

## Kajian Elevasi Muka Air Laut di Perairan Indonesia Pada Kondisi *El Nino* dan *La Nina*

Niken Ayu Oktaviani<sup>1)</sup>, Muh. Ishak Jumarang<sup>1)</sup>, dan Andi Ihwan<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Tanjungpura  
Pontianak, Indonesia  
Email : kenzpiss@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini mengkaji tentang elevasi muka air laut di perairan Indonesia pada kondisi *ENSO*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh *ENSO* terhadap elevasi muka air laut di beberapa perairan Indonesia, yaitu Selat Karimata, Laut Jawa, Selat Makassar dan Laut Banda. Penentuan kondisi *ENSO* menggunakan data *Southern Oscillation Index* (SOI) selama 31 tahun dari tahun 1980 – 2010. Sedangkan data prediksi pasang surut diperoleh dari *Tidal Model Driver* (TMD). Pengaruh *ENSO* yang diamati adalah elevasi rata-rata muka air laut pada kondisi *El Nino* dan *La Nina*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hampir di semua titik pada saat terjadi *El Nino* elevasi rata-rata muka air laut lebih rendah dibandingkan pada kondisi *La Nina*. Elevasi rata-rata muka air laut dari keempat titik tersebut menunjukkan pengaruh *El Nino* semakin berkurang ke arah Barat, kecuali di Selat Karimata. Elevasi rata-rata muka air laut di Selat Karimata pada saat *El Nino* cenderung lebih rendah dari titik lainnya.

**Kata kunci** : *El Nino*, *La Nina*, elevasi muka air laut, perairan Indonesia

### 1. Pendahuluan

*El Nino Southern Oscillation* (*ENSO*) merupakan peristiwa *El Nino* yang berkaitan dengan indeks osilasi selatan dan terjadi di daerah Samudra Pasifik. *ENSO* terdiri dari dua fase, yaitu fase panas (SOI bernilai negatif) atau yang biasa disebut dengan *El Nino* dan fase dingin (SOI bernilai positif) atau yang dikenal dengan *La Nina* (Tjasyono dan Bannu, 2003).

Fenomena *El Nino* secara umum akan menyebabkan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia berkurang. Sedangkan fenomena *La Nina* menyebabkan kenaikan curah hujan. Besar penurunan atau kenaikan curah hujan tergantung lokasi dan intensitas *El Nino* atau *La Nina*. Akibatnya sering terjadi perubahan cuaca dan iklim yang berbeda dari normal. Misalnya, pada saat terjadi musim kemarau yang berkepanjangan, setelahnya terjadi musim penghujan yang berlangsung singkat. Kondisi iklim yang semakin ekstrim ini tentunya akan menimbulkan dampak yang sangat signifikan terhadap perekonomian di wilayah-wilayah yang terkena dampaknya. Dampak *El Nino* di Indonesia yang terjadi pada tahun 1997 – 1998, mengakibatkan kebakaran hutan yang berdampak langsung pada perekonomian Indonesia.

Fenomena alam tersebut umumnya merupakan suatu proses kompleks yang melibatkan berbagai faktor alam, sehingga gejala kejadiannya tidak mudah terdeteksi secara dini. Konsekuensi dari dampak yang ditimbulkan juga sangat luas dan menimbulkan kerugian karena

tidak ada tindakan antisipasi yang dipersiapkan sebelumnya (Irawan, 2006). Untuk itu maka penulis merasa perlu mengkaji hubungan antara *El Nino* dan *La Nina* terhadap elevasi muka air laut di perairan Indonesia. Studi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *El Nino* dan *La Nina* di beberapa perairan Indonesia terhadap elevasi muka air laut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi awal untuk memprediksi kejadian *El Nino* dan *La Nina*.

