai, sebagai penangkap sedimen sehingga akan meninggikan dataran tepi pantai dan kawasan tersebut dapat dijadikan kawasan wisata pantai yang aman.

Kata kunci: mitigasi, kenaikan muka laut, profil, pantai

ABSTRACT

The research related to sea level rise anticipation in tourism area of Alam Indah Beach, Tegal city, handled by making of beach profile. The method used in this research was a field survey with correlative description analysis. The Alam Indah beach has relatively gentle slope, of which the shore line angle ranges between 1° to 7° ; it is composed of sand deposits, and it is included to abrasion beach. The beach profile measured by portable water pass, so the present sea level can be reecognized and the future sea level can be predicted. By measuring the coastal plain, the height is obtained which is about 0.2 to 1.8 m above MSL. If the increase of sea level was predicted to 0.5 m, the entire coastal segment will be able to deal with the increase of sea level, so the water does not inundate the land. But, if the sea level increases to

Naskah diterima 7 Januari 2012, selesai direvisi 4 April 2012

Korespondensi, email: sept006@lipi.go.id/h4rry_nugroho@yahoo.com

0.8 to 1.0 meter, most of the coastal plain especially the eastern part will be flooded by this runoff water. The west and middle part of the beach only able to hold the incoming water up to a height of 0.8 meters. This problem can be overcome by elevating the coastal plains, by constructing a row of groins along the beach. Rows of groins will be useful to stabilize the coastline, as sediments catcher that will elevate the coastal plain areas, this area also provides a safe beaches tourist resort.

Keywords: mitigation, sea level rise, profile, coastal

PENDAHULUAN

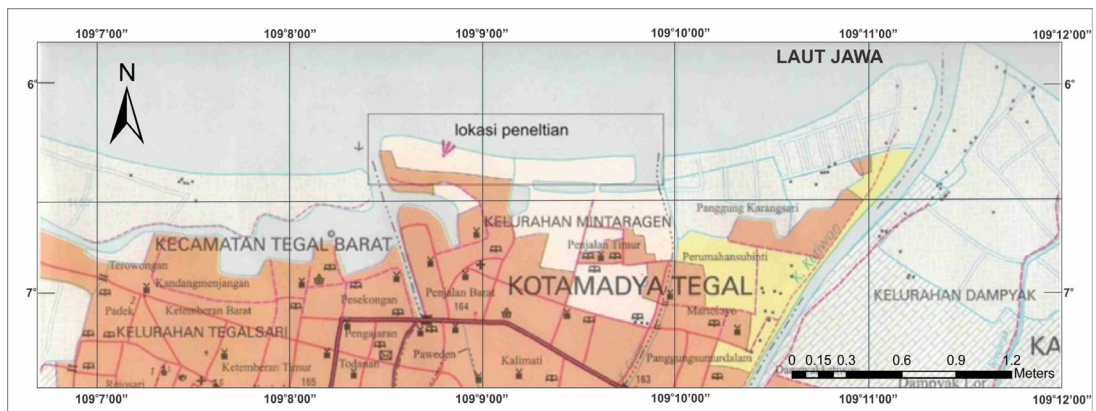
Pantai Alam Indah (PAI) merupakan salah satu pantai yang dijadikan kawasan wisata pantai andalan di Kota Tegal Jawa Tengah. Pantai ini berbatasan langsung dengan pemukiman penduduk yang terdapat di sepanjang pantai (Anonim, 2010). PAI yang menjadi lokasi penelitian ini terletak di Kelurahan Mintaragen, Kecamatan Tegal Timur, Kota Tegal dengan posisi koordinat $109^{\circ}08' - 109^{\circ}10'$ BT dan $06^{\circ}50' - 06^{\circ}53'$ LS (Gambar 1).

Secara umum, sepanjang PAI bermorfologi landai, dengan *slope* $1 - 7^{\circ}$, ketinggian terendah 0,20 m dan tertinggi 1,80 m. Perbedaan dan perubahan ketinggian dataran tersebut hanya bersifat setempat saja. Perbedaan tersebut bisa terjadi karena dataran terhempas oleh

kekuatan gelombang yang tinggi, sehingga terjadi abrasi setempat pada dataran tersebut.

Kenaikan muka air laut yang dapat diperkirakan di daerah ini akan berdampak kepada rusaknya PAI dan pemukiman penduduk di sekitarnya, sehingga diperlukan upaya mitigasi.

