



ANALISIS SEA LEVEL VARIABILITY MENGGUNAKAN SATELIT SARAL ALTIKA DAN JASON

Hamidatul Aminah* , Eko Yuli Handoko , Yuwono

Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Surabaya, Indonesia

*Corresponding author, email: hamidatul.aminah15@mhs.geodesy.its.ac.id

ABSTRACTS

Altimetry satellite technology is used to regulate sea level. Observations are carried out every year to study the dynamics of sea level in the world. Sea level anomalies (SLA) in each region have different values and vary greatly. The main cause that increases from sea level is the thermal increase that increases from the mass of water from melting ice and glaciers on the surface of the earth. Therefore, this research aims to calculate the SLA from the SARAL / AltiKa satellite data and Jason's satellite series to study the variability of sea level in Indonesia's western sea, namely: the Java Sea, Karimata Strait and the South China Sea. From the research conducted, sea level rise obtained using SARAL / AltiKa satellite data in the range of -10 mm to 8 mm at a rate of decline of 0,459 mm / year. Meanwhile, Jason's series satellite data produces sea surface variations of around -2 mm to 11 mm at a rate of decline of 0,817 mm / year. From these two satellite observations, sea level decreases occur in the Java Sea, while in the Karimata Strait and parts of the South China Sea increasing sea level rise. In addition, this study uses research analysis to study the association of SLA data from SARAL / AltiKa and Jason satellite observations. The results of comparative analysis are very strong and in line with the estimated coefficient value of 0,9332.

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted/Received: 30 Maret 2021

First Revised: 15 April 2021

Accepted: 15 Mei 2021

First Available online: 30 Juni 2021

Publication Date: 01 Juli 2021

Keywords:

Altimetri, Jason, Perairan Indonesia, SARAL/AltiKa, Sea Level Anomaly, Trend

1. PENDAHULUAN

Sea level atau tinggi muka air laut merupakan salah satu indikator perubahan iklim (Ablain dkk 2016) yang akan memberikan dampak terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat di kawasan pesisir (Cazenave dkk 2014). Kenaikan muka air laut dapat mengakibatkan daerah pesisir akan terendam air, terjadinya banjir rob, erosi serta masuknya air laut ke aliran air permukaan dan akuifer (Nicholls dkk 2010). Salah satu kontributor utama dalam kenaikan muka air laut adalah ekspansi termal yang terjadi di lautan. Ekspansi termal dipengaruhi oleh panas massa air laut (ocean-heat content). Ketika laut menghangat, air laut akan memuai dan mengalami kenaikan sea level. Distribusi panas dalam massa air laut ini berbeda – beda dalam setiap regional (Church dkk 2010). Di kawasan samudera pasifik, terdapat sebuah kondisi normal yang berkaitan dengan pergerakan panas massa air laut dan pola angin di sekitar ekuator. Penyimpangan yang terjadi terhadap kondisi normal ini sering disebut fenomena El Nino Southern Oscillation (ENSO) (Church dkk 2010). ENSO mengakibatkan adanya variabilitas iklim di kawasan ekuator Samudera Pasifik, termasuk Indonesia. Selain itu, kondisi ENSO juga akan mempengaruhi perubahan kenaikan sea level (Mahmood 2004).

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, sea level telah mengalami peningkatan sejak pertengahan abad ke-19. Pada tahun 1993 – 2014, kenaikan muka air laut global (GMSL) berada pada rentang 3,2 – 3,4 mm/tahun. Angka tersebut menunjukkan kenaikan GMSL yang sangat signifikan dibandingkan satu dekade sebelumnya (Ablain dkk 2016). Perubahan kenaikan GMSL ini disebabkan oleh pemanasan global yang mengakibatkan terjadinya ekspansi termal di lautan. Hal ini juga mempengaruhi jumlah massa gletser dan bongkahan es di Greenland dan Antartika, serta tempat penyimpanan air di daratan. Faktor – faktor tersebut memperjelas alasan adanya perubahan yang signifikan terkait kenaikan muka air laut di Bumi.

Estimasi kenaikan sea level menjadi penting sebagai pemantauan secara berkala terhadap perubahan iklim global (Cazenave dkk 2004). Dalam prosesnya, terdapat dua metode umum yang digunakan untuk penentuan tinggi muka air laut. Pertama, pengamatan pasang-surut yang telah dilakukan sebelumnya selama dua hingga tiga abad. Kedua, pengamatan menggunakan satelit altimetri dimulai sejak tahun 1992 yang menghitung tinggi permukaan laut secara global pada ketinggian satelit (altitude) $\pm 66^\circ$ dengan interval waktu 10 hari.

