
STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI AKIBAT KENAIKAN MUKA AIR LAUT DI KECAMATAN SAYUNG, KABUPATEN DEMAK**Widya Sari Utami, Petrus Subardjo^[1], dan Muhammad Helmi^[2]**Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,
Semarang

Jalan Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Telp/Fax (024)7474698 Semarang 50275

Email : iaswidya@gmail.com; petrus_soebardjo@yahoo.com; muhammadhelmi69@gmail.com**Abstrak**

Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak memiliki topografi pantai yang landai, elevasi rendah, dan penggunaan lahan yang kompleks sehingga rentan mengalami dampak kenaikan muka air laut. Salah satu indikasi dari meningkatnya muka air laut adalah garis pantai yang semakin naik. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besar kenaikan muka air laut berdasarkan analisis data pasang surut tahun 2011-2016 dan memprediksi perubahan garis pantai akibat kenaikan muka air laut berupa panjang garis pantai dan luas area tergenang pada tahun 2016, 2021 dan 2026. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif bersifat studi kasus. Penelitian ini menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk membangun model spasial sesuai dengan kondisi sebenarnya. Teknologi penginderaan jauh digunakan untuk memonitor perubahan garis pantai di wilayah pesisir. Data yang digunakan adalah data pasang surut, data titik tinggi tahun 2006, peta rupabumi indonesia tahun 2011, citra satelit landsat 8 tahun 2016. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diketahui bahwa laju kenaikan muka air laut yang terjadi di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak 8,294 cm/tahun. Perubahan garis pantai yang terjadi akibat kenaikan muka air laut di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak berupa panjang garis pantai pada tahun 2016 yaitu 32,138 km, tahun 2021 yaitu 18,185 km, dan tahun 2026 yaitu 21,848 km. Luas area yang tergenang pada tahun 2016-2021 seluas 1970,064 ha dan pada tahun 2016-2026 luas area yang tergenang seluas 2951,127 ha.

Kata Kunci : Pemanasan Global, Kenaikan Muka Air Laut, Perubahan Garis Pantai, Demak**Abstract**

Sayung, Demak has topography as the sloping shore, the low elevation, and the complex of use of ground, hence this district is susceptible to undergo the impact of rising of sea level. One of the indication of sea level rise is the increasingly of coastline change. The objective of this research is to determine the substantial of rising of sea level based on tidal data analysis by the year 2011 to 2016 and to predict the coastline change caused by rising of sea level such as a long coastline and area inundated in 2016, 2021 and 2026. This research using quantitative method with approached of case study. The methods which are used in this study are Geographic Information System (GIS) to create spatial models in accordance with the actual condition. The technology of remote sensing can be used to monitor the coastline change in seaboard. The data which are used in this study are tidal data, spot height data in 2006, rupabumi indonesia maps in 2011, satellite image in of landsat 8 in 2016. The result showed considerable of rising of sea level which occurs in Sayung, Demak has been reached at 8,294 cm per year. The shoreline change that occurs due to the increase of sea level in Sayung, Demak is as in the form of a long coastline such as in 2016 i.e. 32,138 km, in 2021 around 18,185 km

and in 2026 about 21,848 km. In addition, the wide of a missing area from 2016 to 2021 with an accumulation is around 1970,064 ha and in 2016 to 2026 covering an area of 2951,127 ha.

Keywords: *Global Warming, Sea Level Rise, Coastline Change, Demak*

PENDAHULUAN

Kecamatan Sayung merupakan salah satu wilayah pesisir yang secara geografis terletak di Pantai Utara Jawa (Pantura) dan berhubungan langsung dengan Laut Jawa. Wilayah pesisir Sayung merupakan dataran rendah dengan topografi relatif datar, kurang dari 2%, elevasi 0–5 m di atas permukaan air laut (Subardjo, 2004). Wilayah pesisir merupakan wilayah yang rentan terhadap tekanan lingkungan, baik yang berasal dari darat maupun dari laut. Salah satu tekanan yang akhir-akhir ini mengancam keberlangsungan wilayah pesisir adalah adanya kenaikan muka air laut (Wirasatriya *et al.*, 2006).