Penelitian terkait mitigasi kenaikan muka air laut dapat dilihat melalui pembuatan profil pantai. Berdasarkan profil pantai yang dibuat, dapat diprediksi kenaikan muka air laut di masa yang akan datang, sehingga dapat diketahui gambaran tentang daerah atau objek-objek yang akan terpengaruh oleh genangan, dan perencanaan menghadapi dampak kenaikan muka air laut terlebih untuk kawasan wisata pesisir di daerah penelitian.



Gambar 1. Lokasi Penelitian.

FENOMENA KENAIKAN MUKA AIR LAUT

Ketinggian permukaan air laut senantiasa berubah-ubah. Hal ini berlaku secara lokal maupun seluruh pantai di muka bumi (global). Perubahan muka air laut bersifat lokal terjadi sebagai akibat dari pengaruh pengangkatan atau penurunan daratan yang hanya meliputi daerah yang sempit, sedangkan perubahan muka air laut global dapat disebabkan oleh adanya dua hal, yaitu: (1) pembekuan atau pencairan es secara besar-besaran di daerah kutub dan (2) daya tampung laut yang berubah, misalnya karena terjadi penurunan atau pengangkatan dasar laut yang luas, sehingga permukaan air laut berubah secara keseluruhan.

Terlepas dari penyebab kenaikan muka air laut, maka untuk menghadapi risiko kenaikan muka air laut, diperlukan beberapa penanganan terhadap wilayah pesisir. Terkait dengan hal tersebut maka yang perlu dilakukan pengamatan terhadap estimasi kenaikan muka air laut yang ada sekarang, profil pantai di lokasi penelitian, letak posisi muka air laut sekarang, dan melalui kondisi yang ada sekarang maka dapat diestimasi posisi muka air laut di masa mendatang (Setyawan, 2009).

Dalam jangka panjang, persoalan kenaikan muka laut akibat perubahan iklim global pun akan menjadi persoalan lingkungan yang penting, sehingga perlu diantisipasi sejak dini. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* telah memprediksikan kenaikan muka air laut hingga tahun 2100. Dalam laporan khusus (*Special Report Emission Scenarios/SRES*) skenario A1B, di tahun 2090-an, permukaan laut global mencapai 0,22 - 0,44 m,

atau meningkat sekitar 4 mm/tahun (Bindoff *et al.*, 2007).

Persoalan kenaikan muka laut berkaitan dengan perubahan garis pantai dan perubahan kondisi fisik lingkungan pantai. Gambaran perubahan garis pantai ini diketahui melalui analisis peta rupa bumi, citra landsat, dan survei geomorfologi di lapangan. Kobayashi (2003) menyatakan bahwa kenaikan muka air laut akan mengakibatkan hilangnya dataran di dekat pantai. Kondisi naiknya permukaan laut juga akan memberikan dampak perubahan pada kondisi lingkungan sekitarnya, terutama pada perubahan kedalaman kolom air di perairan pantai. Bertambahnya kedalaman akan mempengaruhi kekuatan gelombang yang menghempas ke pantai. Semakin besar kekuatan gelombang yang menghempas pantai, maka semakin besar kecenderungan pantai tererosi dan pantai yang mengalami sedimentasi (akresi) bisa berubah menjadi abrasi (Setyawan, 2009).

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif dengan pemetaan geomorfologi di lapangan dengan cara menganalisis profil pantai. Analisis profil pantai dilakukan dengan cara membuat penampang yang bertujuan untuk mengetahui kondisi permukaan dan kemiringan lereng dari dataran sekitar pantai serta untuk estimasi atau pemodelan kenaikan muka air laut mendatang. Profil-profil tersebut dibuat memanjang dengan arah tegak lurus garis pantai menggunakan *waterpass*, di beberapa tempat yang mewakili dataran sepanjang PAI. Panjang profil menyesuaikan perubahan bentuk permukaan

daerah sempadan pantai. Pembuatan profil menyesuaikan titik stasiun yang telah ditentukan sebagai posisi awal pembuatan profil dan masing-masing profil mewakili bagian-bagian pantai (Tabel 1).