Teknologi satelit altimetri digunakan untuk memahami oseanografi fisik (physical oceanography), teknologi ini telah menjadi komponen utama dalam pengamatan dinamika laut (Birol dkk 2015). Satelit altimetri dapat menyediakan data yang presisi, serta melakukan perhitungan resolusi tinggi terhadap permukaan laut dengan cakupan yang luas dalam waktu

DOI:

yang singkat (Ablain dkk 2016). Satelit ini diluncurkan oleh NASA (National Aeronautics and Space Administration) pertama kali pada Mei 1975 adalah GEOS-3, kemudian melakukan kolaborasi dengan CNES (Centre National d'Études Spatiales) untuk meluncurkan satelit TOPEX/Poseidon yang memiliki altimeter dual frekuensi, hingga peluncuran satelit Jason-series yang digunakan sampai saat ini (Chelton dkk 2001).

Selain satelit TOPEX/Poseidon dan Jason, terdapat SARAL/AltiKa yang merupakan satelit altimetri pertama yang menggunakan gelombang frekuensi tinggi Ka-band dalam pengamatan oseanografi (Verron dkk 2015). Altimeter Ka-band pada SARAL/AltiKa dapat menghilangkan efek ionosfer karena memiliki frekuensi tinggi (35,75 GHz) sehingga dapat menyediakan data altimetri yang lebih akurat serta resolusi yang lebih baik dibandingkan altimeter Ku-band (Biol dkk 2015).

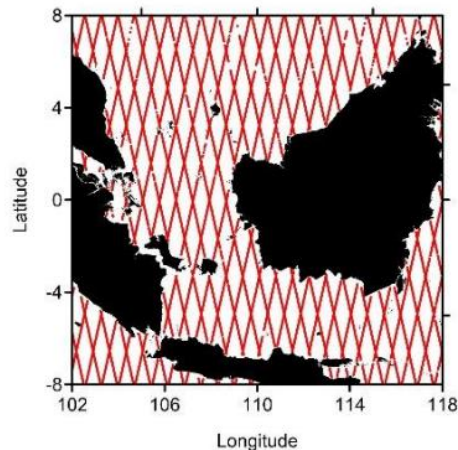
Di Indonesia, penentuan perubahan tinggi muka air laut menggunakan data pasang-surut terlalu rumit karena tidak stabilnya tinggi referensi dari perekaman pasang-surut (Fenoglio-Marc dkk 2012). Oleh karena itu, pengamatan menggunakan satelit dilakukan untuk mendapatkan dataset yang presisi dan berkelanjutan untuk pemantauan sea level (Chelton dkk 2001). Setelah dilakukan pengamatan, perairan Indonesia mengalami kenaikan sea level sebesar 2 – 4 mm/tahun pada periode 1993 – 2011 (Fenoglio-Marc dkk 2012). Selain itu, pengamatan juga dilakukan pada periode 1993 – 2015 dengan hasil kenaikan sebesar 2 – 7 mm/tahun (Handoko dkk 2017).

Sangat penting dilakukan pengamatan kenaikan muka air laut di Indonesia, karena negara ini termasuk salah satu negara kepulauan yang memiliki pulau sebanyak 17.504 pulau dengan luas perairan 6.315.222 km², dan panjang garis pantai 99.093 km. Selain memiliki pesisir yang luas, Indonesia dan kawasan pasifik merupakan daerah dengan tingkat curah hujan yang tinggi (Verron 2015). Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kenaikan permukaan laut serta variasinya dengan menggunakan data satelit altimetri SARAL/AltiKa pada tahun 2013 s.d 2018. Data tersebut juga akan dibandingkan dengan data altimetri Jason- 2/OSTM dan Jason-3. Komparasi data satelit tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan hasil variasi permukaan laut di Indonesia yang lebih baik.

