

Variabilitas Temperatur Permukaan Laut, Salinitas, dan, Curah Hujan Pada Periode *El Niño-Southern Oscillation* (Enso) di Perairan Selat Madura

Jennifer Ellen Toding¹, Supriyatno Widagdo², Rudi Siap Bintoro³

¹²³Prodi Oseanografi, Universitas Hang Tuah
Korespondensi: Jenniferellen771@gmail.com

Abstrak

Variabilitas temperatur, salinitas, dan curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) sehingga penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik ENSO, membandingkan dan menganalisis karakteristik temperatur, salinitas, dan curah hujan dalam kondisi normal dan perubahan akibat fenomena ENSO di Selat Madura. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pengumpulan data sekunder dan membuat gambaran mengenai fenomena yang diamati. Data yang dibutuhkan selama 12 tahun dari 2010-2021. Hasil penelitian menunjukkan variabilitas temperatur selama periode 2010-2021 menunjukkan nilai temperatur tertinggi berada di perairan tertutup Selat Madura dengan rata-rata 28,64°C dan terendah di perairan tengah dengan nilai rata-rata 28,59°C. Nilai curah hujan tertinggi berada di perairan tertutup dengan rata-rata 6,06mm dan terendah di perairan tengah dengan nilai rata-rata 5,562 mm. Salinitas tertinggi berada di perairan terbuka dengan nilai rata-rata 32,06 ppt sedangkan salinitas terendah berada di perairan tertutup dengan rata-rata 31,42 ppt. Temperatur dan curah hujan tertinggi umumnya ditemukan saat *La Niña* sedang berlangsung, sedangkan temperatur dan curah hujan terendah ditemukan saat *El Niño*. Salinitas tertinggi umumnya ditemukan saat *El Niño*, sedangkan salinitas terendah terjadi saat *La Niña*.

Kata kunci: ENSO, temperatur, salinitas, curah hujan, angin, Selat Madura.

Abstract

The variability of temperature, salinity, and rainfall in Indonesia is influenced by the *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO), so this study aims to describe the characteristics of ENSO, compare and analyze the characteristics of temperature, salinity, and rainfall under normal conditions and changes due to the ENSO phenomenon in the Madura Strait. This study uses a descriptive method with secondary data collection and describes the observed phenomenon. Data required for 12 years from 2010-2021. The results showed that temperature variability during the 2010-2021 period showed that the highest temperature values were in the closed waters of the Madura Strait with an average of 28.64°C and the lowest in central waters with an average value of 28.59°C. The highest rainfall value is in closed waters, with an average of 6.06mm, and the lowest is in central waters, with an average value of 5.562mm. The highest salinity was in open water, with an average value of 32.06 ppt, while the lowest salinity was in closed water, with an average of 31.42 ppt. The highest temperature and rainfall are generally found when *La Niña* is in progress, while the lowest temperature and precipitation are found during *El Niño*. The most elevated salinity is usually found during *El Niño*, while the lowest salinity occurs during *La Niña*.

Key words: ENSO, temperature, salinity, rainfall, wind, Madura Strait

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia berada pada koordinat 6° LU-11° LS dan 95° BT-141° BT. Letak Indonesia yang strategis inilah yang menjadikan kondisi atmosfer dan lautan sangat kompleks dan dinamis dalam mengendalikan sirkulasi atmosfer regional dan global. Berbagai *sirkulasi* global atmosfer dan laut yang melintasi wilayah Indonesia menyebabkan tingginya variabilitas iklim di atasnya sehingga fenomena yang memiliki siklus beragam baik secara spasial dan temporal mempengaruhi kondisi atmosfer di Indonesia, diantaranya adalah sirkulasi laut-atmosfer global yang terkait dengan fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) (Ratnawati dkk., 2016).

ENSO adalah fenomena interaksi antara laut dan atmosfer yang mempengaruhi kondisi oseanografi di perairan. ENSO merupakan bentuk penyimpangan iklim Samudra Pasifik yang ditandai anomali temperatur permukaan laut (TPL) yang berbatasan dengan ekuator (Trenberth and Charon, 2002). Variabilitas iklim ENSO terdiri dari tiga fenomena, yaitu: normal, *El Niño* dan, *La Niña* (Trenberth, 1997). *El Niño* adalah peningkatan TPL di atas temperatur normalnya (26-27°C) di wilayah khatulistiwa Samudra Pasifik bagian timur. *La Niña* ditandai dengan penurunan TPL di Pasifik Timur (Arisandi dkk., 2017). *El Niño* menimbulkan banyak permasalahan terhadap kehidupan di Indonesia mulai dari kebakaran hutan, kekeringan, gagal panen dan, ancaman kelaparan, sedangkan *La Niña* dapat menyebabkan musim hujan yang berkepanjangan dan mengakibatkan terjadinya banjir, maupun tanah longsor.

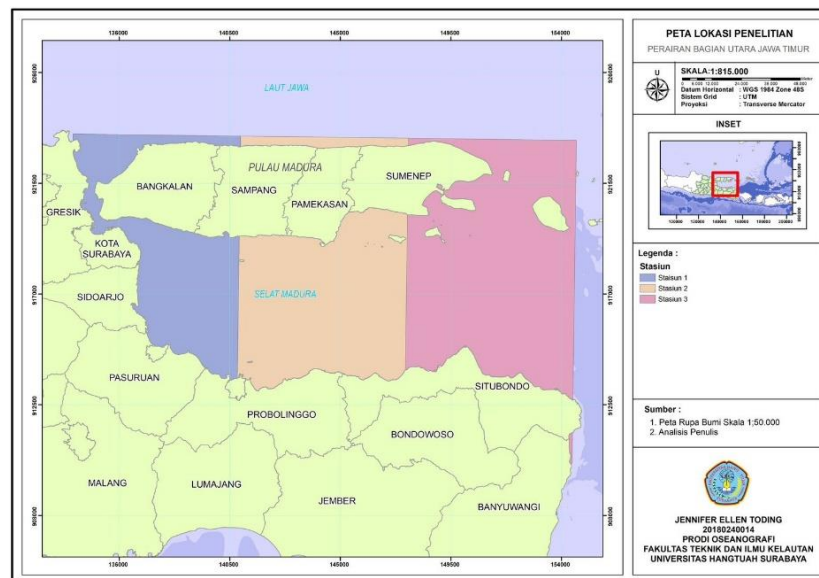
Dampak dari ENSO diduga berpengaruh terhadap perairan Indonesia. Sehingga perlu adanya penelitian terkait informasi pengaruh ENSO dengan variabilitas temperatur, salinitas, dan, curah hujan di perairan Selat Madura, untuk membantu pemerintah maupun warga sekitar dalam mengantisipasi dampak dari fenomena tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Selat Madura. Lokasi penelitian ini pada sisi utara berbatasan dengan Pulau Madura, sisi selatan berbatasan dengan Pulau Jawa, sisi barat adalah perairan Laut Jawa, dan sisi timur adalah Laut Bali seperti diperlihatkan pada Gambar 3.1 dengan koordinat 112,5°–114,5° BT dan 6,75°–7,75° LS. Pada penelitian ini dilakukan pembagian wilayah menjadi 3 stasiun yang tersaji dalam Tabel 3.1. Pembagian stasiun dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) terhadap variabilitas temperatur, salinitas dan, curah hujan di perairan Selat Madura.