Dari simulasi *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), pada abad 21 kenaikan muka air laut global lebih besar dibandingkan dengan periode tahun 1961-2003. Pada tahun 2090 muka air laut akan lebih tinggi sebesar 22-44 cm dibandingkan dengan tahun 1990 dan dengan laju sebesar 4 mm/tahun (IPCC, 2004 dalam Habibie *et al.*, 2012). Salah satu indikasi dari meningkatnya muka air laut adalah garis pantai yang semakin naik (Kisnarti *et al.*, 2012). Perubahan garis pantai yang terjadi dapat berpengaruh pada kehidupan masyarakat karena secara perlahan memberikan dampak hilangnya lahan yang memiliki elevasi rendah terhadap muka air laut (Boak *et al.*, 2005 dalam Marfai *et al.*, 2011). Dengan demikian perlu dilakukan kajian penelitian ini sebagai dasar upaya mitigasi terhadap perubahan garis pantai yang terjadi akibat kenaikan muka air laut.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besar kenaikan muka air laut berdasarkan analisis data pasang surut tahun 2011-2016 dan memprediksi perubahan garis pantai akibat kenaikan muka air laut berupa panjang garis pantai dan luas area tergenang pada tahun 2016, 2021 dan 2026. Sedangkan manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan mendukung ketersediaan data dan informasi, serta menjadi sumber acuan data dan informasi mitigasi bencana di wilayah pesisir dan laut. Batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

1. Tidak dilakukan penyamaan referensi ketinggian Benchmark pada saat pengukuran pasang surut secara langsung
2. Kenaikan muka air laut yang dihitung merupakan kenaikan muka air laut relatif, merupakan gabungan antara kenaikan muka air laut dan penurunan muka tanah
3. Laju kenaikan muka air laut berdasarkan data pasang surut perairan Semarang
4. Perubahan garis pantai yang dikaji pada penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor lain yang berpengaruh
5. Penelitian ini tidak mengkaji dampak penggunaan lahan

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Materi penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasang surut hasil pengukuran di Pesisir Timbulsloko selama 15 hari dengan interval waktu pengukuran 1 jam. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah: 1) Data pasang surut stasiun pengukuran Badan Informasi Geospasial (BIG) Semarang tahun 2011-2016; 2) Titik tinggi Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak pengukuran BIG tahun 2006; 3) Peta Rupabumi Indonesia tahun 2011; 4) Citra satelit Landsat 8 tahun 2016.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif bersifat studi kasus. Metode ini disebut metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model (Sugiyono, 2009). Studi kasus adalah sifat penelitian yang berlaku pada waktu, tempat dan populasi yang terbatas, sehingga memberikan gambaran tentang situasi dan kondisi secara lokal dan hasilnya tidak dapat digeneralisasikan untuk tempat yang berbeda (Arikunto, 2006). Penelitian ini menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) menghasilkan gambaran perubahan garis pantai yang terjadi akibat kenaikan muka air laut di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dalam bentuk peta.

Metode Pengambilan Data

Pengambilan data pasang surut dilakukan dengan menggunakan metode *area sampling*, yaitu menentukan lokasi pengukuran bila daerah yang diamati sangat luas (Fathoni, 2006). Pengamatan pasang surut dilakukan secara manual dengan mencatat tinggi muka air laut yang terlihat pada skala palem pasang surut setiap 1 jam selama 15 hari.