### 2. Landasan Teori

#### 2.1 *El Nino* dan *La Nina*

*El Nino* merupakan suatu fenomena iklim berupa memanasnya suhu muka air laut di daerah Samudra Pasifik yang terjadi secara berkala dan dalam selang waktu tertentu, serta ditandai dengan meningkatnya perbedaan tekanan udara antara Darwin dengan Tahiti. Pada saat yang bersamaan, terjadi perubahan pola tekanan udara yang berdampak luas dengan gejala yang berbeda-beda. Secara umum fenomena ini mengakibatkan curah hujan berkurang di daerah-daerah yang terkena dampaknya (Fox, 2000).

Intensitas kekuatan *El Nino* tidak selalu sama setiap kejadiannya, tergantung pada besarnya penyimpangan suhu muka laut yang mengakibatkan perubahan tekanan udara di atasnya dari nilai rata-ratanya. Perubahan tekanan udara tersebut terbaca melalui *SOI* yang menyatakan semakin besar nilai negatifnya, maka semakin kuat intensitas *El Nino*. Adapun

kategori intensitas *El Nino* menurut Salmawati (2010) adalah:

- a. *El Nino* dikategorikan lemah jika *SOI* bernilai  $-5$  s/d  $0$  dan berlangsung minimal selama 3 bulan berturut-turut.
- b. *El Nino* dikategorikan sedang jika *SOI* bernilai  $-10$  s/d  $-5$  dan berlangsung minimal selama 3 bulan berturut-turut.
- c. *El Nino* dikategorikan kuat jika *SOI* bernilai lebih dari  $-10$  dan berlangsung minimal selama 3 bulan berturut-turut.

Kejadian *El Nino* biasanya diikuti oleh *La Nina* dimana fenomena *La Nina* ditandai dengan menurunnya suhu muka air laut di Samudra Pasifik yang secara umum akan meningkatkan curah hujan. Ketika terjadi *La Nina*, angin monsun Timur yang bertiup di sepanjang Samudra Pasifik menguat sehingga banyak massa air hangat yang ikut terbawa ke arah Pasifik Barat. Hal tersebut mengakibatkan massa air dingin di Pasifik Timur bergerak ke atas menggantikan tempat massa air panas tadi (*upwelling*). Jika pada saat *El Nino* terjadi nilai *SOI* bernilai negatif, maka yang terjadi pada *La Nina* sebaliknya yaitu nilai *SOI* bernilai positif. Ketika nilai positif *SOI* lebih dari  $10$  dan terjadi selama minimal 3 bulan berturut-turut, maka yang terjadi adalah peningkatan curah hujan di atas normal (Fox, 2000).

## 2.2 Pasang Surut

Pasang surut air laut merupakan pergerakan yang terjadi secara berkala berupa naik turunnya permukaan air laut akibat gaya gravitasi matahari dan bulan terhadap massa air laut. Meskipun bulan memiliki ukuran yang lebih kecil dari matahari, namun karena posisinya yang lebih dekat dengan bumi maka bulan memiliki gaya tarik dua kali lipat lebih besar dari matahari dalam membangkitkan pasang surut air laut (Priyana, 1994).

Ongkosongo dan Suyarso (1989), secara umum membedakan pasang surut di berbagai daerah perairan di Indonesia menjadi 4 tipe, yaitu pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*) dan pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*).

## 2.3 Armondo dan Arlindo

Terdapat dua sistem arus yang mengalir pada perairan Indonesia, yaitu Arus Monsun Indonesia (Armondo) dan Arus Lintas Indonesia (Arlindo). Armondo merupakan arus yang terbentuk karena pergerakan angin monsun yang secara rata-rata mengalir dari Laut Cina Selatan masuk ke Laut Jawa melewati Laut Natuna dan Selat Karimata. Angin monsun

mempunyai dua arah yang saling berlawanan, maka Armondo juga berbalik arah dengan angin tersebut (Ilahude, 1996).