Alat dan Bahan

Alat dalam penelitian ini terdiri dari beberapa perangkat lunak (*software*) dengan berbagai kegunaan mulai dari menentukan dan membuat peta lokasi penelitian, mengolah data hingga *layout* peta seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data Temperatur Permukaan Laut, Salinitas, dan, curah hujan, serta data anomali Indeks NINO 3.4 selama kurun waktu 12 tahun sejak Desember 2009 - November 2021 dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Selat Madura

Tabel 1. Alat Penelitian

No	Jenis Software	Fungsi
1	<i>Panoply</i>	Mengekstrak data dari format nc ke txt
2	<i>Microsoft Excel</i>	Mengolah data dan membuat grafik
3	<i>Arcgis</i>	Membuat <i>layout</i> peta lokasi penelitian

Tabel 2. Bahan Penelitian

No	Jenis Data	Sumber Data	Periode
1	Temperatur permukaan laut	https://marine.copernicus.eu/	2010-2021
2	Salinitas	https://marine.copernicus.eu/	2010-2021
3	Curah hujan	https://climate.copernicus.eu/	2010-2021
4	Indeks NINO 3.4	https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/Nino34/	2010-2021

Metode Pengolahan Data

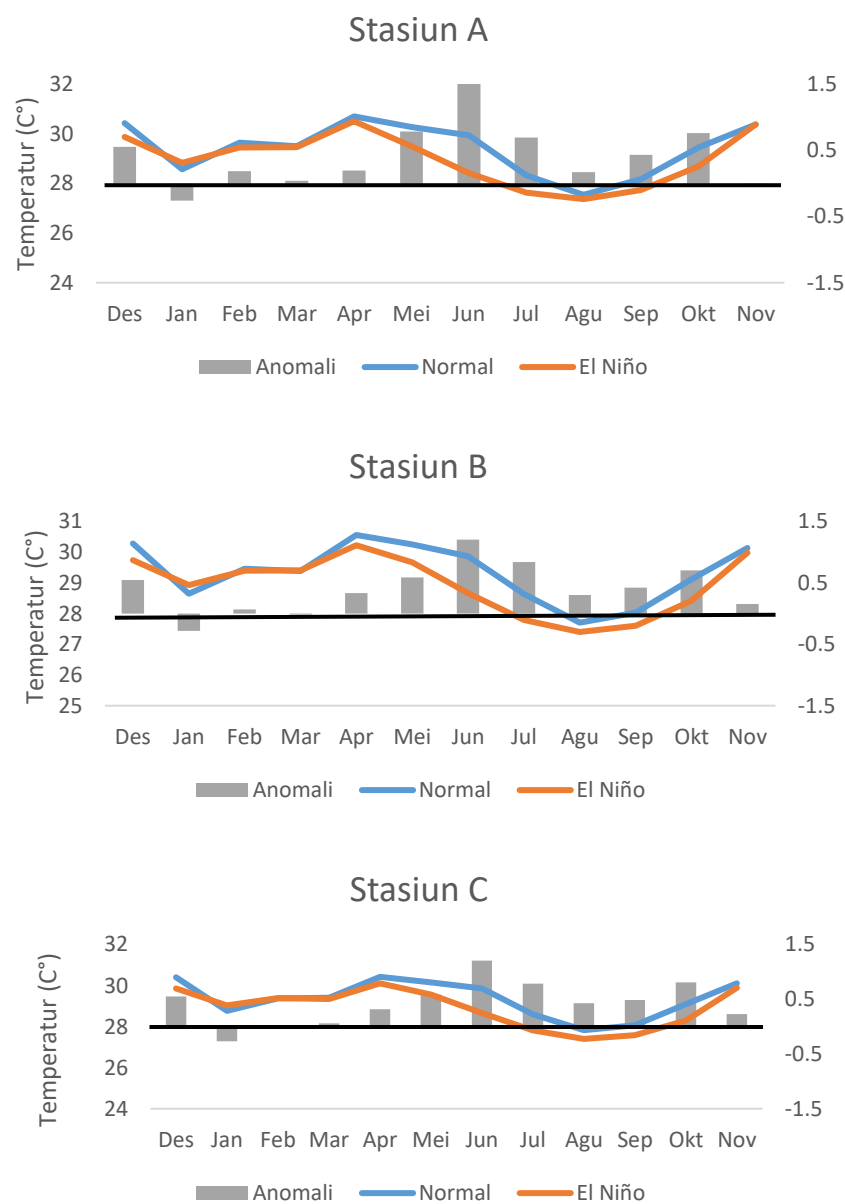
Pengolahan data ENSO dilakukan dengan mengidentifikasi grafik ENSO yang didapat dari pengelompokan data, untuk mengetahui intensitas indeks tersebut semakin kuat atau lemah dalam mendekati tahun yang mendatang. Data meteorologi dan oseanografi diunduh dari *website climate.copernicus* dan *marine.copernicus* berupa data yang diekstrak menggunakan *software Panoply*. Data presipitasi diubah satuannya kedalam satuan curah hujan (mm), data tersebut dikelompokkan berdasarkan tahun terjadinya fenomena ENSO dan dilakukan selisih perbandingan saat terjadi fase normal, *El Niño* dan *La Niña*. Data diolah dengan *software ArcGIS* untuk mendapatkan pola distribusi temperatur, salinitas, dan curah hujan. Pola distribusi temperatur, salinitas, dan curah hujan digolongkan menjadi 4 fase, yaitu fase *El Niño* kuat, fase *El Niño* lemah, fase *La Niña* kuat, fase *La Niña* lemah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Karakteristik Temperatur Permukaan Laut Musiman di Selat Madura Saat Kondisi Normal, *El Niño* kuat dan *La Niña* kuat