Metode Pengolahan Data

Data pasang surut pengukuran 15 hari (data primer) dan 6 tahun (data sekunder) dengan interval 1 jam diolah dengan menggunakan metode admiralty. Hasil pengolahan data pasang surut dengan metode admiralty adalah konstanta harmonik pasang surut. Berdasarkan konstanta harmonik pasang surut diperoleh nilai elevasi muka air laut (MSL, HHWL dan LLWL). Selanjutnya untuk memperoleh data DEM, dilakukan interpolasi terhadap titik tinggi tahun 2006 dari Instansi Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan menggunakan metode *Topo To Raster* melalui perangkat lunak ArcMap 10.0. Model spasial genangan kenaikan muka air laut dibuat dengan modul *Raster Calculator*. Prediksi perubahan garis pantai yang diakibatkan oleh kenaikan muka air laut dilakukan selama 10 tahun pada tahun 2016, 2021 dan 2026.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengolahan data pasang surut hasil pengukuran lapangan selama 15 hari dilakukan dengan menggunakan metode admiralty. Data pasang surut pengukuran lapangan dibandingkan dengan data pasang surut BIG dalam waktu yang sama dan menghasilkan nilai kebenaran MRE sebesar 88,985%. Pengolahan dengan menggunakan metode admiralty menghasilkan konstanta harmonik pasang surut. Komponen pasang surut yang dihasilkan antara lain: M₂, S₂, N₂, K₂, K₁, O₁, P₁, M₄ dan MS₄. Dari komponen tersebut diperoleh nilai elevasi muka air laut diketahui pada perairan Demak rerata muka air laut (MSL), muka air tinggi tertinggi (HHWL) dan muka air rendah terendah (LLWL) masing-masing adalah 172,192 cm, 214,313 cmdan 146,243 cm. Sedangkan pada perairan Semarang masing-masing sebesar 172,184 cm, 217,933 cm, dan 126,435 cm. Karakteristik pasang surut berdasarkan nilai Formzahl perairan Demak 1,520 dan Semarang 1,974 adalah campuran condong ke harian tunggal. Berikut ini merupakan perbandingan nilai konstanta harmonik pasang surut hasil pengolahan dengan metode admiralty dan grafik pasang surut selama 15 hari :

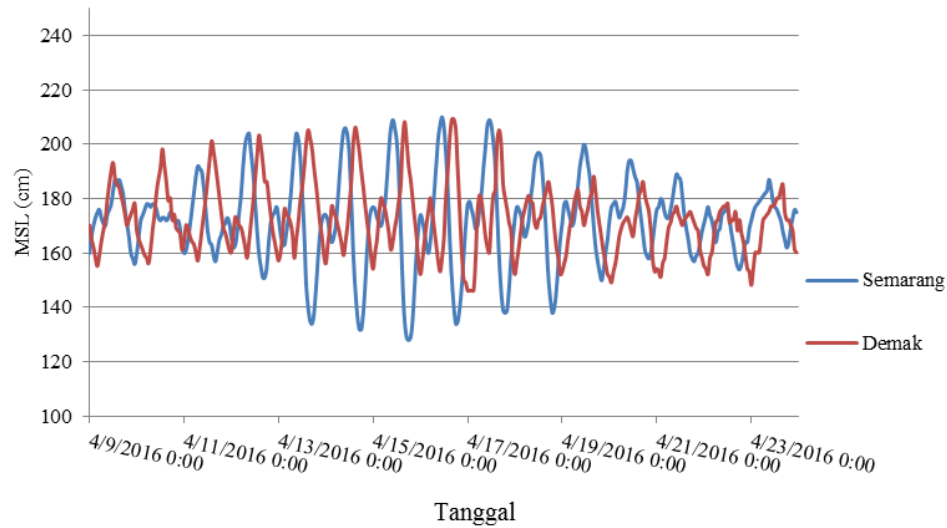
Tabel 1. Perbandingan Perhitungan Konstanta Harmonik Pasang Surut Perairan Demak dan Semarang

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
D	172,192	9,669	5,111	4,792	11,844	3,981	0,981	0,658	1,176	3,909
S	172,184	10,101	1,524	5,036	14,717	8,227	0,159	0,778	0,350	4,856

Keterangan:

D = Perairan Demak

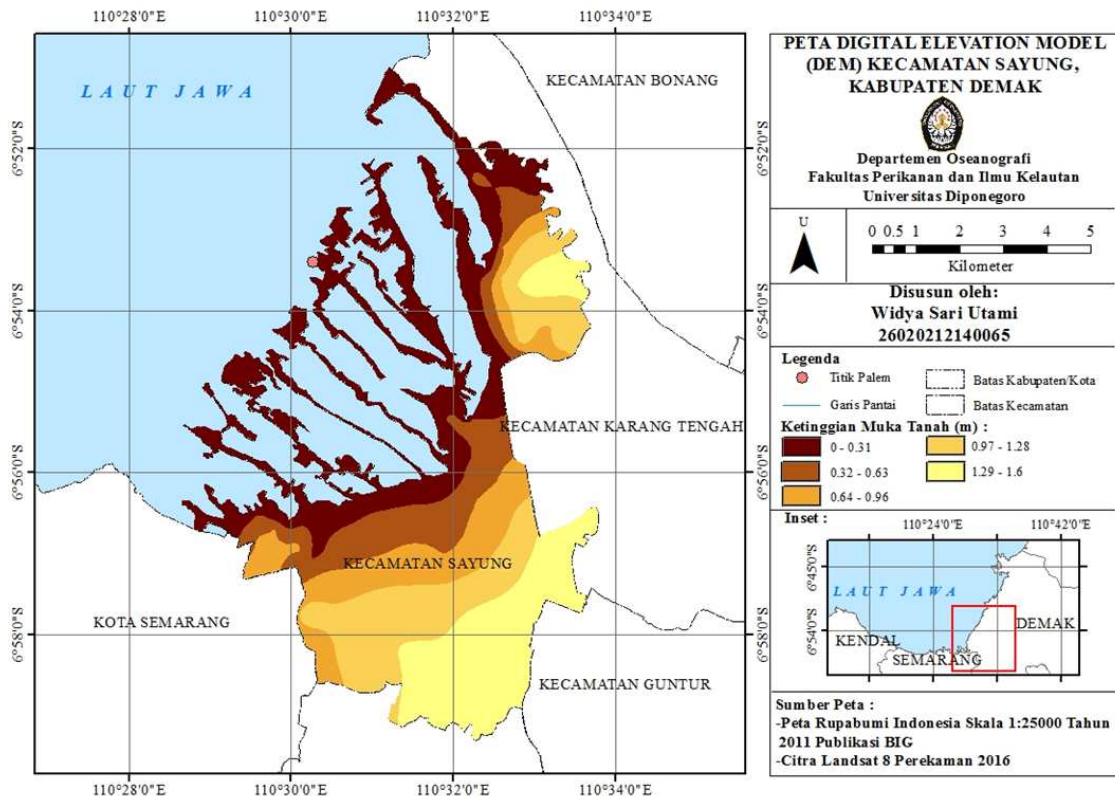
S = Perairan Semarang



Gambar 1. Grafik Perbandingan Pasang Surut Perairan Semarang dan Demak 9-23 April 2016

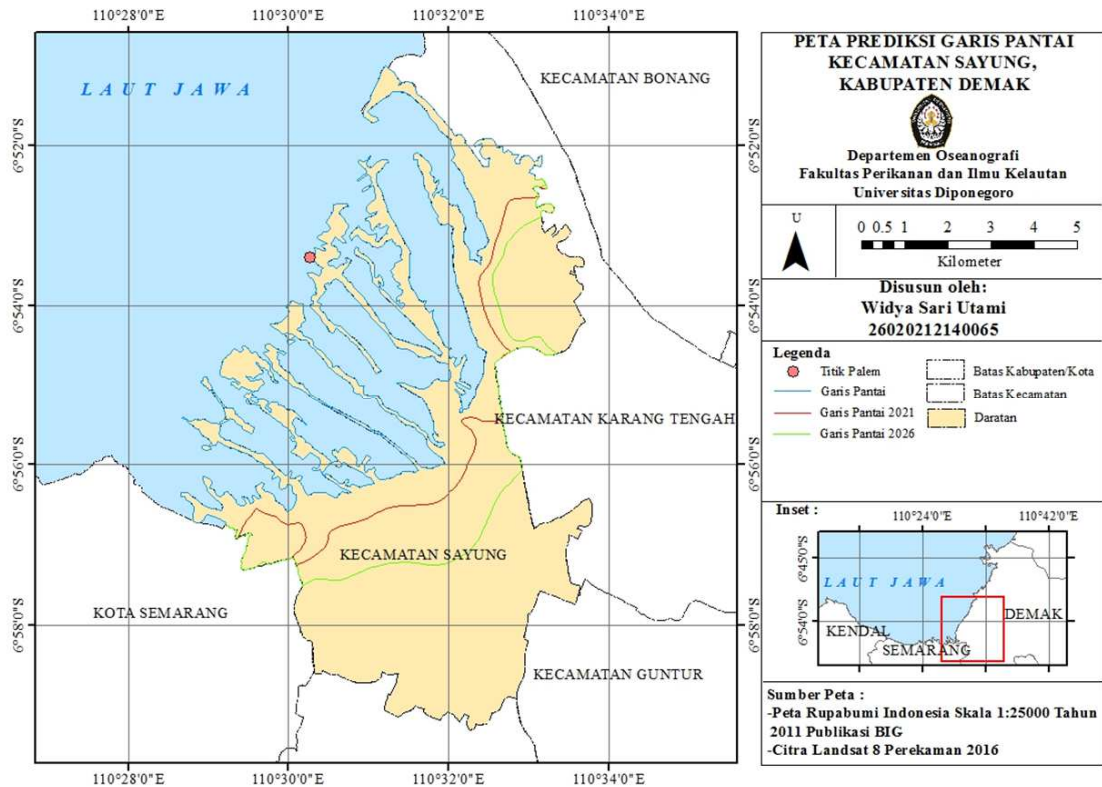
Data pasang surut tahun 2011-2016 diolah menggunakan metode admiralty sehingga menghasilkan laju kenaikan muka air laut sebesar 8,294 cm/tahun.