Tabel 1. Pengelompokan Profil

Profil	Bagian Pantai
P1 – P10	Barat
P11 – P17	Tengah
P18 – P28	Timur

Dalam pembuatan profil, ada beberapa faktor yang ditampilkan, yaitu:

Posisi Muka Air laut

Posisi muka air laut yang digambarkan dalam profil adalah muka air laut yang diukur pada saat pengukuran/pembuatan profil di lapangan. Posisi tersebut tercatat pada hari, tanggal, jam, dan cuaca pada saat pengukuran di lapangan dilakukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui atau mewakili kondisi muka air laut di masa sekarang.

Mean Sea Level (MSL)

Mean Sea level atau muka laut rata-rata dibuat sebagai datum pembuatan profil sehingga seluruh ketinggian dataran sepanjang pantai diukur dengan datum MSL. MSL diperoleh dari pengukuran kondisi pasang surut. Perekaman data pasang surut di lapangan dilakukan selama 168 jam. Hasil pengukuran pasang surut selama penelitian ini memperlihatkan pola yang sama dengan pola prediksi pasang surut dari pelabuhan Semarang.

Prediksi Kenaikan Muka Air Laut

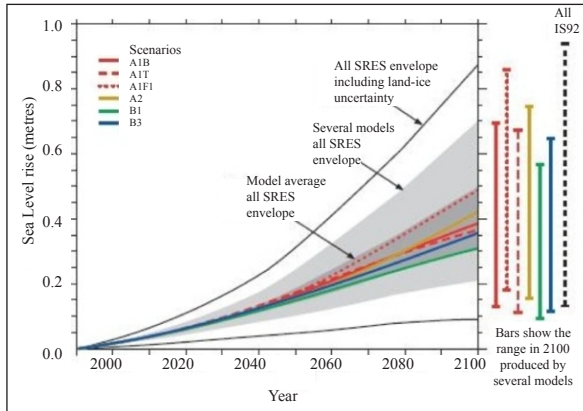
Prediksi kenaikan muka air laut dibuat dengan tujuan untuk mengetahui daerah yang akan terkena dampak kenaikan muka air laut, objek-objek yang akan terkena atau terpengaruh genangan dan perencanaan penanganannya. Standar prediksi yang digunakan berdasarkan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Seperti di awal, telah dijelaskan bahwa pada tahun 2007 IPCC memprediksikan bahwa kenaikan muka air laut maksimum mencapai 440 mm atau 0,44 m. Akan tetapi sebelumnya, pada tahun 2001 IPCC juga mengeluarkan prediksi kenaikan muka air laut, yaitu setinggi 0,875 m (Gambar 2 dan Gambar 3).

Prediksi kenaikan muka air laut tertinggi akan dibuat menggunakan Anonim (1999), yang menyatakan adanya kenaikan muka air laut setinggi 1 m atau naik 5-10 mm/tahun. Untuk mempermudah pembuatan prediksinya, digunakan skala pembulatan ke atas, sehingga prediksi yang digunakan adalah 0,5; 0,8; dan 1 m.

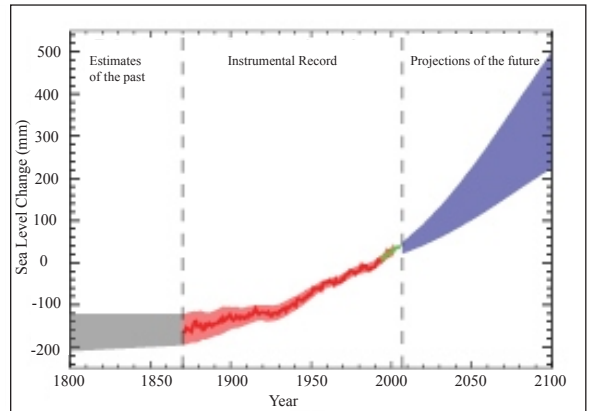
HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil dibuat secara tegak lurus garis pantai dan panjang profil disesuaikan dengan bentuk morfologi pantai setempat. Profil pantai dibuat sebanyak 28 buah dengan asumsi dapat mewakili daerah di sepanjang dataran Pantai Alam Indah Kota Tegal (Gambar 4).