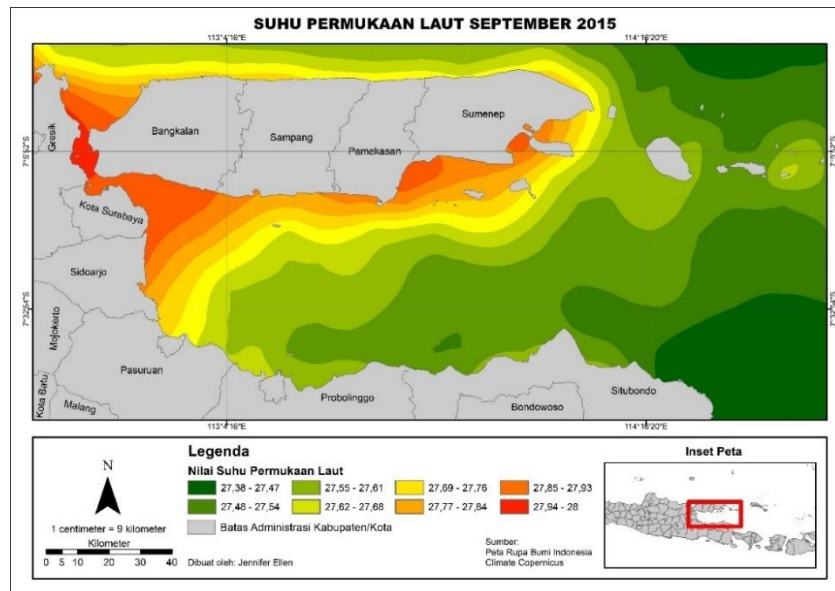
El Niño kuat terjadi tahun 2015, Gambar 6a menunjukkan fluktuasi temperatur pada saat normal dan saat kejadian *El Niño* di perairan barat Selat Madura. Berdasarkan Gambar 6a, nilai anomali saat normal dan kejadian *El Niño* cenderung mengarah positif. Menandakan bahwa pada kondisi *El Niño*, temperatur cenderung menurun dari normalnya. Kenaikan anomali temperatur tertinggi sebesar 1,523°C terjadi bulan Juni sedangkan bulan Januari bernilai -0,256 °C. Gambar 6b menunjukkan fluktuasi temperatur pada saat normal dan saat kejadian *El Niño* di perairan tengah Selat Madura. Berdasarkan Gambar 6b, nilai anomali bersifat positif menandakan temperatur mengalami penurunan pada saat terjadi *El Niño*. Nilai anomali positif tertinggi bernilai 1,205°C pada Juni. Pada gambar 6c fluktuasi temperatur pada saat normal dan saat kejadian *El Niño* di perairan timur Selat Madura. Berdasarkan Gambar 6c, nilai anomali bersifat positif dimana temperatur mengalami penurunan pada saat fenomena *El Niño* dari kondisi normal. Nilai anomali tertinggi bernilai 1,207°C terjadi pada bulan Juni. Berdasarkan dari hasil pengolahan data temperatur terlihat sebaran temperatur di perairan Selat Madura pada tahun 2015 berkisar antara 27.19– 30.97°C. Nilai rata-rata temperatur pada fenomena *El Niño* kuat yaitu 28.87°C, dengan nilai rata-rata temperatur tertinggi terjadi pada April (musim peralihan 1) sebesar 30.10°C, sedangkan nilai rata-rata temperatur terendah terjadi pada Agustus (musim timur) yaitu 27.41°C dapat dilihat pada Gambar 6.

Terjadi peningkatan temperatur permukaan laut dari musim barat menuju musim peralihan 1. Hal ini dikarenakan intensitas curah hujan mulai menurun sehingga energi sinar matahari menjadi lebih dominan. Gambar 7 menunjukkan *El Niño* pada September 2015 tampak terjadi penurunan nilai TPL di perairan sekitar Pulau Jawa termasuk Selat Madura dengan anomali TPL rendah - sedang. Anomali TPL yang rendah tersebut terjadi karena adanya penumpukan massa air hangat di Samudera Pasifik Bagian Timur dan Samudera Hindia Bagian Barat. Pergerakan angin yang kuat menyebabkan penurunan nilai TPL di Perairan Selat Madura, pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Rasyid (2010).



Gambar 6. Selisih temperatur saat kondisi normal dan pada saat fenomena *El Niño* kuat di Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C.

Berdasarkan Gambar 8a, nilai anomali saat normal dan kejadian *La Niña* menunjukkan bahwa nilai anomali cenderung negatif. Menandakan kondisi *La Niña*, temperatur cenderung meningkat dari normalnya. Penurunan anomali temperatur tertinggi sebesar $-1,512^{\circ}\text{C}$ pada bulan Maret sedangkan pada bulan Juni bernilai $0,852^{\circ}\text{C}$. Gambar 8b menunjukkan fluktuasi temperatur saat normal dan saat kejadian *La Niña* di perairan tengah Selat Madura. Berdasarkan Gambar 8b, nilai anomali bersifat negatif menandakan temperatur mengalami kenaikan saat terjadi fenomena *La Niña*. Nilai anomali negatif tertinggi bernilai $-1,376^{\circ}\text{C}$ pada Maret. Gambar 8c menjelaskan fluktuasi temperatur saat normal dan saat kejadian *La Niña* di perairan timur Selat Madura. Berdasarkan Gambar 8c, nilai anomali bersifat negatif sehingga diartikan temperatur mengalami kenaikan pada saat fenomena *La Niña* dari kondisi normal. Nilai anomali tertinggi bernilai $-1,160^{\circ}\text{C}$ terjadi pada bulan Maret.