2. METODE

2.1. Lokasi Penelitian

Studi lokasi yang akan diambil dalam penelitian terletak di Laut Jawa, Selat Karimata, dan sebagian Laut Cina Selatan dengan koordinat 8° LU sampai 8° LS dan 102° BT sampai 118° BT. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian dan Lintasan Satelit

Sumber: (RADS,2018)

Lokasi studi kasus terletak diantara Pulau Jawa, Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera. Gambar 1 juga menampilkan lintasan yang dilewati oleh satelit altimetri SARAL/AltiKa. Setiap satu cycle terdapat 1002 buah pass yang mengitari bumi, satu pass berupa titik – titik yang membentuk garis atau lintasan.

2.2. Data dan Peralatan

Adapun data yang digunakan antara lain:

- 1) Data SARAL/AltiKa tahun 2013 – 2018
- 2) Data RADS Jason 2 tahun 2008 – 2016
- 3) Data RADS Jason 3 tahun 2016 – 2018
- 4) Data Vektor Garis Pantai Indonesia

Sedangkan, peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas perangkat lunak, antara lain: Aplikasi Panoply, MATLAB, Program R, Grapher 8, dan Surfer 11.

2.3. Tahapan pelaksanaan

- 1) Pengolahan SLA

Tahapan pertama adalah pembacaan data RADS (.nc) menggunakan aplikasi MATLAB untuk menentukan parameter yang akan digunakan dalam perhitungan SLA serta koreksi yang dibutuhkan. (Wijaya, 2020; An, J. Y. 2019). SLA (*Sea Level Anomaly*) merupakan tinggi permukaan yang bereferensi terhadap bidang geoid atau MSS (*mean sea surface*) (Andersen dan Scharroo 2011). Dalam perhitungan SLA dibutuhkan nilai MSS dan SSH (*sea*

surface height). Untuk nilai SSH didapatkan dari parameter altitude serta beberapa model koreksi. Koreksi diperlukan untuk menghilangkan data – data outlayer karena gangguan saat perekaman data satelit. Perhitungan untuk mendapatkan nilai SLA menggunakan persamaan (1) berikut.

$$h_{SLA} = H - R_{obs} - \Sigma \Delta R_{Geo_{corr}} - h_{MSS} \quad (1)$$

Dimana H merupakan altitude atau tinggi satelit diatas ellipsoid (m), R_{obs} adalah jarak observasi (m), $\Sigma \Delta R_{Geo_{corr}}$ adalah jumlah koreksi geografis, jarak dan instrument (m), dan h_{MSS} adalah *mean sea surface* (m).

2) SLA rata – rata dan Gridding SLA

Proses gridding dilakukan setelah mendapatkan SLA terkoreksi.(Faridatunnisa, 2018). Dalam prosesnya dibutuhkan data lintang, bujur, dan SLA terkoreksi yang telah dikonversi dalam satuan millimeter (mm). Gridding SLA dilakukan menggunakan aplikasi Surfer dengan metode data metric (z=mean), metode ini cocok untuk data yang beraturan. Kemudian, ukuran grid disesuaikan dengan jarak antar lintasan satelit altimetri (*equatorial cross track*). Satelit SARAL/AltiKa memiliki jarak sebesar 75 km ($\pm 1^\circ$), sehingga ukuran grid yang digunakan adalah $1^\circ \times 1^\circ$. Sedangkan, jarak antar lintasan satelit Jason *series* adalah 315 km ($\pm 3^\circ$), maka ukuran grid yang digunakan adalah $3^\circ \times 3^\circ$.

3) *Time series Decomposition*

Dekomposisi merupakan suatu proses memisahkan time series menjadi beberapa komponen.(Yuni, 2015; Nisa, 2019) Proses ini memiliki dua model utama, yakni: multiplicative dan additive. Model multiplicative memisahkan time series menjadi 5 komponen, yakni: RAW data (Yt), cycle (Ct), seasonal (St), trend (Tt), dan remainder/random (Et) menggunakan persamaan (2). Model multiplicative ini sesuai digunakan untuk wilayah dengan cakupan yang luas (NCSS statistical software 2016).

$$Yt = St + Tt + Ct + Et \quad (2)$$

$$Yt = St + Tt + Et \quad (3)$$

Sedangkan persamaan (3) merupakan model additive. Model ini akan memisah *time series* menjadi 4 komponen, yakni: *RAW data* (Yt), *trend* (Tt), *seasonal* (St), dan *remainder/random* (Et). Model ini paling sering digunakan dalam *forecasting*. Salah satu perhitungan dekomposisi yang menggunakan model ini adalah *A Seasonal and Trend decomposition using Loess* (STL).