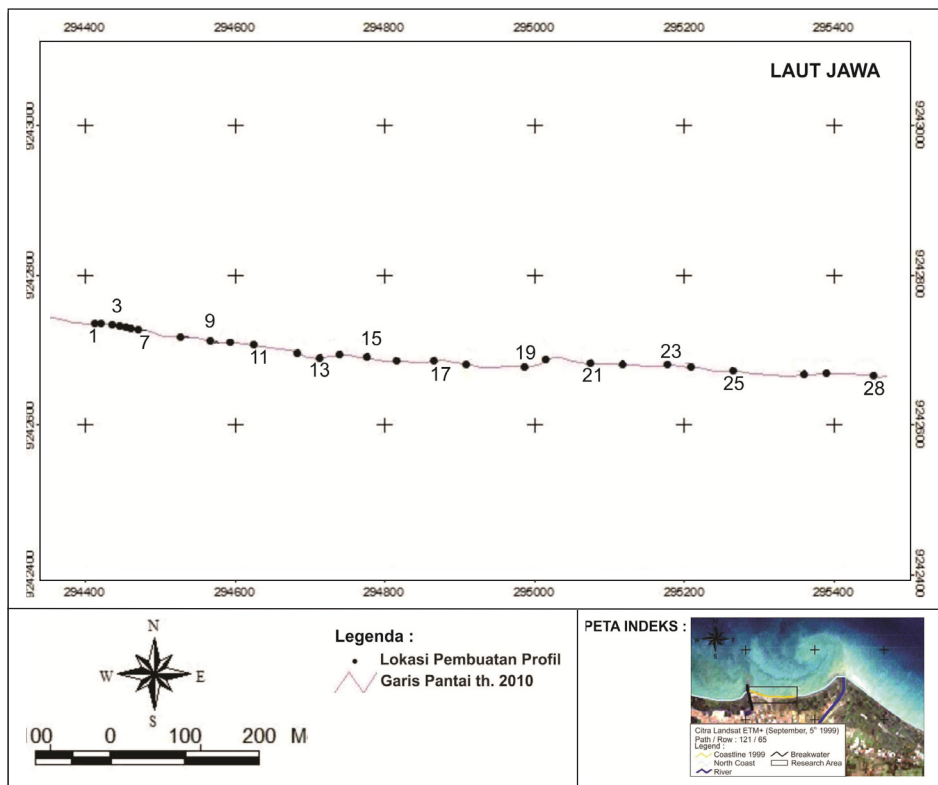
Berdasarkan Tabel pengaruh kenaikan muka air laut terhadap wilayah sekitar (Tabel 2 dan Tabel 3), terdapat perbedaan yang signifikan antara prediksi berdasarkan IPCC tahun 2001



Gambar 2. Proyeksi IPCC tahun 2001.



Gambar 3. Proyeksi IPCC tahun 2007.



Gambar 4. Lokasi pembuatan profil pantai.

Tabel 2. Pengaruh Ketinggian Dataran terhadap Kenaikan Muka Air Laut

Ketinggian dataran (m)	Kenaikan MAL (m)	Profil	Bagian Pantai
< 0,5	< 0,5	P3, P4	Barat
		P20	Timur
		P5	Barat
0,5 – 0,8	0,5 - 1	P15, P16	Tengah
		P18, P19, P21, P22, P24 – P28	Timur
0,8 – 1		P2, P7	Barat
		P11, P12	Tengah
> 1	> 1	P1, P6, P8 – P10	Barat
		P13, P14, P17	Tengah
		P23	Timur

dan 2007 serta IPCC yang disampaikan berdasarkan laporan Bappedal/KMNLH tahun 1999. Hal ini disebabkan karena secara umum daerah sepanjang pantai wisata tersebut merupakan dataran yang landai sehingga beberapa tempat tidak mampu menghadapi skenario/prediksi tersebut. Secara umum, jika terjadi kenaikan muka air laut naik sebesar 0,8 – 1 m, maka sebagian besar wilayah PAI akan tergenang oleh limpasan air tersebut. Sebagian besar profil di bagian timur (P15 – P28 kecuali P17 dan P23), apabila dibuat dengan memprediksikan kenaikan muka air laut sesuai dengan IPCC tahun 1999 dan 2001 setinggi 0,8 – 1 m, maka wilayahnya akan tergenang oleh hempasan air laut. Di bagian tengah dan barat pantai (P1 – P2 dan P6 – P14) diasumsikan akan mampu menahan air laut yang akan datang (0,8 m), sehingga tidak akan menye-

babkan adanya genangan karena pada bagian tersebut datarannya lebih tinggi. Akan tetapi, jika air laut datang dengan ketinggian 1 m maka hanya ada beberapa segmen di bagian tengah dan barat yang mampu meredam air tersebut, sehingga tidak masuk ke area pantai pada segmen P1, P6, P8 – P10, P13 – P14, P17, dan P23. Pada kenyataannya dataran di bagian timur memang relatif lebih rendah dibandingkan dataran lainnya (Gambar 5).