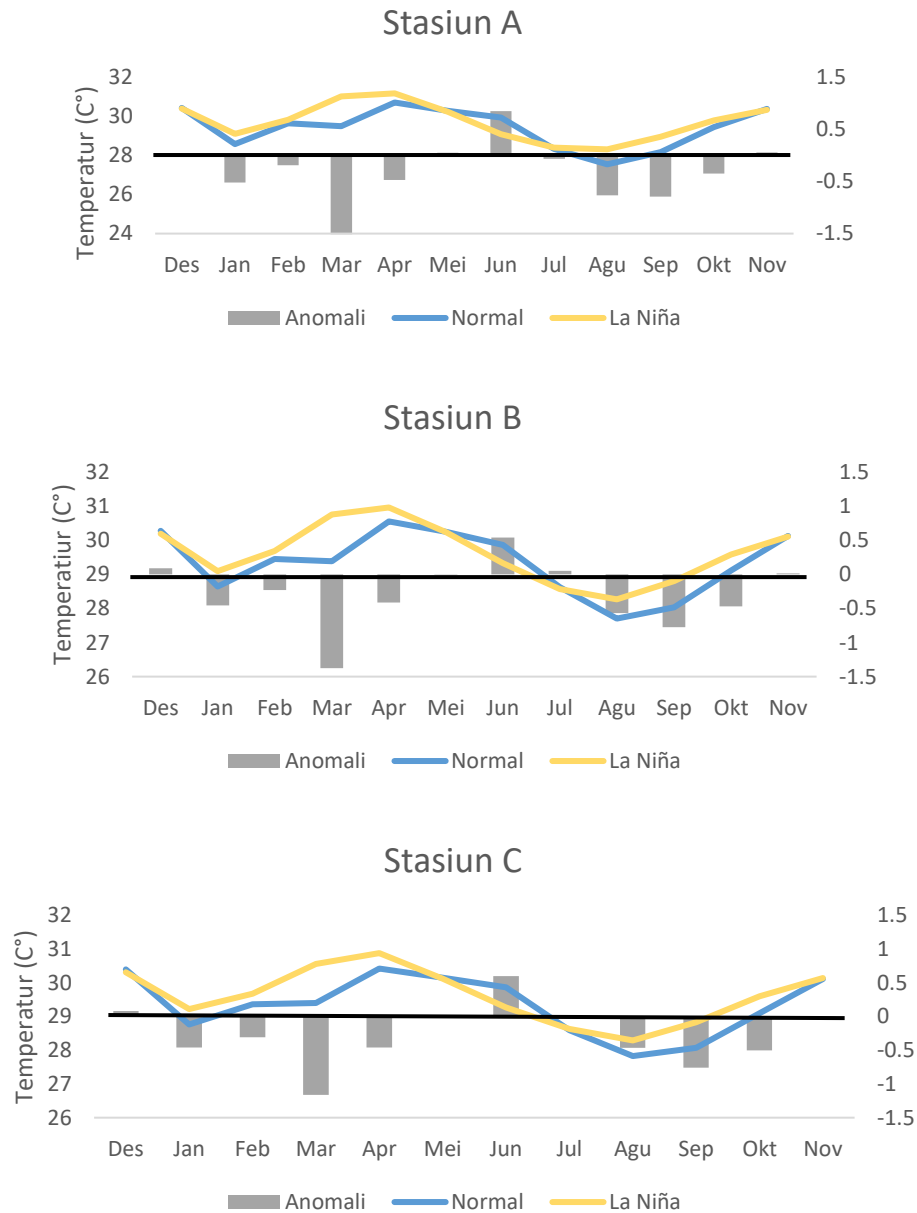
Gambar 7. Pola distribusi TPL saat El Niño kuat di Selat Madura

Sebaran temperatur di perairan Selat Madura berkisar $28.38-30.58^{\circ}\text{C}$. Pada Juni temperatur mengalami penurunan dari normalnya mencapai 28.38°C kemudian pada Agustus - April terjadi kenaikan temperatur mencapai 30.58°C . Pada Gambar 9 temperatur yang lebih tinggi berada pada perairan terbuka dan semakin rendah kearah perairan tertutup.

Perbandingan Karakteristik Curah hujan di Selat Madura Saat Kondisi Normal, El Niño kuat dan La Niña kuat

Gambar 10a menunjukkan fluktuasi curah hujan saat normal dan saat kejadian *El Niño* kuat di perairan barat Selat Madura. Berdasarkan Gambar 10a, nilai anomali saat

normal dan kejadian *El Niño* cenderung positif. Menandakan bahwa kondisi *El Niño*, curah hujan menurun dari normalnya. Kenaikan anomali curah hujan tertinggi sebesar 1,523 terjadi bulan Juni. Gambar 10b menunjukkan fluktuasi curah hujan saat normal dan kejadian *El Niño* di perairan tengah Selat Madura.

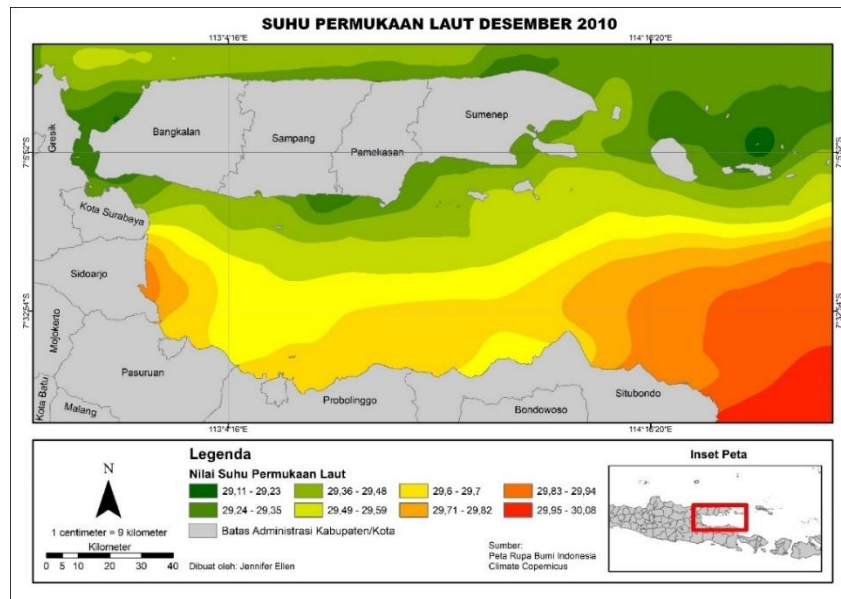


Gambar 8. Selisih temperatur saat kondisi normal dan pada saat fenomena *La Niña* kuat di Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C

Berdasarkan Gambar 10b, nilai anomali bersifat positif menandakan curah hujan mengalami penurunan saat terjadi *El Niño*. Nilai anomali positif tertinggi bernilai 8,546 pada Juli. Gambar 10c menjelaskan fluktuasi curah hujan saat normal dan saat *El Niño*.

Berdasarkan Gambar 10c, nilai anomali bersifat positif sehingga curah hujan mengalami penurunan saat *El Niño*. Nilai anomali tertinggi bernilai 9,908 terjadi bulan Juli.

Pada fase *El Niño* Kuat curah hujan mengalami penurunan yang signifikan dengan intensitas curah hujan mencapai 0 mm (tidak terjadi hujan). Pada Gambar 11, terlihat musim timur tidak terjadi hujan. Pada September 2015 nilai curah hujan mencapai 0.13 mm terjadi di pesisir utara Probolinggo.

