

**TREND MUKA AIR LAUT RATA-RATA
DI PERAIRAN BARAT KABUPATEN BULELENG, BALI
BERDASARKAN HASIL *POST-PROCESSING*
DATA SATELIT ALTIMETRI ENVISAT**

Oleh
I Wayan Krisna Eka Putra
Program Studi D3 Survei dan Pemetaan, FIS, UNDIKSHA
Jalan Udayana, Singaraja-Bali
krisna.ekaputra@yahoo.com

ABSTRAK

Buleleng merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Bali yang berpotensi mengalami ancaman peningkatan muka air laut. Kenyataan ini membutuhkan tersedianya peta genangan wilayah pesisir sebagai data dasar untuk mitigasi bencana wilayah pesisir. Salah satu data utama yang dapat digunakan sebagai manifestasi data potensi ancaman yaitu *trend* muka air laut rata-rata dari data satelit altimetri Envisat. Penyediaan data satelit altimetri dengan kualitas yang lebih baik, perlu dilakukan *post-processing*. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi *trend* muka air laut rata-rata berdasarkan hasil *post-processing* data satelit altimetri Envisat. Penelitian ini dilakukan melalui 4 tahap, yaitu: (1) identifikasi masalah dan menetapkan lokasi penelitian, (2) pengumpulan data, (3) pengolahan data, dan (4) penyajian hasil. Hasil dari penelitian ini memperoleh *trend* muka air laut rata-rata di perairan barat Kabupaten Buleleng cenderung mengalami peningkatan, dengan hubungan fungsional $y = 0,051x + 1,612$.

Kata kunci : Hasil *post-processing* data satelit altimetri Envisat, *trend* muka air laut

PENDAHULUAN

Upaya pengelolaan wilayah pesisir ditegaskan pada UU RI Nomor 27 Tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Melalui UU RI Nomor 27 Tahun 2007, pengelolaan wilayah pesisir diharapkan bisa melindungi, mengonservasi, merehabilitasi, memanfaatkan, dan memperkaya Sumber Daya Pesisir secara berkelanjutan.

Harapan terjadinya konservasi, rehabilitasi Sumber Daya Pesisir yang berkelanjutan serta minimalisasi resiko bencana wilayah pesisir semakin jauh dari kenyataan. Fenomena yang muncul justru dalam bentuk ancaman peningkatan muka air laut, dimana wilayah pesisir akan semakin tertekan oleh laju peningkatan muka air laut.

Peningkatan muka air laut merupakan peningkatan rata-rata mu-

ka air laut akibat dari pemanasan global/*global warming* (Yoskowits, et.al, 2009). IPCC melakukan skenario peningkatan muka air laut di seluruh dunia yang mencapai 110 cm pada tahun 2100. Asian Development Bank (2007) juga memperkirakan peningkatan muka air laut di Indonesia yang mencapai 15-90 cm pada tahun 2100. Peningkatan muka air laut akan memberikan dampak negatif terhadap wilayah pesisir seperti erosi garis pantai, penggenangan wilayah daratan dekat pantai, meningkatnya resiko banjir, dan intrusi air laut (Nicholls, 2003 dan Hopkinson, dkk., 2008).

Peningkatan muka air laut dipandang sebagai salah satu permasalahan yang mendasar dalam upaya pengelolaan wilayah pesisir. Salah satu wilayah di Indonesia yang saat ini berpotensi menjadi ancaman dari peningkatan muka air laut adalah wilayah pesisir Kabupaten Buleleng di Provinsi Bali. Secara geografis, Kabupaten Buleleng terletak pada 08°03'40"-08°23'00" LS dan 114°25'55" -115°27'28" BT. Kondisi fisik wilayah pesisir Kabupaten Buleleng merupakan dataran rendah dengan garis pantai terpanjang di

Provinsi Bali yang mencapai 121.180 meter. Menurut data dari BAPEDA Bali (2010) dalam Butaru (2011), panjang garis pantai tererosi paling tinggi dari ancaman peningkatan muka air laut terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Buleleng yang mencapai 54.830 meter atau sekitar 45% dari panjang garis pantai Kabupaten Buleleng. Terlebih lagi pesisir Buleleng bagian barat yang notabene wilayah pesisirnya lebih datar akan sangat merasakan dampak dari tekanan meningkatnya muka air laut.