Apabila profil dibuat menggunakan konsep IPCC tahun 2007, diprediksikan air laut akan naik 0,5 m. Sebagian besar profil menunjukkan bahwa daerah tersebut mampu menahan limpasan air laut, sehingga tidak menggenangi dataran di sekitar pantai. Berdasarkan profil tersebut dapat memberikan gambaran bahwa sebagian besar wilayah di sepanjang PAI tidak

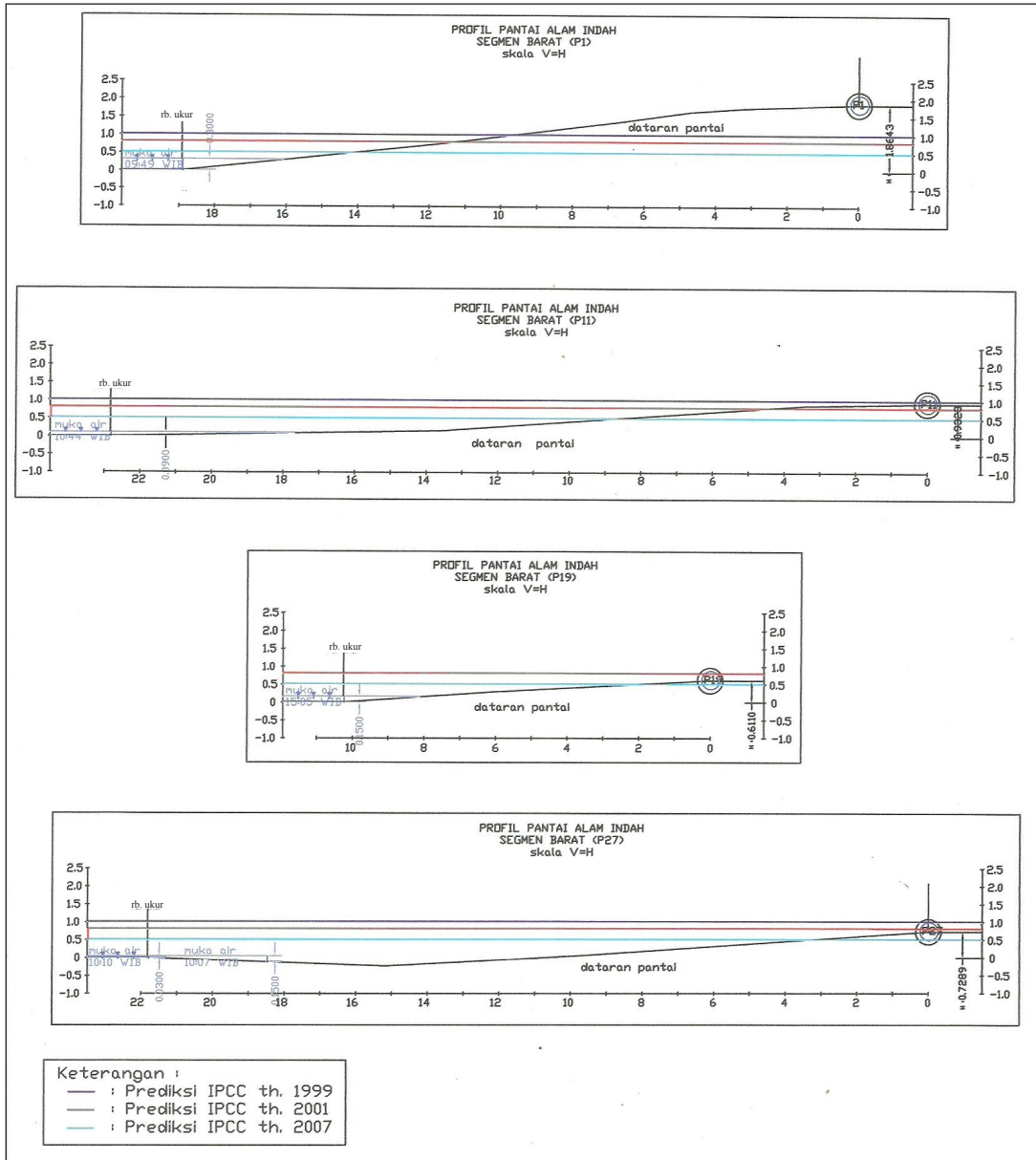
Tabel 3. Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut terhadap Wilayah Sekitar