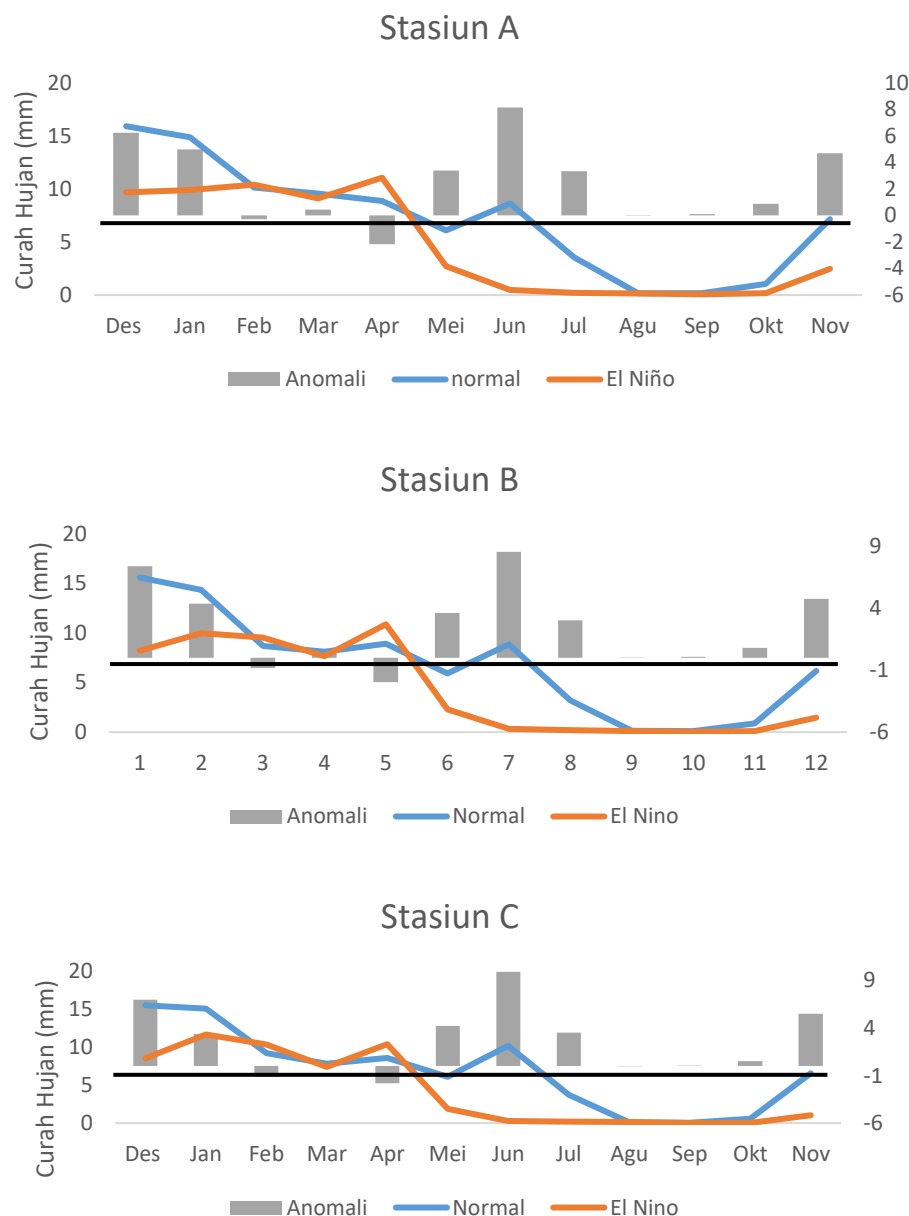


Gambar 9. Pola distribusi TPL saat La Niña kuat di Selat Madura

La Niña kuat

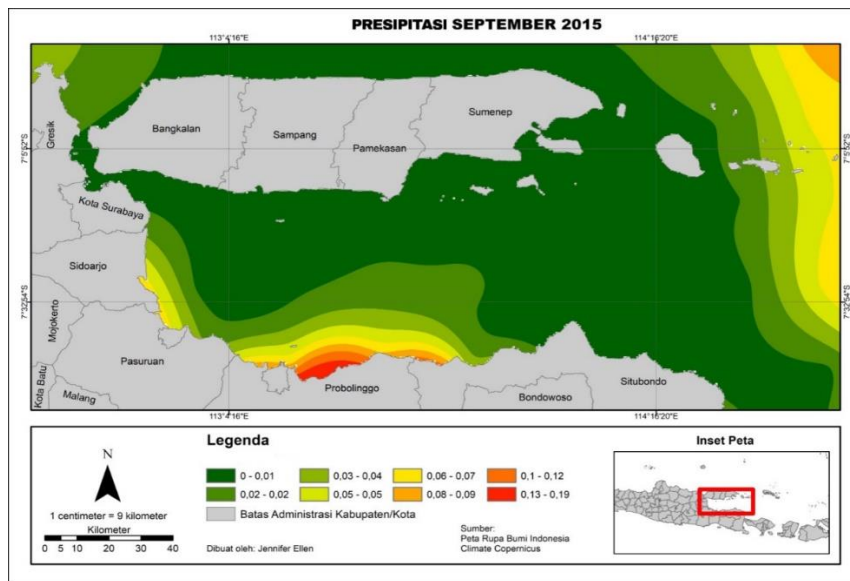
Gambar 12a menunjukkan fluktuasi curah hujan saat normal dan saat *La Niña* kuat. Berdasarkan Gambar 12a, nilai anomali saat normal dan kejadian *La Niña* menunjukkan bahwa nilai anomali bersifat negatif dan juga positif. Pada kondisi *La Niña*, curah hujan meningkat dari normalnya dan pada juli anomali curah hujan mencapai 4,470. Penurunan anomali temperatur tertinggi sebesar -6,670 terjadi pada bulan Oktober. Gambar 12b menunjukkan fluktuasi curah hujan pada saat normal dan saat kejadian *La Niña* di perairan tengah Selat Madura. Berdasarkan Gambar 12b, nilai anomali bersifat negatif menandakan curah hujan mengalami kenaikan pada saat terjadi fenomena *La Niña* dari normalnya. Nilai anomali negatif tertinggi bernilai -6,074 pada November. Gambar 12c menjelaskan bahwa fluktuasi curah hujan pada saat normal dan saat kejadian *La Niña*. Berdasarkan Gambar 12c, nilai anomali bersifat negatif sehingga diartikan curah hujan mengalami kenaikan pada saat fenomena *La Niña* dari kondisi normal. Nilai anomali tertinggi bernilai -5,418 terjadi pada bulan November.