Sebagai upaya mitigasi bencana dari peningkatan muka air laut dapat dilakukan melalui penyediaan peta risiko bencana (Peraturan Kepala BNPB No. 4 Tahun 2008). Dasar dari penyediaan peta risiko bencana wilayah pesisir adalah peta genangan wilayah, yang realisasinya tergantung pada penyediaan data tingkat ancaman peningkatan muka air laut dari wilayah yang mempunyai potensi ancaman. Data potensi ancaman peningkatan muka air laut wilayah pesisir dapat diperoleh melalui prediksi dari data *times series* dinamika peningkatan rata-rata muka air laut.

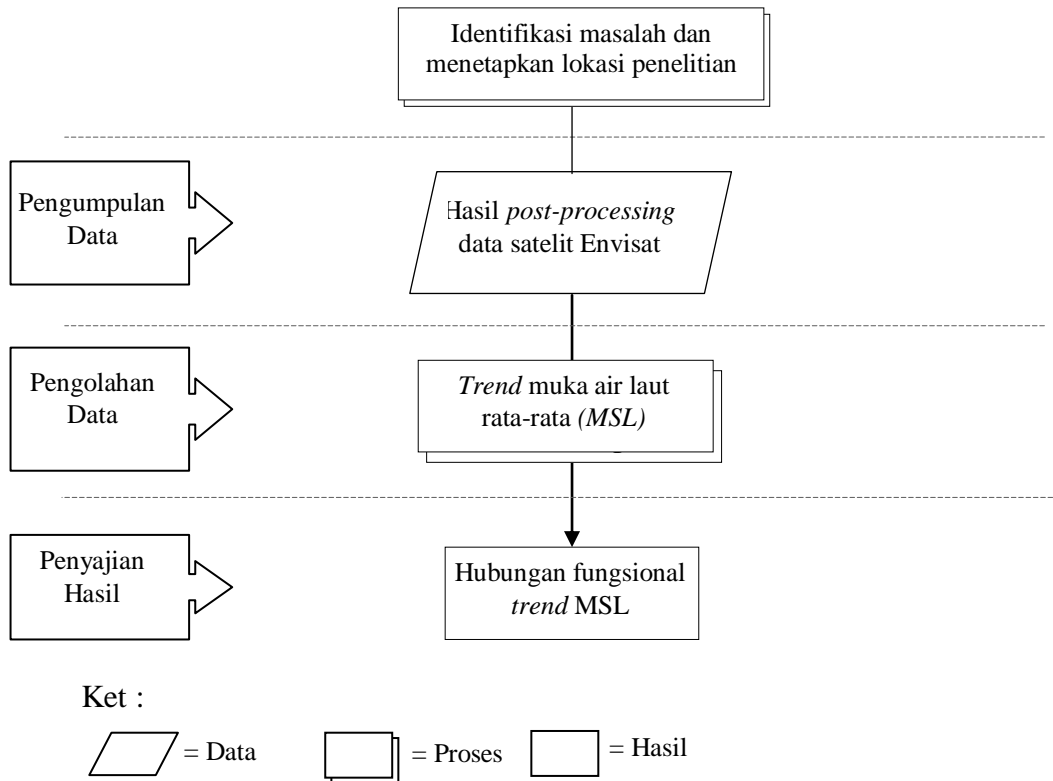
Mengenai penyediaan data dinamika muka air laut, saat ini teknologi pengamatan dinamika laut konvensional telah menyediakan data *insitu* yang cukup teliti tetapi masih terbatas karena kendala biaya yang besar, peralatan yang banyak, serta waktu persiapan dan pelaksanaan yang lama (Heliani, 2009). Seiring perkembangan teknologi, sejak tahun 1973 dengan diluncurkan satelit altimetri diharapkan bisa menjadi suatu solusi dalam upaya pemantauan terhadap dinamika peningkatan muka air laut (Abidin, 2001). Ketenelitian hasil pengamatan yang diberikan oleh satelit altimetri terus mengalami peningkatan mencapai ± 4 cm, (Digby, 1999 dalam Heliani, 2009). Ketenelitian tersebut adalah untuk wilayah laut dalam dan terbuka, sedangkan perairan dangkal seperti perairan Indonesia, ketelitiannya hanya bisa sampai level ± 30 cm, bahkan tidak terdapat data yang bisa digunakan sama sekali pada wilayah pantai akibat derau yang sangat besar (Heliani dkk, 2011).