Di kawasan Timur perairan Indonesia mengalir juga arus penting yaitu Arus Lintas Indonesia (Arlindo) yang mengalir dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia dan terdapat pada lapisan permukaan maupun lapisan termoklin. Cabang utama arus ini mengalir dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia masuk ke Laut Sulawesi terus ke Selat Makassar. Setelah itu Arlindo berbelok ke Timur melewati Laut Flores dan Laut Banda. Di bagian Tenggara Laut Banda arus ini berbelok ke arah Selatan dan arah Barat Daya melewati Laut Timor dan terus ke Samudra Hindia. Cabang yang lainnya masuk dari Laut Halmahera terus ke Laut Seram, namun sebagian lagi kembali ke Samudra Pasifik melalui Laut Maluku langsung berbelok balik ke Samudra Pasifik bersama-sama dengan yang datang dari Laut Halmahera, membentuk Arus Balik Ekuator Utara Pasifik (Wyrтки, 1961).

## 2.4 Tidal Model Driver

*Tidal Model Driver* (TMD) merupakan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk memprediksi pasang surut air laut di permukaan bumi berdasarkan pada data-data konstanta pasang surut yang telah dikombinasikan secara global dari berbagai sumber. Konstanta pasut yang digunakan yaitu  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$  dan  $Q_1$ . TMD dikembangkan pada tahun 2003 di *Oregon State University* (OSU), Amerika Serikat (Ramadhan, 2011).

## 3. Metodologi

Metode penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan data *SOI* tahun 1980 – 2010 dari website Biro Meteorologi Australia (BoM), dan prediksi elevasi pasut pada tahun terjadinya *El Nino* dan *La Nina* dengan menggunakan *software* TMD yang telah diunduh melalui <ftp://ftp.esr.org/>. Analisis data dilakukan dengan menentukan tahun-tahun terjadinya *El Nino* dan *La Nina* berdasarkan data *SOI* tahun 1980 – 2010. Kemudian setelah didapatkan data tahun-tahun *El Nino* dan *La Nina*, dilakukan prediksi elevasi pasut pada empat titik di perairan Indonesia yang membentang dari Barat ke Timur dengan menggunakan TMD. Titik-titik tersebut yaitu Selat Karimata, Laut Jawa, Selat Makassar, dan Laut Banda.

## 4. Hasil dan Diskusi

Data pasut diolah untuk menghasilkan elevasi rata-rata muka air laut perbulan dan pola pasut yang terjadi setiap tahun kejadian yang diamati. Pengolahan data dilakukan pada *El Nino*

tahun 1982 – 1983 (Juli – Januari) dan 1997 (Juli – Desember), serta *La Nina* tahun 1988 – 1989 (Juli – Januari) dan 2010 (Juli – Desember).

#### 4.1 Elevasi Rata-rata Muka Air Laut pada Tahun Kejadian *El Nino*

Kejadian *El Nino* mempengaruhi penurunan elevasi rata-rata muka air laut. Berdasarkan Gambar 1, terlihat kesamaan pola pasut yang terjadi pada tahun-tahun kejadian *El Nino*.

Pada kejadian *El Nino* tahun 1982 – 1983, elevasi rata-rata muka air laut terendah ( $-1,749 \times 10^{-3}$  meter) sepanjang tahun kejadian ini terjadi di Selat Karimata pada bulan Juli. Sedangkan elevasi rata-rata muka air laut tertinggi ( $3,050 \times 10^{-3}$  meter) terjadi di Laut Banda pada Januari 1983. Pada *El Nino* tahun 1997, elevasi rata-rata muka air laut tertinggi dan terendah sepanjang tahun kejadian ini terjadi pada bulan yang sama, yaitu bulan Desember. Elevasi rata-rata muka air laut tertinggi ( $3,157 \times 10^{-3}$  meter) terjadi di Laut Banda, sedangkan elevasi rata-rata muka air laut terendah ( $-2,362 \times 10^{-3}$  meter) terjadi di Selat Karimata.