Pada saat kondisi *La Niña*, temperatur muka laut di Pasifik Ekuator Timur lebih rendah dari pada kondisi normalnya. Sedangkan temperatur muka laut di wilayah Indonesia menjadi lebih hangat. Sehingga terjadi banyak konveksi dan mengakibatkan massa udara berkumpul di wilayah Indonesia, termasuk massa udara dari Pasifik Ekuator Timur. Hal tersebut menunjang pembentukan awan dan hujan. Sehingga fenomena *La Niña* sering mengakibatkan curah hujan jauh di atas normal yang bisa menimbulkan banjir dan tanah longsor serta angin kencang (Avia dkk., 2001 dalam Nabilah dkk., 2017).



Gambar 10. Selisih curah hujan saat kondisi normal dan pada saat fenomena *El Niño* kuat di Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C

Fase *La Niña* mengalami pendinginan yang menyebabkan intensitas curah hujannya lebih tinggi. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 12 fase *La Niña* Kuat menyebabkan hujan terus terjadi dari Januari hingga Desember dalam kategori hujan rendah hingga hujan tinggi dengan rata-rata curah hujan yaitu 10.11 mm. Dari hasil analisis pola sebaran curah hujan di wilayah Selat Madura, bahwa sebaran curah hujan di wilayah pesisir secara umum lebih tinggi dibanding daripada wilayah perairan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 13.



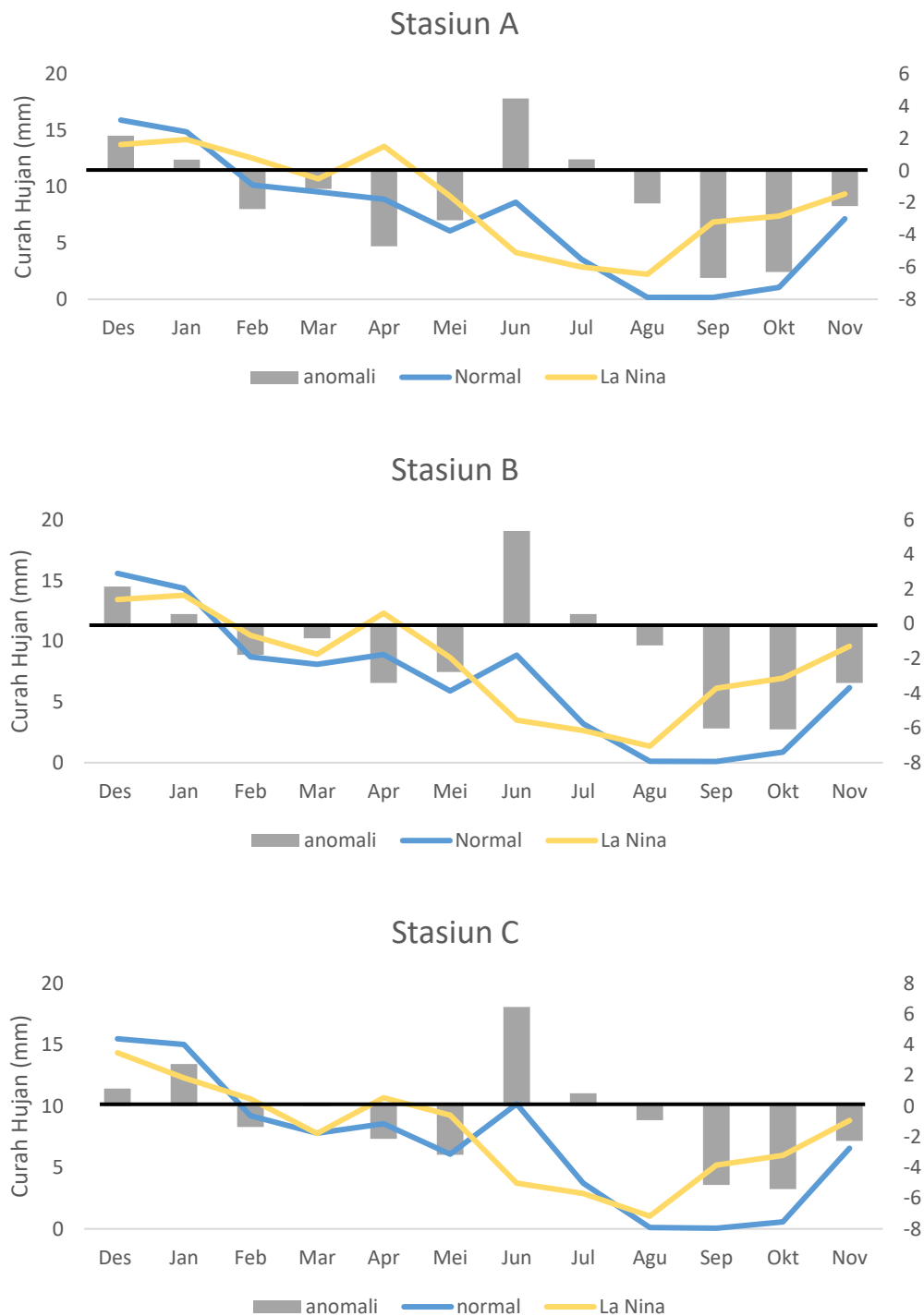
Gambar 11. Pola distribusi curah hujan saat El Niño kuat di Selat Madura

Perbandingan Karakteristik Salinitas Permukaan Laut di Selat Madura Saat Kondisi Normal, El Niño kuat dan La Niña kuat

El Niño kuat

Gambar 14a menunjukkan fluktuasi salinitas pada saat normal dan saat kejadian *El Niño* di perairan barat Selat Madura. Berdasarkan Gambar 14a, nilai anomali saat normal dan kejadian *El Niño* cenderung mengarah negatif. Menandakan bahwa pada kondisi *El Niño*, salinitas mengalami peningkatan dari normalnya. Kenaikan anomali salinitas tertinggi sebesar -1,129 terjadi pada bulan Agustus. Gambar 14b menunjukan fluktuasi salinitas pada saat normal dan saat kejadian *El Niño* di perairan tengah Selat Madura. Berdasarkan Gambar 14b, nilai anomali bersifat negatif menandakan salinitas mengalami kenaikan pada saat terjadi fenomena *El Niño* dari normalnya. Nilai anomali negatif tertinggi bernilai -0,865 pada Desember. Gambar 14c menjelaskan bahwa fluktuasi salinitas pada saat normal dan saat kejadian *El Niño* di perairan timur Selat Madura. Berdasarkan Gambar 14c, nilai anomali bersifat negatif sehingga diartikan