4) *Detrending* SLA

Proses *detrending* digunakan untuk menghilangkan nilai trend dari suatu data agar dapat fokus menganalisa data yang memiliki fluktuasi.(Handoko, 2018; Rafi, 2021). Dalam beberapa jenis analisis seperti analisis iklim dan analisis korelasi, menghilangkan data *trend*

DOI:

akan memberikan hasil yang lebih baik. Data hasil *detrending* akan menarik rata-rata data mendekati nol dan menghilangkan variasi yang berlebihan.

5) Korelasi data SLA

Perhitungan korelasi menggunakan persamaan (4) sebagai berikut.

$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

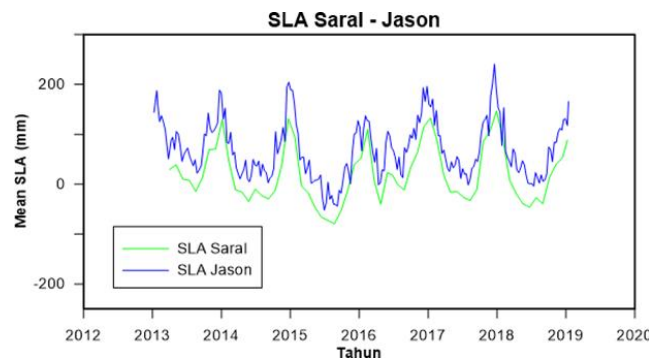
$$\text{Persamaan (2) merupakan perhitungan koefisien korelasi pearson } (\rho), \text{ dimana} \quad (4)$$

nilainya didapatkan dari kovarian (σ_{xy}) dan standar deviasi (σ_x/σ_y). Koefisien korelasi akan berada pada rentang $-1 \leq r \leq +1$. Nilai $r = -1$, menunjukkan bahwa korelasi negatif atau berlawanan. Sedangkan, nilai $r = +1$ menyatakan korelasi positif atau searah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengolahan SLA

Nilai rata-rata SLA pada setiap satelit ditampilkan pada Gambar 2. SLA dari data satelit Jason series ditunjukkan dengan warna biru, sedangkan data satelit SARAL/AltiKa ditunjukkan dengan warna hijau.



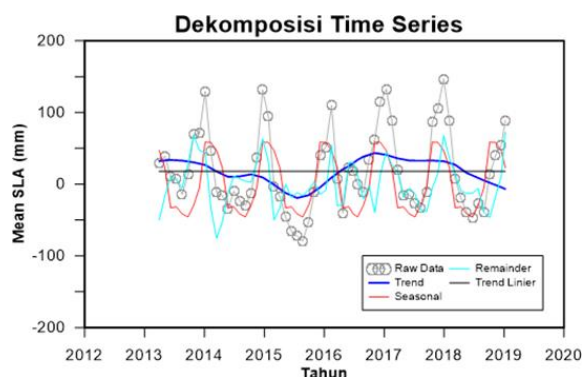
Gambar 2. SLA SARAL/AltiKa dan Jason series (2013 – 2018)

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat perbedaan yang signifikan antara data satelit SARAL/AltiKa dengan satelit Jason series. Nilai rata-rata SLA keseluruhan data satelit Jason series adalah 67,8118 mm. SLA tertinggi terjadi pada *cycle* 68 (Jason 3) sebesar 240,838 mm, sedangkan untuk nilai SLA terendah terletak pada *cycle* 256 (Jason 2) sebesar -51,993 mm. Kemudian, nilai rata-rata SLA keseluruhan data satelit SARAL/AltiKa adalah 19,1799 mm dengan SLA tertinggi terjadi pada *cycle* 51 sebesar 146,717 mm dan SLA terendah terdapat pada *cycle* 26 dengan nilai sebesar -79,128 mm.