Ketika terjadi *El Nino*, angin monsun timur melemah dan angin monsun yang berasal dari Barat Laut banyak mengandung uap air karena melewati banyak perairan. Sebagian besar angin

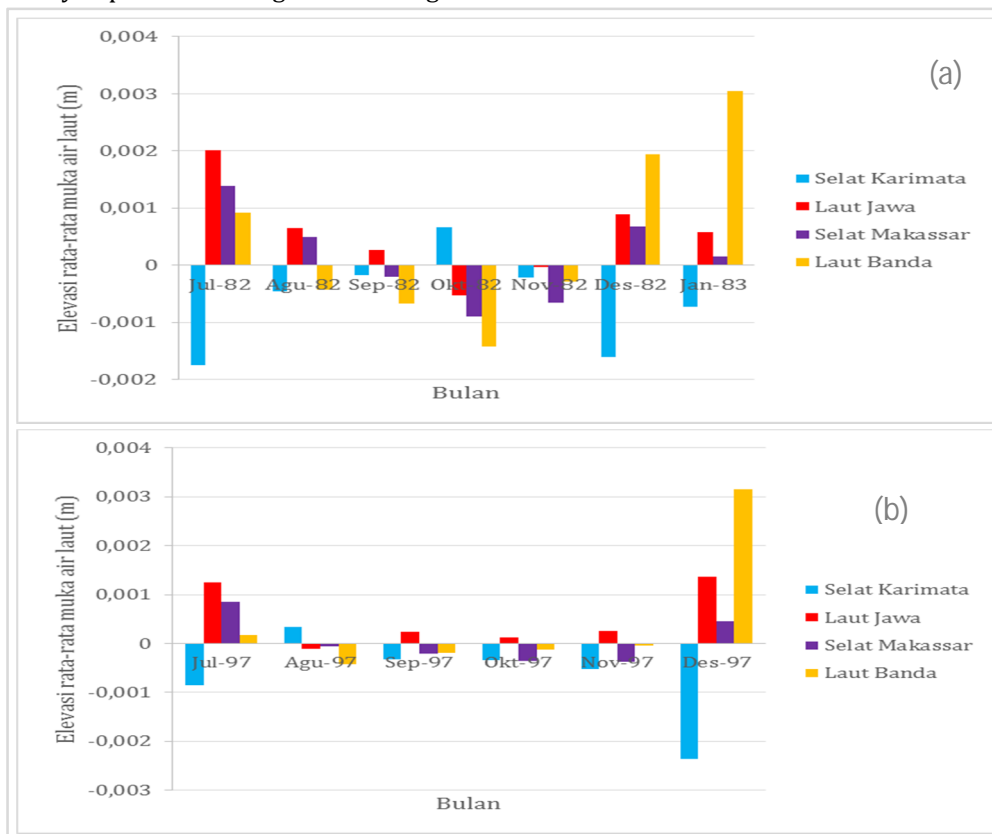
tersebut berbelok menuju daerah yang bertekanan lebih rendah (pantai Barat Amerika Selatan), sehingga Indonesia mengalami musim kemarau.

#### 4.2 Elevasi Rata-rata Muka Air Laut pada Tahun Kejadian *La Nina*

Kejadian *La Nina* mempengaruhi kenaikan elevasi rata-rata muka air laut. Sama halnya dengan *El Nino*, pada tahun kejadian *La Nina* juga terlihat kesamaan pola pasut yang sangat kontras pada Gambar 2.