No.	Profil	Ketinggian Dataran (m)	Prediksi Kenaikan Muka Air Laut		
			KMNLH 1999 (1 m)	IPCC 2001 (0,8 m)	IPCC 2007 (0,5 m)
1	1	1.8643	√	√	√
2	2	0.9312	x	√	√
3	3	0.2659	x	x	x
4	4	0.4381	x	x	x
5	5	0.6244	x	x	√
6	6	1.1167	√	√	√
7	7	0.9537	x	√	√
8	8	1.4516	√	√	√
9	9	1.3541	√	√	√
10	10	1.7534	√	√	√
11	11	0.9323	x	√	√
12	12	0.8412	x	√	√
13	13	1.1780	√	√	√
14	14	1.2352	√	√	√
15	15	0.5000	x	x	x
16	16	0.6712	x	x	√
17	17	1.0142	√	√	√
18	18	0.6477	x	x	√
19	19	0.6110	x	x	√
20	20	0.4241	x	x	x
21	21	0.5985	x	x	√
22	22	0.6666	x	x	√
23	23	1.6295	√	√	√
24	24	0.6719	x	x	√
25	25	0.7673	x	x	√
26	26	0.6025	x	x	√
27	27	0.7289	x	x	√
28	28	0.7047	x	x	√

akan terpengaruh. Kenaikan muka air laut 0,5 m tidak akan menggenangi PAI, namun harus diwaspadai jika kenaikan muka laut melebihi batas maksimal yang diprediksikan IPCC tahun 2007, karena rata-rata ketinggian dataran di sepanjang pantai tersebut juga berkisar 0,5 – 0,8 m, hanya beberapa segmen saja yang mempunyai ketinggian lebih dari 1 m.

MITIGASI KENAIKAN MUKA AIR LAUT

Berdasarkan penampang pantai, maka dapat diketahui dan dimodelkan kawasan mana saja yang akan mengalami genangan akibat kenaikan muka air laut. Permasalahan yang terkait dengan kenaikan muka laut dapat di-

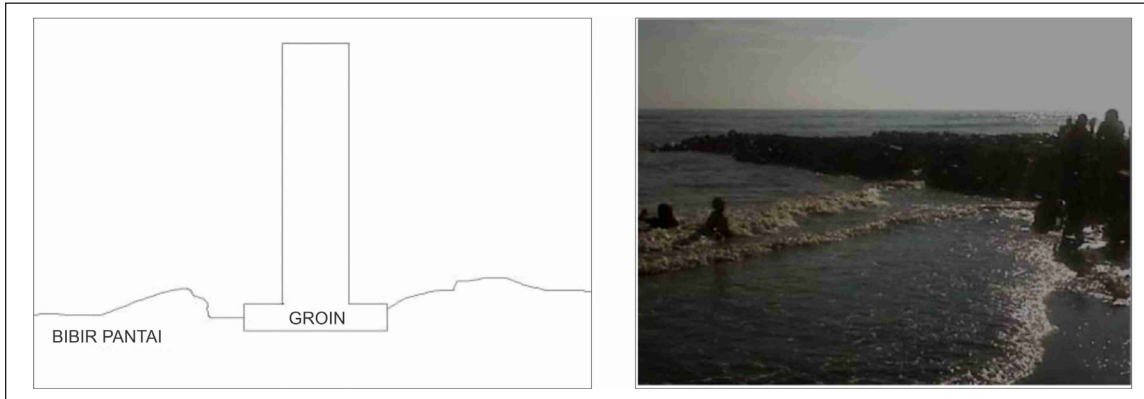


Gambar 5. Contoh hasil pengukuran profil pantai di Pantai Alam Indah Tegal, Jawa Tengah.

tanggulangi dengan meninggikan dataran tepi pantai, sehingga jika muka air laut naik seperti yang telah diprediksikan, air tidak akan menggenangi daerah pinggir pantai. Meninggikan dataran tepi pantai dapat dilakukan dengan cara pembuatan deretan groin atau

bangunan pemecah gelombang di sepanjang pantai (Gambar 6).