DEM merupakan representasi dari keadaan topografi lokasi penelitian. DEM dibuat berdasarkan metode interpolasi *Topo to Raster* terhadap titik ketinggian wilayah penelitian dengan perangkat lunak ArcMap 10.0. DEM dibuat dengan resolusi 10 meter. Model spasial genangan kenaikan muka air laut dibuat dengan menggunakan modul *Raster Calculator* yang terdapat pada ArcMap 10.0 dan menjadikan DEM dan elevasi muka air sebagai masukan. Keadaan topografi lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Peta *Digital Elevation Model* (DEM) Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak

Prediksi perubahan garis pantai akibat kenaikan muka air laut menghasilkan panjang garis pantai pada tahun 2016, 2021 dan 2026 masing-masing sebesar 32,138 km, 18,185 km dan 13,953 km. Luas area tergenang yang dihasilkan pada tahun 2016-2021 sebesar 1970,064 ha dan pada tahun 2016-2026 luas area yang tergenang seluas 2951,127 ha. Untuk melihat perbandingan antara garis pantai pada tahun 2016, 2021 dan 2026 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Prediksi Perubahan Garis Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Kabupaten Demak

Pembahasan

Pengolahan data pasang surut menggunakan metode admiralty menghasilkan konstanta harmonik pasang surut, yaitu M_2 , S_2 , N_2 , K_2 , K_1 , O_1 , P_1 , M_4 dan MS_4 . Dari komponen tersebut diperoleh nilai elevasi muka air laut diketahui rerata muka air laut (MSL), muka air tinggi tertinggi (HHWL) dan muka air rendah terendah (LLWL). Karakteristik pasang surut yang dihasilkan termasuk tipe campuran condong ke harian tunggal. Menurut Triatmodjo (1999), bahwa pada tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal terjadi satu kali pasang dan satu kali surut namun kadang-kadang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.

Hasil analisis data pasang surut perairan Semarang tahun 2011-2016 didapatkan laju kenaikan muka air laut sebesar 8,294 cm/tahun. Hasil menunjukkan angka yang cukup besar jika dibandingkan dengan data kenaikan muka air laut pada penelitian lainnya bahkan di seluruh dunia yang hanya dalam hitungan milimeter. Hal tersebut dibuktikan oleh penelitian sebelumnya dimana kenaikan muka air laut yang terjadi di Semarang sebesar 2,65 mm/tahun dengan laju penurunan muka tanah sebesar 14,2 cm/tahun (Wirasatriya, 2005 dalam Ismanto *et al.*, 2009). Namun, nilai kenaikan muka air laut yang dihasilkan dalam penelitian ini merupakan kenaikan muka air laut relatif dimana penggabungan antara kenaikan muka air laut dan penurunan muka tanah. Laju kenaikan muka air laut yang dihasilkan merupakan suatu pendekatan berdasarkan nilai MSL tahunan dari data pasang surut terukur selama 6 tahun yang merupakan waktu yang

singkat untuk mengetahui besar kenaikan muka air laut dan tidak diperhitungkan besar penurunan muka tanah yang terjadi.