3.2. Time Series Decomposition

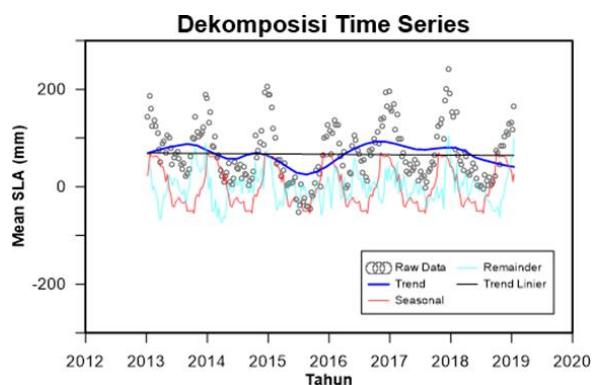
Gambar 3 menunjukkan gabungan dari grafik komponen – komponen dekomposisi pada data SARAL/AltiKa. Dari gambar tersebut, grafik *seasonal* (merah) memiliki pola yang selalu sama dan teratur. Kemudian, grafik *trend* menunjukkan pola yang mengalami kenaikan dan penurunan. Sedangkan, grafik *remainder/error* menunjukkan pola yang tidak beraturan. Data Satelit SARAL/AltiKa pada tahun 2013 – 2018 memiliki *error* pada rentang -75,638 mm sampai dengan 72,473 mm.



Gambar 3. Hasil Dekomposisi data SARAL/AltiKa

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Pola yang sama juga dapat dilihat pada Gambar 4. dimana data satelit Jason series pada tahun 2013 – 2018 memiliki nilai komponen error pada rentang -73,194 mm sampai dengan 104,337 mm.

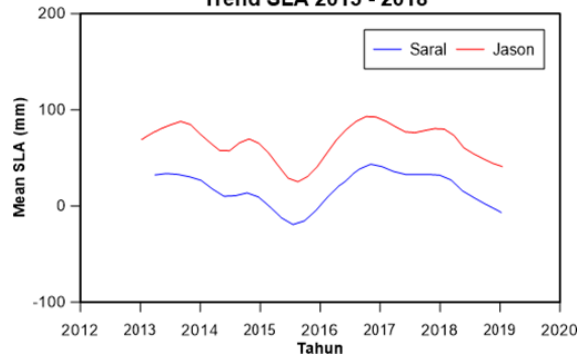


Gambar 4. Hasil Dekomposisi data Jason series

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

3.3. Trend and Detrending SLA

Proses dekomposisi data menghasilkan komponen *trend*, nilai *trend* menunjukkan pola naik dan turun. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5 yang menampilkan *trend* dari satelit SARAL/AltiKa dan Jason series.



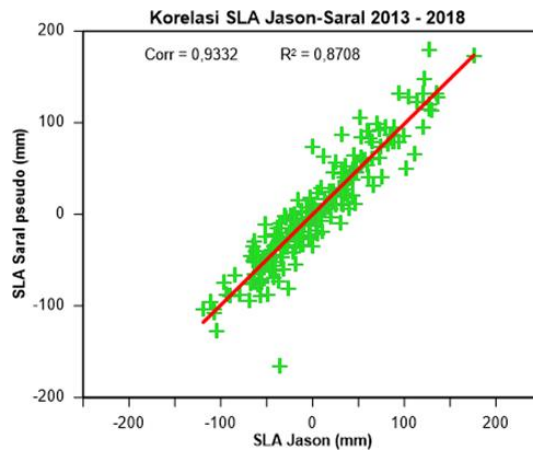
Gambar 5. Trend SLA SARAL/AltiKa dan Jason series

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Nilai *trend linier* yang didapatkan pada data SLA SARAL/AltiKa adalah $y = -0,4594x + 944,194$. Sedangkan, nilai *trend linier* untuk data Jason series adalah $y = -0,8173x + 1714,415$. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2013 - 2018, SLA di perairan Indonesia mengalami laju penurunan sebesar 0,459 mm/tahun (SARAL) dan 0,817 mm/tahun (Jason).

3.4. Korelasi SLA SARAL/ALtiKA dan Jason

Pada proses korelasi, nilai *trend* harus dihilangkan karena menyebabkan data menjadi non-stationer atau tidak konstan. Sehingga perlu dihitung nilai *trend linier* pada masing-masing data satelit yang akan dikorelasikan. Setelah mendapatkan nilai *trend linier*, maka dilakukan proses *detrending* terhadap data SLA. Nilai detren SLA didapat dari pengurangan nilai *trend linier* pada RAW Data.