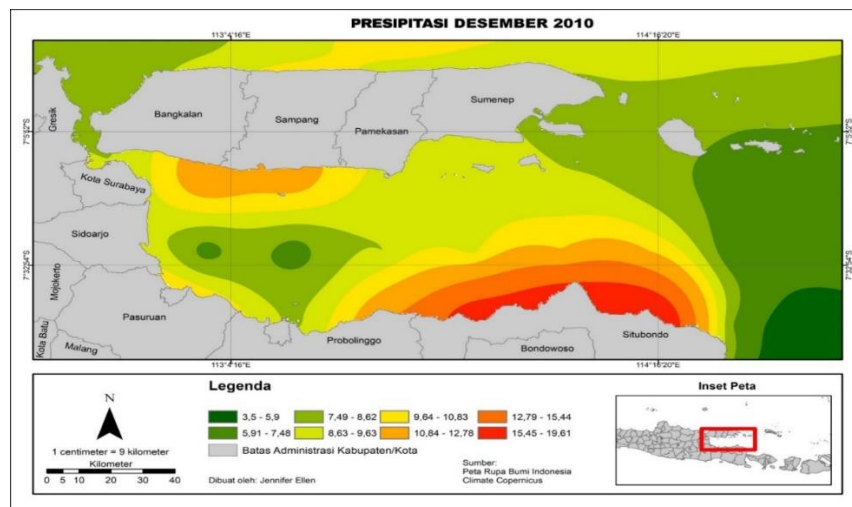
salinitas mengalami kenaikan pada saat fenomena *El Niño* dari kondisi normal. Nilai anomali tertinggi bernilai -80,832 terjadi pada bulan Desember.



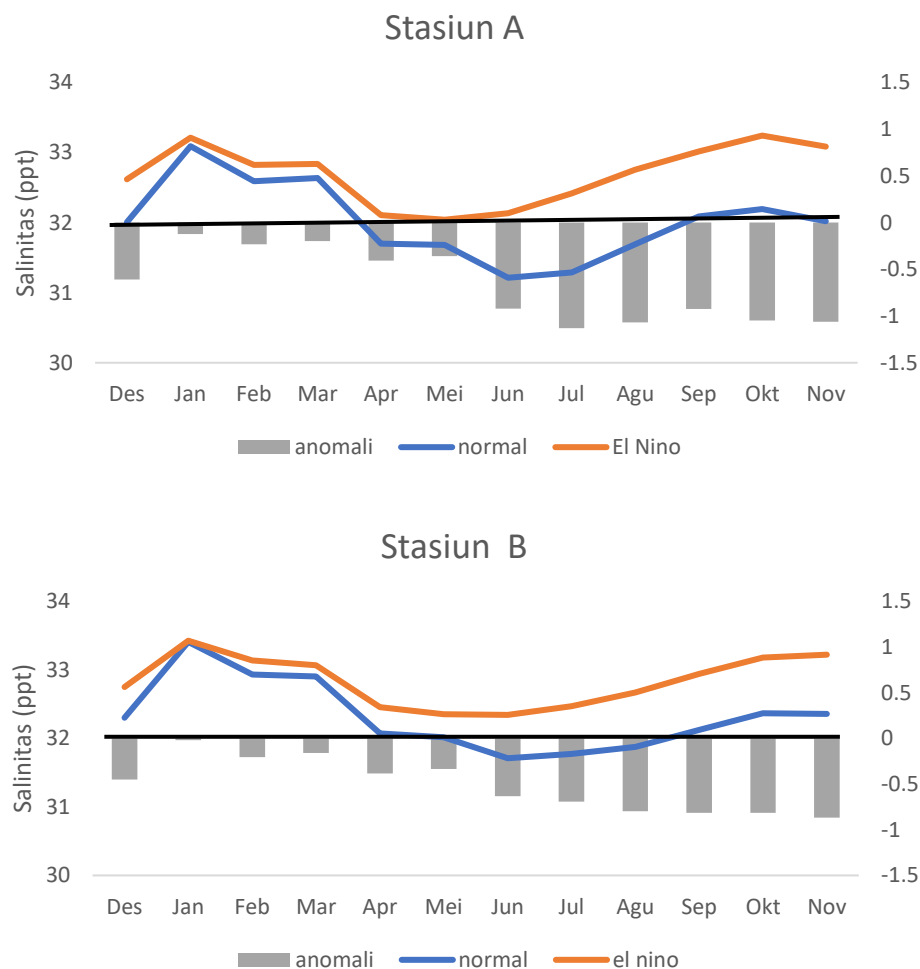
Gambar 12 Selisih curah hujan saat kondisi normal dan pada saat fenomena La Niña kuat di Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C

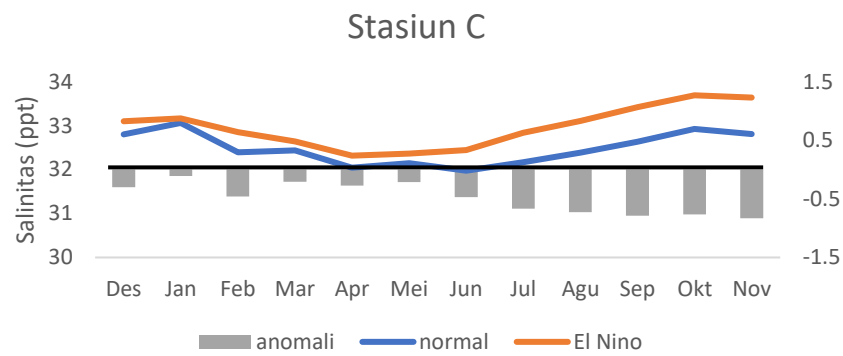
Berdasarkan dari hasil pengolahan data salinitas dapat dilihat pada Gambar 14 Sebaran salinitas di perairan Selat Madura pada saat terjadi fenomena *El Niño* kuat

mengalami fluktuatif, terlihat pada musim barat ke musim peralihan 1 mengalami penurunan, lalu terjadi kenaikan pada musim timur ke musim peralihan 2.