Pengoptimalan data wilayah perairan dangkal dan pantai dapat

dilakukan melalui *post-processing data* yang merupakan studi peningkatan ketelitian data pengamatan satelit altimetri dengan memberi berbagai model koreksi geofisik/geometrik data (Andersen dan Scharroo, 2011). Penelitian ini memanfaatkan hasil *post-processing data* satelit altimetri Envisat untuk mengetahui *trend* muka air laut rata-rata secara temporal yang dianalisis dengan metode analisis regresi linier. Dengan demikian diharapkan bisa diperoleh *trend* muka air laut rata-rata yang lebih teliti sebagai data potensi ancaman untuk pengelolaan wilayah laut yang lebih optimal khususnya untuk mitigasi bencana wilayah pesisir.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan di wilayah perairan barat Kabupaten Buleleng dilakukan melalui 4 tahap, yaitu: (1) identifikasi masalah dan menetapkan lokasi penelitian, (2) pengumpulan data, (3) pengolahan data, dan (4) penyajian hasil, seperti tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah dan Menetapkan Lokasi Penelitian

Masalah yang menjadi tema utama dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan *trend* muka air laut rata-rata, berdasarkan hasil *post-processing* data pengamatan satelit altimetri Envisat. Lokasi penelitian dilakukan di wilayah pesisir barat Kabupaten Buleleng yang terdiri 2 kecamatan dan 21 desa yang berbatasan langsung dengan laut.

2. Pengumpulan Data

Jenis data yang dikumpulkan mencakup data hasil *post-processing* pengamatan satelit altimetri Envisat, yang di-*download* melalui halaman web yaitu: [ftp://ra2_data:envi\\$at_ra2@diss-nas-fp.eo.esa.int/](ftp://ra2_data:envi$at_ra2@diss-nas-fp.eo.esa.int/).

3. Pengolahan Data

Penentuan *trend* muka air laut rata-rata tahun 2002-2010 dengan metode analisis regresi linier. Hubungan fungsional dari *trend* muka air laut rata-rata digunakan sebagai upaya mitigasi terhadap

fenomena peningkatan muka air laut.

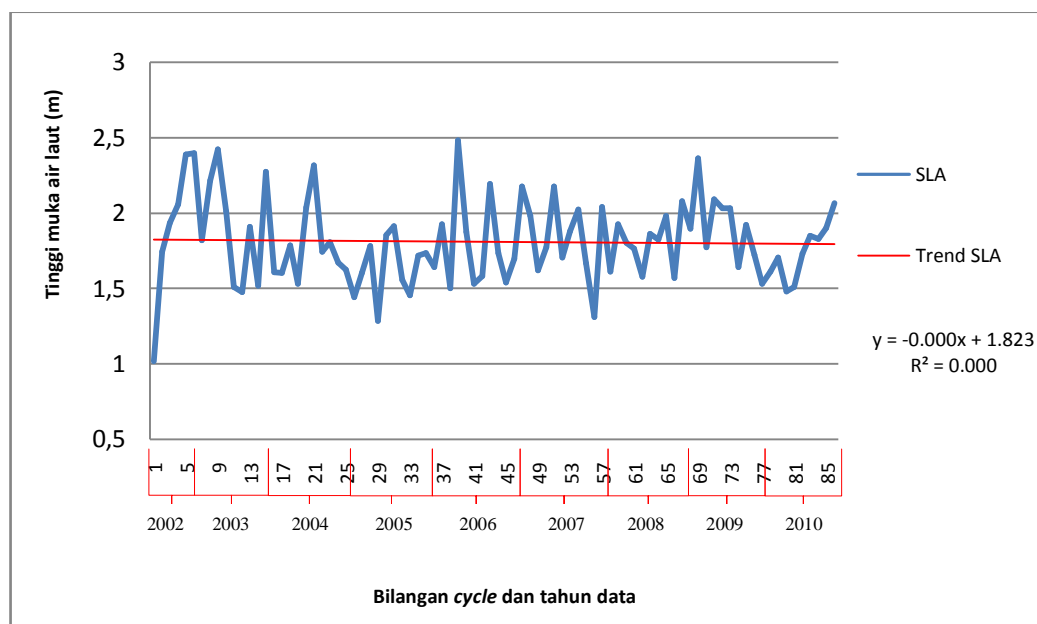
4. Penyajian hasil

Hasil pengolahan data yang disajikan meliputi (a) hubungan fungsional *trend* muka air laut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Trend muka air laut rata-rata mencerminkan kecenderungan tinggi muka air laut rata-rata selama rentang waktu tertentu. Data yang