Gambar 6. Korelasi SLA SARAL/AltiKa pseudo cycle dan SLA Jason series

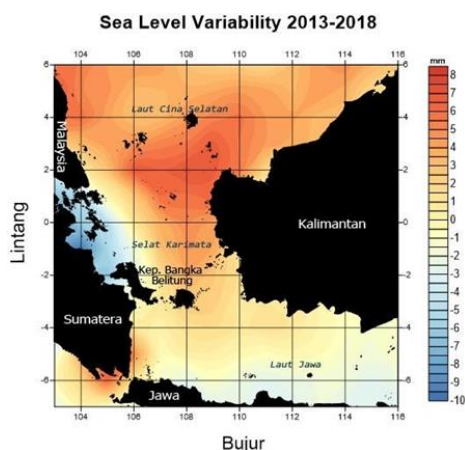
Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Berdasarkan Gambar 6, nilai koefisien korelasi yang didapatkan adalah 0,9332. Hal ini menunjukkan bahwa derajat hubungan antara data pengamatan SLA menggunakan SARAL/AltiKa dan Jason series di Laut Jawa, Selat Karimata, dan sebagian Laut Cina Selatan tergolong tinggi/kuat. Selain itu, nilai koefisien korelasi yang positif menunjukkan bahwa

hubungan antar data SLA kedua satelit tersebut berbanding lurus/searah.

3.5. Variasi Permukaan Laut

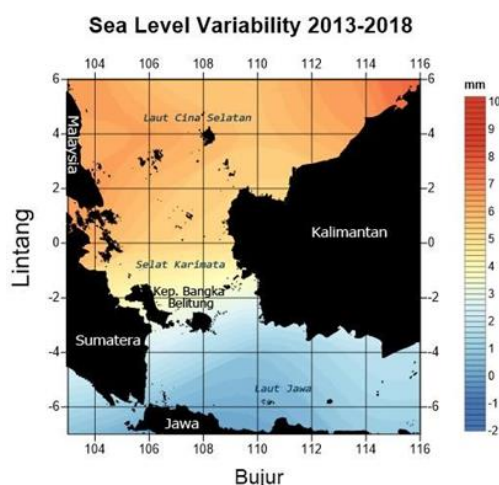
Penggambaran secara spasial variasi permukaan laut dilakukan menggunakan surfer melalui proses gridding. Gambar 7. menunjukkan bahwa pada tahun 2013 – 2018 permukaan laut mengalami kenaikan di daerah Selat Karimata dan Laut Cina Selatan. Sedangkan pada perairan Laut Jawa dan Selat Malaka mengalami penurunan SLA. Berdasarkan hasil gridding trend, SLA dari satelit SARAL/AltiKa memiliki nilai pada rentang -10 mm sampai 8 mm.



Gambar 7. Persebaran data SLA menggunakan satelit SARAL/AltiKa

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Sedangkan pada Gambar 8, gridding data SLA Jason menunjukkan bahwa pada tahun 2013 – 2018 permukaan laut mengalami kenaikan di daerah sebagian Selat Karimata, Selat Malaka dan Laut Cina Selatan. Sedangkan pada perairan Laut Jawa dan Selat Sunda mengalami penurunan SLA. Hasil gridding *trend* pada data satelit Jason series. Nilai *trend* SLA berada pada rentang -2 mm hingga 11 mm



Gambar 8. Persebaran data SLA menggunakan satelit Jason series

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

4. KESIMPULAN

Kenaikan permukaan laut yang didapatkan menggunakan data satelit SARAL/AltiKa berada pada rentang -10 mm sampai 8 mm dengan dengan laju penurunan SLA sebesar 0,459 mm/tahun. Sedangkan, data satelit Jason series menghasilkan variasi kenaikan permukaan laut pada rentang -2 mm hingga 11 mm dengan laju penurunan SLA sebesar 0,817 mm/tahun. Nilai koefisien korelasi antara SLA SARAL/AltiKa dengan SLA Jason series sebesar 0,9332. Nilai ini menunjukkan derajathubungan antar SLA dan MEI sangat kuat dan searah. Variasi Trend SLA pada data SARAL/AltiKapseudo cycle menunjukkan bahwa pada tahun 2013 – 2018, SLA naik di daerah Laut Cina Selatandan Selat Karimata. Sedangkan SLA turun di daerah Selat Malaka dan Laut Jawa. Untuk Variasi Trend SLA pada data Jason mengalami kenaikan di Selat Karimata dan Laut Cina Selatan. Sedangkan Penurunan terjadi di Laut Jawa.