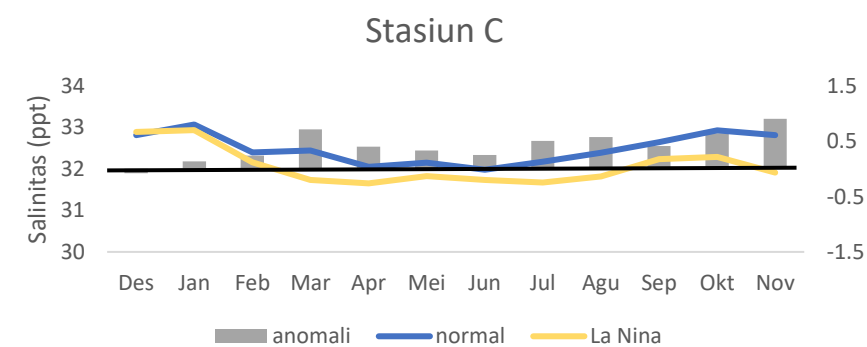
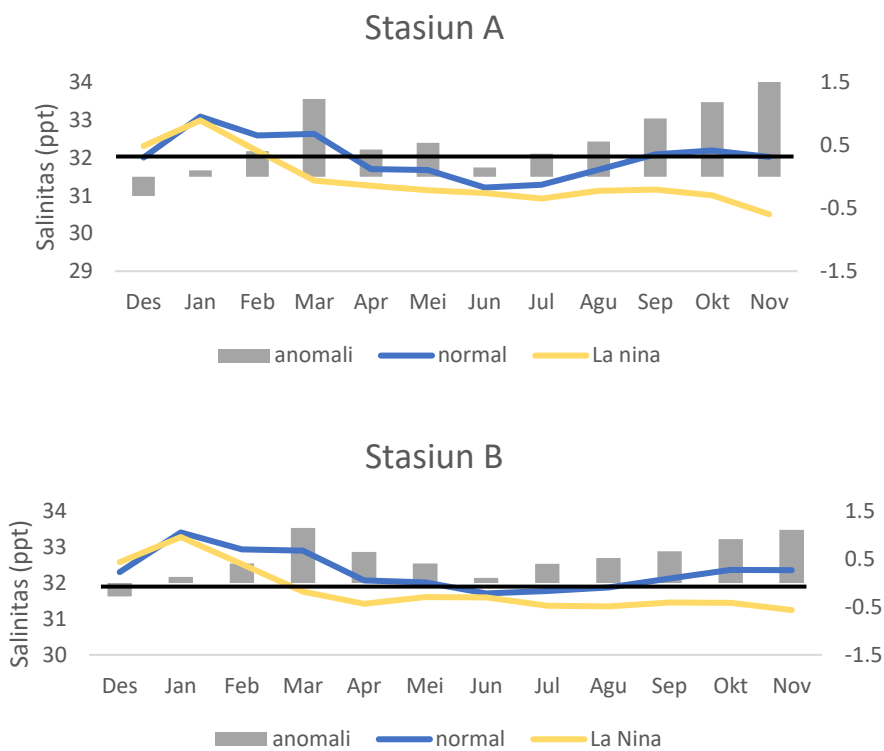


Gambar 13 Pola distribusi curah hujan saat La Niña kuat di Selat Madura





Gambar 14. Selisih salinitas saat kondisi normal dan pada saat fenomena El Nino kuat di Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C



Gambar 15. Selisih salinitas saat kondisi normal dan pada saat fenomena La Niña kuat di Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C

Variabilitas Salinitas dalam kondisi *El Niño* kuat pada perairan Selat Madura pada Gambar 15 menunjukkan bahwa pada September 2015 salinitas tertinggi berada pada perairan terbuka dan salinitas rendah terjadi pada perairan tertutup di pesisir Pasuruan, Surabaya dan Sidoarjo. Nilai salinitas pada musim peralihan 2 lebih tinggi dari musim-musim sebelumnya dengan kisaran 29.43 – 33.83 ppt. Nilai salinitas pada musim barat dan musim peralihan 2 memiliki nilai salinitas lebih tinggi dibandingkan dengan musim timur dan musim peralihan 1. Hal tersebut diduga dikarenakan pengaruh *El Niño* yang ditandai dengan penurunan intensitas curah hujan sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan salinitas air laut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yang meliputi Fenomena ENSO dalam 12 tahun (2010-2021) dalam periode 12 tahun ini, fenomena *El Niño* kuat teramati sebanyak sekali (2015), sedangkan *El Niño* lemah terjadi sebanyak tiga kali (2014, 2018, dan 2019). Disisi lain, anomali indeks NINO 3.4 mencapai nilai terendah pada tahun 2010 sebesar (-1,6°C) yang merupakan fase *La Niña* kuat. Fase *La Niña* dengan intensitas sedang terjadi sebanyak tiga kali (2011, 2020, dan 2021), sedangkan fase *La Niña* lemah terjadi sebanyak dua kali (2016 dan 2017).

Pada saat terjadi *El Niño* temperatur permukaan laut di Selat Madura menjadi lebih dingin dibandingkan saat *La Niña* dan normal. Pada saat *El Niño* musim kemarau lebih panjang yang terjadi pada Mei sampai November yang terjadi di Selat Madura. Pada saat *El Niño* nilai salinitas mengalami kenaikan dari normalnya dengan rata-rata 32,99 ppt, sedangkan pada saat fase *La Niña* temperatur permukaan laut lebih hangat mencapai 30,57°C dari rata-rata 29,11°C. Pada saat terjadi *La Niña* awal musim hujan datang lebih cepat dan mengalami musim hujan sepanjang tahun di Selat Madura, sedangkan salinitas pada saat kejadian *La Niña* mengalami penurunan namun mencapai 32,55 ppt.

REFERENSI

- Arisandi, R. C., Jumarang. M.I., Arriansyah. 2017. Variabilitas Temperatur dan Salinitas Perairan Selatan Jawa Timur. *Prisma Fis.* V. 131-137
- Martono dan T. Wardoyo. 2017. Impacts of El Niño 2015 and the Indian Ocean Dipole 2016 on Rainfall in the Pameungpeuk and Cilacap Regions. *Indonesian Journal of Spatial and Regional Analysis.* 31(2):184-195.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. PT. Penerbit Djambatan. Jakarta

- Rasyid, J. A. 2010. Distribusi Temperatur Permukaan Pada Musim Peralihan Barat-Timur Terkait Dengan Fishing Ground Ikan Pelagis Kecil di Perairan Spermonde. *Torani*: 20 (1): 1-7.
- Ratnawati, H. I., Hidayat, R., Bey, A., June, T., 2016. *Upwelling* di Laut Bnada dan Pesisir Selatan Jawa serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD. *Omni-Akuatika*. 12(3):119-130.
- Trenberth, K. E., J. M. Caron, D. P. Stepaniak dan S. Worley. 2002. The evolution of ENSO and global atmospheric surface temperatures, *J. Geophys. Res. Atmospheres* 107.D8.
- Trenberth, K.E. 1997. The Definition El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*. Volume 78. No 12. 2771-2777.