Deretan groin, selain bermanfaat untuk menstabilkan garis pantai juga dapat berfungsi sebagai penangkap sedimen, sehingga kawasan



Gambar 6. Contoh groin yang dibangun di bagian timur Pantai Alam Indah Tegal.

PAI menjadi suatu kawasan wisata pantai yang aman. Hal tersebut terbukti dengan deretan groin yang telah dibuat di bagian timur PAI, mampu meninggikan dataran pantai. Berdasarkan penampang pantai pada segmen ini terlihat ketinggian dataran yang berbeda dengan segmen lain, yang memperlihatkan bahwa dengan dibangunnya deretan groin di sepanjang pantai akan mengurangi laju proses abrasi, dengan demikian garis pantai menjadi stabil dan mampu meninggikan dataran tepi pantai.

KESIMPULAN

Berdasarkan pendekatan geomorfologi dapat disimpulkan bahwa ada dua permasalahan yang harus diperhatikan di PAI, yaitu masalah abrasi pantai dan prediksi kenaikan muka air laut di masa mendatang. Kenaikan muka air laut dapat dipantau melalui profil pantai yang telah dibuat dan dapat ditanggulangi secara dini dengan membuat deretan groin yang akan menstabilkan garis pantai dan meninggikan dataran di sekitar pantai.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Tim Perencanaan, Monitoring, dan Evaluasi (PME) Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI dan Pemerintah Daerah Kota Tegal yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian secara mandiri.

ACUAN

Anonim, 1999, Laporan Akhir Pengkajian Dampak Kenaikan Muka Air Laut di Daerah Jawa dan Bali, Studi Kasus Wilayah Pesisir Semarang, Bappedal/KMLNH, Jakarta.

Anonim, 2010, Abrasi Pantai Utara Tegal Makin Ancam Permukiman Penduduk, Tempo, Rabu 20 Januari 2010. [<http://www.tempointeraktif.com/hg/nusa/2010/01/20/brk,20100120-20337,id.html>]. Akses 9 Maret 2010.

Bindoff, N.L., Willebrand, J., Artale, V., Cazenave, A., Gregory, J.M., Gulev, S., Hanawa, K., Le Quere, C., Levitus, S., Nojiri, Y., Shum, C.K., Talley, L.D., and Unnikrishnan, A.S., 2007, Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel

on Climate Change, Cambridge University Press, S Solomon, D Qin, M Manning, M Marquis, KB Averyt, M Tignor, HL Miller and Z Chen (ed), Cambridge, UK and NY, USA, pp. 385-432. ISBN 978-0-521-70596-7 (2007).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1999, Aviation and the Global Atmosphere. Prepared in collaboration with the Scientific Assessment Panel to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Cambridge University Press, UK. pp 373

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001, Third Assessment Report: Climate Change (TAR).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007, Fourth Assessment Report: Climate Change (AR4).

Kobayashi, 2003, Vulnerability assessment and adaption strategy to sea level rise in Indonesian

coastal urban area, national Institute for Land and infrastructure Management, ministry of land, infrastructure and Transport, Asahi-1, tsukuba-city, Japan.

Nugroho, S.H., 2010, Pendekatan Geomorfologi Dan Geologi Sebagai Dasar Identifikasi Proses Dinamika Pantai: Kawasan Wisata Pantai Alam Indah Kota Tegal. Dalam: Laporan Akhir Penelitian, Proyek Penelitian Kandidat Peneliti Tahun 2010, Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakarta. 214 hal. (Tidak diterbitkan).

Setyawan, W.B, 2009, Studi Geomorfologi Pesisir Untuk menangani Masalah Erosi Pantai dan Banjir Pasang Surut, Serta Perencanaan Menghadapi Kenaikan Muka Laut Wilayah Pesisir Brebes, Tegal Dan Pemalang, Laporan Akhir Tahun 2009, Kegiatan Program Insentif Peneliti dan Perekayasa LIPI Tahun 2009, Pusat penelitian Oseanografi – LIPI, Jakarta, 84h.