digunakan untuk menentukan *trend* muka air laut rata-rata yaitu data hasil *post-processing* yang sudah dianalisis memiliki kesesuaian dengan data pasut. Berdasarkan hasil pengolahan data, maka diperoleh hubungan fungsional regresi linier kecenderungan *trend* muka air laut rata-rata di wilayah penelitian sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Trend* muka air laut rata-rata di perairan bagian barat Buleleng tahun 2002-2010

Sesuai dengan Gambar 2, bahwa kecenderungan dinamika muka air laut di wilayah pesisir bagian barat Kabupaten Buleleng memenuhi hubungan fungsional $y = -0,000x + 1,823$ yang memiliki *trend* menurun

dengan nilai determinan (R^2) sebesar 0. Nilai koefisien korelasi sebesar 0 menunjukkan bahwa antara hari atau *cycle* pengamatan dengan tinggi muka air laut tidak terdapat hubungan yang signifikan. Hasil

hitungan ini tentunya bertolak belakang dengan realisasinya, yang mana kenyataan di lapangan nilai tinggi muka air laut rata-rata di wilayah pesisir bagian barat Buleleng cenderung mengalami peningkatan (BPS, 2011).

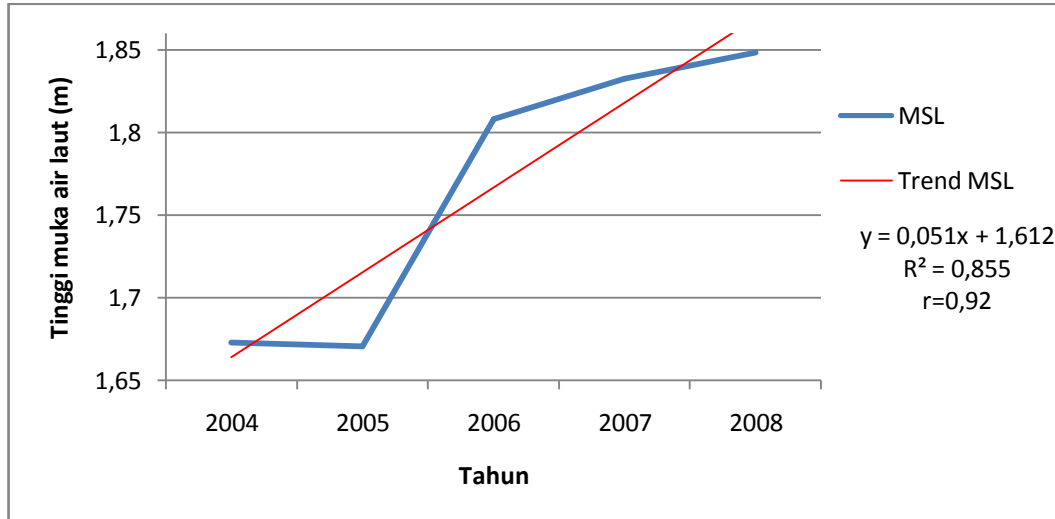
Memperhatikan ketidaksesuaian antara model fungsional yang diperoleh dengan informasi *real* di lapangan, maka dilakukan analisis dan ditemukan adanya fluktuasi yang tinggi rentang waktu tahun 2002-2003. Dihubungkan dengan informasi dari hasil penelitian Wuriatmo, dkk. (2012), bahwa pada tahun 2002 telah terjadi fenomena *el-nino* di Samudera Pasifik daerah katulistiwa. Fenomena ini menyebabkan penurunan muka air laut di Indonesia karena adanya perbedaan suhu di perairan Indonesia dengan suhu di Samudera Pasifik. Di samping itu, menurut data dari Bureau of Meteorology Australian Government (2011) dalam Damayanti (2012) bahwa pada tahun 2010 juga terjadi fenomena *el-nino* sehingga menyebabkan terjadinya penurunan muka air laut di wilayah perairan Indonesia.