REFERENSI

- Ablain, M., Legeais, J. F., Prandi, P., Marcos, M., Fenoglio-Marc, L., Dieng, H. B., ... & Cazenave, A. (2017). Satellite altimetry-based sea level at global and regional scales. In *Integrative study of the mean sea level and its components* (pp. 9-33). Cham: Springer International Publishing.
- Andersen, O. B., & Scharroo, R. (2011). Range and geophysical corrections in coastal regions: and implications for mean sea surface determination. *Coastal altimetry*, 103-145.
- An, J. Y., Unsorfer, K. M., & Weinreb, J. C. (2019). BI-RADS, C-RADS, CAD-RADS, LI-RADS, Lung-RADS, NI-RADS, O-RADS, PI-RADS, TI-RADS: Reporting and data systems. *Radiographics*, 39(5), 1435-1436.
- Birol, F., & Niño, F. (2015). Ku–and Ka-band altimeter data in the Northwestern Mediterranean Sea: impact on the observation of the coastal ocean variability. *Marine Geodesy*, 38(sup1), 313-327.
- Cazenave, A., Henry, O., Munier, S., Delcroix, T., Gordon, A. L., Meyssignac, B., ... & Becker, M. (2012). Estimating ENSO influence on the global mean sea level, 1993–2010. *Marine Geodesy*, 35(sup1), 82-97.
- Cazenave, A., & Nerem, R. S. (2004). Present-day sea level change: Observations and causes. *Reviews of Geophysics*, 42(3).
- Chelton, D. B., Ries, J. C., Haines, B. J., Fu, L. L., & Callahan, P. S. (2001). Satellite altimetry. In *International geophysics* (Vol. 69, pp. 1-ii).

- Church, J. A., White, N. J., & Hunter, J. R. (2006). Sea-level rise at tropical Pacific and Indian Ocean islands. *Global and Planetary Change*, 53(3), 155-168.
- Church, J., Wilson, S., Woodworth, P., & Aarup, T. (2007). Understanding sea level rise and variability. *EOS*. 88(4), 37-46
- Faridatunnisa, M. (2018). Utilization of Tide Observation and Satellite Altimetry Data for Detecting Land Vertical Movement. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 1(2).104-112
- Fenoglio-Marc, L., Schöne, T., Illigner, J., Becker, M., Manurung, P., & Khafid. (2012). Sea level change and vertical motion from satellite altimetry, tide gauges and GPS in the Indonesian region. *Marine Geodesy*, 35 (sup1), 137-150.
- Handoko, E. Y., Fernandes, M. J., & Lázaro, C. (2017). Assessment of altimetric range and geophysical corrections and mean sea surface models—impacts on sea level variability around the Indonesian seas. *Remote Sensing*, 9(2), 102.
- Handoko, E. Y., Yuwono, Y., Ariani, R., & Filaili, R. B. (2018). Korelasi multivariate El Niño Southern Oscillator Index dan variasi permukaan laut di Perairan Indonesia. *Geoid*, 14(1), 1-5.
- Mahmood, A., Tariq M.A.K., dan Nadeem F. (2004). Correlation between multivariate ENSO Index (MEI) and Pakistan's Summer Rainfall. *Pakistan Journal of Meteorology*, 53 – 64.
- Nicholls, R. J., & Cazenave, A. (2010). Sea-level rise and its impact on coastal zones. *science*, 328(5985), 1517-1520.
- Nisa, T. C., Siregar, R. R. A., & Suliyanti, W. N. (2019). Estimasi daya beban listrik pada gardu induk cengkareng dengan menggunakan metode time series model dekomposisi. *Jurnal Teknologia*, 1(2).114-133
- Rafi, M., Wahyuni, W. T., Arif, Z., & Heryanto, R. (2021). Autentikasi kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) menggunakan kombinasi spektrum ultraviolet-tampak dan partial least square regression. *Indonesian Journal of Chemometrics and Pharmaceutical Analysis*, 1(2), 93-101.
- Yuni, S., Talakua, M. W., & Lesnussa, Y. A. (2015). Peramalan jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Pattimura Ambon menggunakan metode dekomposisi. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 9(1), 41-50.

- Verron, J., Sengenès, P., Lambin, J., Noubel, J., Steunou, N., Guillot, A., ... & Gupta, P. K. (2015). The SARAL/AltiKa altimetry satellite mission. *Marine Geodesy*, 38(sup1), 2-21.
- Wijaya, Y. D. (2020). Penerapan metode rapid application development (RAD) dalam pengembangan sistem informasi data toko. *Jurnal SITECH: Sistem Informasi dan Teknologi*, 3(2), 95-102.