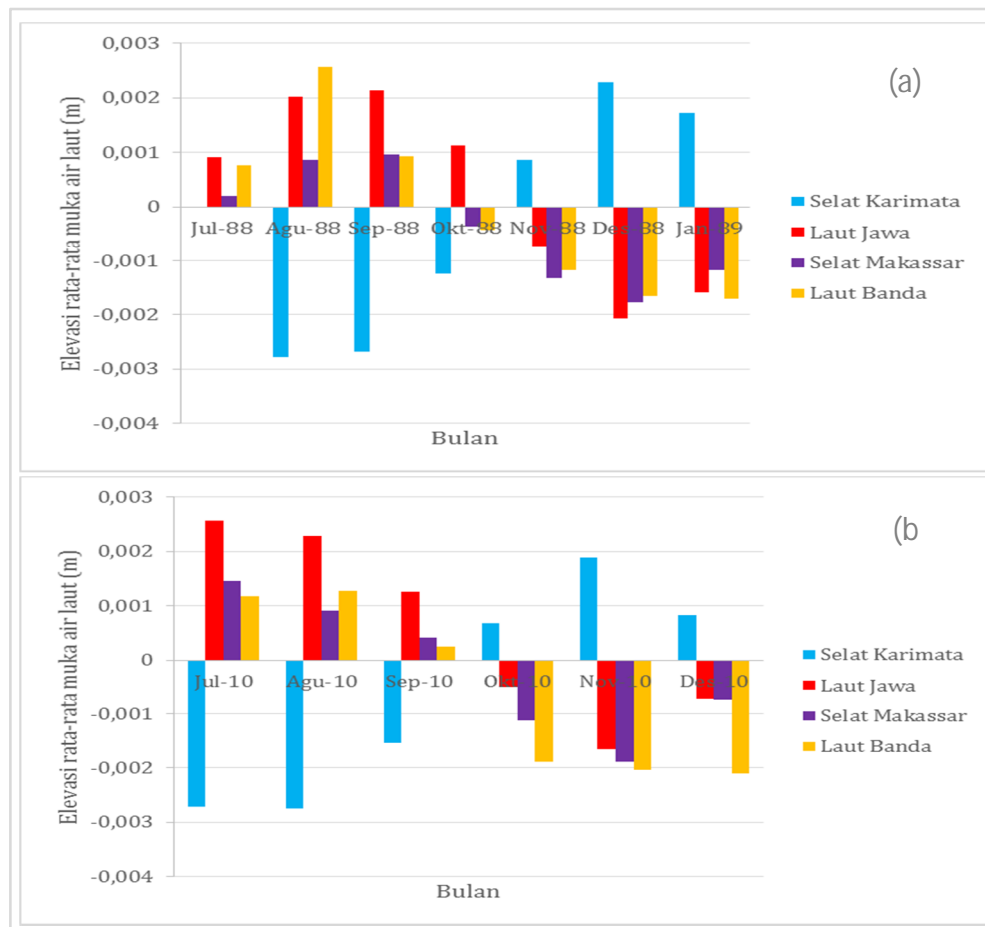
Pada kejadian *La Nina* tahun 1988 – 1989, elevasi rata-rata muka air laut tertinggi dan terendah sepanjang tahun kejadian ini terjadi pada bulan Agustus 1988. Elevasi rata-rata muka air laut tertinggi ( $2,561 \times 10^{-3}$  meter) terjadi di Laut Banda dan elevasi rata-rata terendah ( $-2,780 \times 10^{-3}$  meter) terjadi di Selat Karimata. Tahun kejadian *La Nina* 2010, elevasi rata-rata muka air laut tertinggi ( $2,572 \times 10^{-3}$  meter) sepanjang tahun kejadian terjadi pada bulan Juli di Laut Jawa. Sedangkan elevasi rata-rata muka air laut terendah ( $-2,754 \times 10^{-3}$  meter) sepanjang tahun kejadian terjadi pada bulan Agustus di Selat Karimata.

Pada saat terjadi *La Nina*, angin monsun Timur cenderung menguat dan banyak membawa massa air ke arah Barat. Sehingga Indonesia mengalami musim hujan.