Atas dasar adanya fluktuasi yang tinggi pada data pengamatan tahun 2002-2003 dan 2010 yang juga terlihat jelas dari hasil visualisasi data, maka penulis melakukan pendekatan dengan hanya mengambil data yang cenderung linier dan terbebas dari fluktuasi yang tinggi yaitu data tahun 2004-2009. Pertimbangan lain yang mendasari berupa informasi dari data potensi desa mengenai kondisi muka air laut selama 5 tahun terakhir. Pendekatan yang dilakukan penulis mengacu pada modifikasi metode yang pernah dilakukan oleh Nugraha (2013). Adapun pendekatan yang dilakukan dijabarkan sebagai berikut.

- a. Menentukan nilai data muka air laut yang dianalisis yaitu data pengamatan tahun 2004-2008.
- b. Menentukan muka air laut rata-rata per tahun dari data pengamatan tahun 2004-2008.
- c. Menentukan hubungan fungsional dari data pengamatan tahun 2004-2008
- d. Validasi hubungan fungsional dengan nilai muka air laut tahun 2009.

Merujuk pada tahapan pendekatan yang telah ditentukan, maka dari nilai data yang dianalisis diperoleh hubungan fungsional regresi lini-

er kecenderungan *trend* muka air laut rata-rata sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Trend* muka air laut rata-rata di perairan bagian barat Buleleng tahun 2004-2008

Berdasarkan Gambar 3, dapat diinterpretasi bahwa *trend* muka air laut rata-rata dari data pengamatan satelit altimetri Envisat cenderung mengalami peningkatan. Hubungan fungsional yang diperoleh dari *trend* data tersebut memiliki nilai determinasi (R^2) sebesar 0,855 yang dapat diturunkan menjadi nilai r korelasi sebesar 0,92 (yang diperoleh dari $R = \sqrt{0,855} = 0,92$). Nilai r korelasi sebesar 0,92 menunjukkan bahwa korelasi antara muka air laut rata-rata dengan periode pengamatan setiap tahun adalah 92% berbanding lurus.

Dihubungkan dengan hasil penelitian (Church, dkk.; Nicholls, 2003; Kahar, 2008; Cazenave, dkk., 2010; Marcy, dkk., 2012) bahwa peningkatan muka air laut bersifat linier terhadap waktu, yang artinya seiring bertambahnya waktu maka muka air laut akan mengalami peningkatan. Mengenai faktor utama yang mempengaruhi peningkatan muka air laut diperjelas oleh Sutisna dan Manurung (2009) dalam Kasim (2011) yaitu meliputi (a) faktor global yaitu ekspansi termal dari lapisan permukaan laut dan mencairnya es di kutub serta

perubahan iklim global, (b) faktor regional yaitu pergeseran lempeng tektonik, dan (c) faktor lokal yaitu proses subsidensi akibat perubahan permukaan masa tanah dari kegiatan manusia. Disamping itu, Chrurch, dkk. (2001) juga menambahkan faktor lain mengenai peningkatan muka air laut dipengaruhi oleh faktor ketidakpastian iklim dan konsentrasi gas rumah kaca di masa depan.

Lebih lanjut dari hubungan fungsional yang diperoleh dilakukan validasi untuk lebih meyakinkan bahwa hubungan fungsional yang digunakan mendekati kondisi data sebenarnya. Hasil pengujian yang dilakukan menggunakan data tahun 2009 sebagai data validasi. Hasil proses validasi yang dilakukan mendefinisikan selisih antara nilai prediksi dengan nilai sebenarnya sebesar 1,6 cm. Pada penelitian serupa yang dilakukan oleh Nugraha, (2013) diperoleh selisih nilai ramalan dengan data sesungguhnya sebesar 18,5 cm. Memperhatikan selisih nilai yang diperoleh pada penelitian ini, maka ditetapkan hubungan fungsional data tahun 2004-2008 sebagai hubungan fungsional yang mencerminkan bagaimana kecenderungan

dinamika muka air laut di wilayah perairan bagian barat Kabupaten Buleleng.