Genangan yang terjadi akibat kenaikan muka air laut dengan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG digunakan untuk membuat model genangan kenaikan muka air laut berupa peta yang dibuat dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.2 menggunakan modul *Raster Calculator*. Genangan kenaikan muka air laut yang dihasilkan dari pengolahan data menggunakan SIG ini terbatas pada data DEM dan elevasi air laut artinya genangan hanya timbul karena ketinggian wilayah lebih rendah dari elevasi air laut.

Dalam mengetahui prediksi perubahan garis pantai akibat kenaikan muka air laut dilakukan perhitungan skenario laju kenaikan muka air laut yang telah dibuat yang kemudian dihasilkan panjang garis pantai (km) dan luas area tergenang (ha). Perubahan garis pantai dapat terjadi karena banyak faktor sebagai penyebabnya, misalnya proses alam yang terjadi seperti gelombang yang dapat menimbulkan energi untuk membentuk garis pantai yang baru dan arus sejajar pantai, serta adanya aktifitas manusia salah satunya reklamasi pantai juga menjadi salah satu penyebab terjadinya perubahan garis pantai. Namun, dalam penelitian ini faktor-faktor tersebut tidak termasuk sebagai faktor yang menyebabkan berubahnya garis pantai atau dapat dikatakan faktor-faktor tersebut diabaikan. Pada penelitian ini perubahan garis pantai yang terjadi murni hanya karena adanya kenaikan muka air laut yang dapat diketahui berdasarkan analisis data pasang surut selama 6 tahun dari tahun 2011-2016 yang kemudian dilakukan prediksi dengan menggunakan skenario kenaikan muka air laut selama 10 tahun dengan interval waktu setiap 5 tahun.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah besar kenaikan muka air laut yang terjadi di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak termasuk tinggi yaitu 8,294 cm/tahun dan perubahan garis pantai yang terjadi akibat kenaikan muka air laut di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak berupa panjang garis pantai (km) diantaranya adalah pada tahun 2016 yaitu 32,138 km, tahun 2021 yaitu 18,185 km dan tahun 2026 yaitu 21,848 km. Luas area yang tergenang (ha) pada tahun 2016-2021 seluas 1970,064 ha dan pada tahun 2016-2026 luas area yang tergenang seluas 2951,127 ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian*. PT. Asdi Mahasatya, Jakarta, 370 hlm.
- Fathoni, A. 2006. *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*. Rineka Cipta, Bandung, 149 hlm.
- Habibie, M. N., A. Hartoko, N. S. Ningsih, M. Helmi, Siswanto, R. Kurniawan, A. Ramdhani dan R. S. S. Sudewi. 2012. Simulasi Rob di Semarang Menggunakan Model Hidrodinamika 2D. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 13(2):103-109.
- Ismanto, A., A. Wirasatriya, M. Helmi, A. Hartoko dan Prayogi. 2009. Model Sebaran Penurunan Tanah di Wilayah Pesisir Semarang. *Jurnal Ilmu Kelautan FPIK UNDIP*, 14(4):189-196.
- Kisnarti, E. A. dan V. D. Prasita. 2012. Kajian Pasang Surut dalam Penentuan Dampak Kenaikan Muka Laut di Pantai Timur Surabaya. Dalam : Seminar Nasional Ke-II : Hasil-hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, pp. 44-51.

- Marfai, M. A., N. A. Pratomoatmojo, T. Hidayatullah, A. W. Nirwansyah dan M. Gomareuzzaman. 2011. Model Kerentanan Wilayah Pesisir Berdasarkan Perubahan Garis Pantai dan Banjir Pasang (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Pekalongan). RedCarpet Studio, Yogyakarta, 69 hlm.
- Subardjo, P. 2004. Studi Morfologi Guna Pemetaan Rob di Pesisir Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kelautan FPIK UNDIP.*, 9(3):153-159.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D. Alfabeta, Bandung, 334 hlm.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta, 408 hlm.
- Wirasatriya, A., A. Hartoko dan Suripin. 2006. Kajian Kenaikan Muka Laut sebagai Landasan Penanggulangan Rob di Pesisir Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut.*, 1(2):31-42.