Gambar 1. Elevasi rata-rata muka air laut bulanan pada kejadian *El Nino*

(a) Tahun 1982 – 1983 dan (b) Tahun 1997

Gambar 2. Elevasi rata-rata muka air laut bulanan pada kejadian *La Nina* (a) Tahun 1988 – 1989 dan (b) Tahun 2010

#### 4.3 Pengaruh ENSO terhadap Elevasi Muka Air Laut di Titik Pengamatan

Pengaruh *El Nino* dan *La Nina* terhadap elevasi rata-rata muka air laut di titik-titik pengamatan tidak terlalu besar. Hal ini terlihat dari nilai koefisien korelasi ( $R$ ) antara beda elevasi rata-rata muka air laut pada tahun Normal dengan tahun *El Nino* terhadap nilai SOI di titik-titik pengamatan yaitu Selat Karimata sebesar 0,11, Laut Jawa sebesar 0,25, Selat Makassar sebesar 0,24, dan Laut Banda sebesar 0,15. Sedangkan nilai koefisien korelasi ( $R$ ) antara beda elevasi rata-rata muka air laut pada tahun Normal dengan tahun *La Nina* terhadap nilai SOI di titik-titik pengamatan yaitu Selat Karimata sebesar 0,04, Laut Jawa sebesar 0,25, Selat Makassar sebesar 0,22, dan Laut Banda sebesar 0,17.

Selain kondisi *El Nino* dan *La Nina*, faktor lain yang dapat mempengaruhi elevasi muka air

laut di perairan Indonesia termasuk di empat titik pengamatan adalah Arlindo dan Armondo. Tingkat curah hujan di wilayah-wilayah tersebut juga berpengaruh terhadap elevasi muka air laut dan yang paling kuat pengaruhnya yaitu pergerakan benda-benda langit seperti bulan dan matahari.

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa fenomena *El Nino* dan *La Nina* tidak signifikan pengaruhnya terhadap elevasi rata-rata muka air laut di empat titik pengamatan. Pada saat terjadi *El Nino* elevasi rata-rata muka air laut terendah terjadi di Selat Karimata yaitu  $-2,362 \times 10^{-3}$  m. Sedangkan pada saat *La Nina* elevasi rata-rata muka air laut tertinggi terjadi di Laut Jawa yaitu  $2,572 \times 10^{-3}$  m.

**Daftar Pustaka**

- BoM, 2012, Southern Oscillation Index, [www.bom.gov.au](http://www.bom.gov.au), 28 November 2012.
- Erofeeva, L., 2003, Tidal Model Driver, <ftp://ftp.esr.org/>, 23 November 2012.
- Fox, J. J., 2000, The Impact of the 1997-1998 El Nino on Indonesia, In : R.H. Grove and J.Chappell (ed), El Nino – History and Crisis, Studies from the Asia-Pacific region, The White House Press, Cambridge, UK.
- Ilahude, A. G., 1996, Kajian Arlindo di Indonesia, Orasi Ilmiah Pengukuhan APU Bidang Oseanografi Kimia, LIPI-Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Irawan, B., 2006, Fenomena Anomali Iklim El Nina dan La Nina: Kecenderungan Jangka Panjang dan Pengaruhnya Terhadap Produksi Pangan, Forum Penelitian Agro Ekonomi Vol. 24, Bogor.
- Ongkosongo, O. S. R dan Suyarso, 1989, Pasang Surut, LIPI-Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Priyana, 1994, Studi Pola Arus Pasang Surut di Teluk Labuhantereng Lombok, Nusa Tenggara Barat, Skripsi Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Ramdhan, M., 2011, Komparasi Hasil Pengamatan Pasang Surut di Perairan Pulau Pramuka dan Kabupaten Pati dengan Prediksi Pasang Surut Tide Model Driver, Balitbang Kelautan dan Perikanan – KKP.
- Salmawati, 2010, Studi Pengaruh Indeks Osilasi Selatan sebagai Indikator El- Nino terhadap curah hujan di Sulawesi Utara, Skripsi Sarjana FMIPA Unsrat.
- Tjasyono, B. H. K dan Bannu, 2003, Dampak ENSO pada Faktor Hujan di Indonesia, Jurnal Matematika dan Sains Vol. 8, ITB Bandung.
- Wyrtki, K., 1961, Physical Oceanography of the South East Asian Waters, Naga Report Vol. 2 Scripps, Institute Oceanography, California.