PENUTUP

Berdasarkan paparan hasil penelitian dan pembahasan dapat dikemukakan temuan dari hasil penelitian yaitu *trend* muka air laut rata-rata di perairan barat Kabupaten Buleleng cenderung mengalami peningkatan, dengan hubungan fungsional $y = 0,051x + 1,612$. Dengan demikian pemerintah khususnya BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kabupaten Buleleng perlu melakukan mitigasi bencana di wilayah pesisir barat Kabupaten Buleleng melalui upaya pencegahan abrasi pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2001. *Geodesi Satelit*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Andersen dan Scharroo. 2011. *Range and Geophysical Corrections in Coastal Region And Implications for Mean Sea Surface Determination*. Heidelberg Dordrecht London New York: Springer.
- Asian Development Bank. 2007. *The Economic of Climate Change in Southeast Asia*. A Report

- of Regional Meeting on Climate Change.
- BNPB, 2008, Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana. *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 4 Tahun 2008*BPS Kabupaten Buleleng. 2012. *Potensi Desa Kabupaten Buleleng Tahun 2011*.
- Butaru. 2011. *Kewajiban Kita Dibalik Keindahan Wilayah Pesisir Bali*. Badan Koordinasi Penataan Ruang Nasional.
- Cazanave, A. dan William L. 2009. *Contemporary Sea Level Rise*. Laboratoire d'études en géophysique et océanographique spatiales LEGOS-CNES
- Damayanti, H.O. 2012. Ketinggian Muka Air Laut Rata-rata (MSL) di Perairan Kabupaten Pati. Tersedia pada <http://litbang.patikab.go.id>. diakses pada Senin, 15 Juli 2013.
- Departemen Dalam Negeri RI. 2007. *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. UU No. 24 Tahun 2007*.
- Heliani, L. S. 2009. *Dinamika Perairan Indonesia dari Data Satelit Altimetri*. *Prosiding Seminar Nasional*, ISBN 978-977-98731-1-8. Jurusan Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada.
- Heliani, L.S., Wiwit S., Danardono, dan Bambang K.C. 2011. Re-tracking data satelit altimeter menuju peningkatan kualitas dan kuantitas data wilayah pantai dan perairan dangkal wilayah Perairan Indonesia. *Laporan Penelitian Fundamental*, Universitas Gadjah Mada.
- Hopkinson, C.S., Ariel E.L., Merryll A., Alan P.C., dan Skip J.V.B. 2008. Forecasting Effects of Sea Level Rise and Windstorms on Coastal and Inland Ecosystems. *Journal Front Ecol Environ*. hal 255-263 : The Ecological Society of America.
- Kahar, J. dan Umaryono P. 2008. *Geodesi*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Kazim, F. 2011. *Penilaian Kerentanan Pantai Menggunakan Metode Integrasi CVI-MCA dan SIG*, Studi Kasus: Garis Pantai Pesisir Utara Indramayu. *Tesis*. Bogor : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Marcy, D., Allison, A., William A., Stephen G., Audra L.A., Edward M., dan Chris Z. 2012. *Incorporating Sea Level Change Scenarios at the Local Level*. NOAA Coastal Services Center, NOAA Center for Operational Oceanographic Products and Services, NOAA National Geodetic Survey dan NOAA Office of Coast Survey.
- Nicholls, R.J. 2003. *Case Study on Sea Level Rise Impact*.

Organisation for Economic
Co-operation and
Development.

Nugraha, A. L. 2013. Penyusunan dan Penyajian Peta Online Risiko Banjir Rob Kota Semarang. *Tesis*. Yogyakarta : Program Studi Teknik Geomatika, Universitas Gadjah Mada.

Wuriatmo, H., Sorja K., dan Mohtar Y. 2012. Analisa Sea Level Rise dari Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon, Jason-1, dan Jason 2 di Perairan Laut Pulau Jawa Periode 2000-2012. *Indonesian Journal of Applied Physics*, Vol. 2 no. 7 hal. 73.

Yoskowits, D.W, James G., dan Ali M. 2009. *The Socio-Economic Impact of Sea Level Rise in the Galveston Bay Region*. A report for Environmental Defense Fund. Texas A&M University-Corpus Christi.