

ANALISIS TREN PERUBAHAN MUKA LAUT DI PERAIRAN JAKARTA-BANTEN MENGGUNAKAN DATA HASIL PENGAMATAN SATELIT ALTIMETRI JASON 3 TAHUN 2016–2022

MUHAMMAD DIKA SADZILI¹, NI MADE RAI RATIH C.P²

1. Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: sadzilidika@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Diperoleh informasi bahwa di daerah Muara Baru, Penjaringan, Jakarta permukaan air laut lebih tinggi 1,5 meter dibandingkan daratan. Untuk mengetahui kemungkinan terjadinya perubahan muka air yang signifikan penting untuk dilakukan penelitian dengan data memiliki rentang waktu yang cukup panjang. Salah satu satelit yang mempunyai peran dalam pengamatan perubahan muka laut adalah satelit altimetri Jason-3 yang dapat menyediakan data secara kontinu. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis tren perubahan muka laut di perairan Jakarta-Banten menggunakan data hasil pengamatan satelit altimetri Jason 3 tahun 2016-2022. Titik sampel diambil pada lintasan satelit yang terdekat dengan Jakarta- Banten. Analisis kuantitatif perubahan muka laut menggunakan data *sea level anomaly* (SLA) sepanjang enam tahun. Model SLA dibangun menggunakan analisis harmonis kuadrat terkecil. Filtering SLA nonharmonis dari data SLA menggunakan *detiding*. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa tren perubahan muka laut didominasi oleh unsur harmonis, didapatkan model SLA hasil analisis harmonis parsial menggunakan gelombang MN , S_a , S_{sa} , MS_m , M_m dengan koefisien korelasi $r = 0,86$ dan *range* sebesar 0,184 meter. SLA nonharmonis hasil *detiding* model SLA dari data berpola acak dan tidak ditemukan tren.

Kata kunci: perubahan muka laut, model SLA, SLA nonharmonis

ABSTRACT

There was shared fact that in the area of Muara Baru, Penjaringan, Jakarta, the sea level was 1.5 meters higher than the mainland. To recognize the possibility of a significant change in water level, it was significative to enforce research with a quite long time data. One of the satellites that had a role in observing sea level changes was the Jason-3 altimetry satellite which could provide continuous data. This research was leaded to analyze trends in sea level change in Jakarta-Banten Waters using data from Jason 3 altimetry satellite from 2016 to 2022. The sample point was taken on the satellite track closest to Jakarta-Banten. Quantitative analysis of sea level changes using sea level anomaly (SLA) data for six years. The SLA model was built using least squares harmonic analysis. Non-harmonic SLA filtered from SLA data using detiding. The results of this research was that the trend of sea level change was dominated by harmonic elements. The SLA model obtained from partial harmonic analysis using MN , S_a , S_{sa} , MS_m , M_m constituents with a correlation coefficient of $r = 0.86$ and a range of 0.184 meters. Non-harmonic SLA resulted by detiding the SLA model from SLA data had a random pattern and no trend was found.

Keywords: sea level change, SLA model, non-harmonic SLA

1. PENDAHULUAN

Hampir semua kota besar di Indonesia, yaitu 75% berada di wilayah pesisir, yang berfungsi menjadi lokasi pemukiman, perdagangan, perhubungan, pengembangan industri dan berbagai sektor lainnya, bahkan 80% dari lokasi industri di Indonesia juga terdapat di wilayah pesisir. Saat ini telah banyak pembangunan sektoral, regional, swasta dan masyarakat mengambil tempat di kawasan pesisir, seperti reklamasi pantai baik untuk sektor perikanan, pariwisata, maupun pengerukan untuk pertambangan lepas pantai, dan pembangunan untuk menunjang sarana perhubungan. Berkembangnya berbagai kepentingan tersebut membuat wilayah pesisir menyangga beban lingkungan yang berat akibat pemanfaatan yang tak terkendali, tidak teratur, serta tidak mempertimbangkan penggunaan teknologi yang ramah lingkungan. Ini diperberat oleh kenyataan bahwa wilayah pesisir rentan terhadap perubahan lingkungan dan bencana alam karena pengaruh besar dari daratan dan lautan seperti kenaikan muka laut. Itulah yang dialami oleh wilayah Jakarta-Banten, tentunya memiliki peran yang sangat vital bagi pembangunan Indonesia, namun pada kenyataan kondisi saat ini pembangunan wilayah Jakarta-Banten tidak terkendali lagi bahkan kurang memperhatikan kondisi lingkungan. Hal itu juga yang menjadikan wilayah Jakarta-Banten merupakan wilayah yang berisiko terkena dampak kenaikan muka laut. Bahaya kenaikan muka laut di Jakarta-Banten saat ini sudah semakin dirasakan dampaknya. Hal itu dapat dilihat dengan kondisi lingkungan yang semakin rusak ditambah dengan pembangunan di kawasan pesisir yang tidak terkendali dan kurang memperhatikan daya dukung lingkungan serta tidak mempertimbangkan penggunaan teknologi yang ramah lingkungan (Pratiwi, 2011).

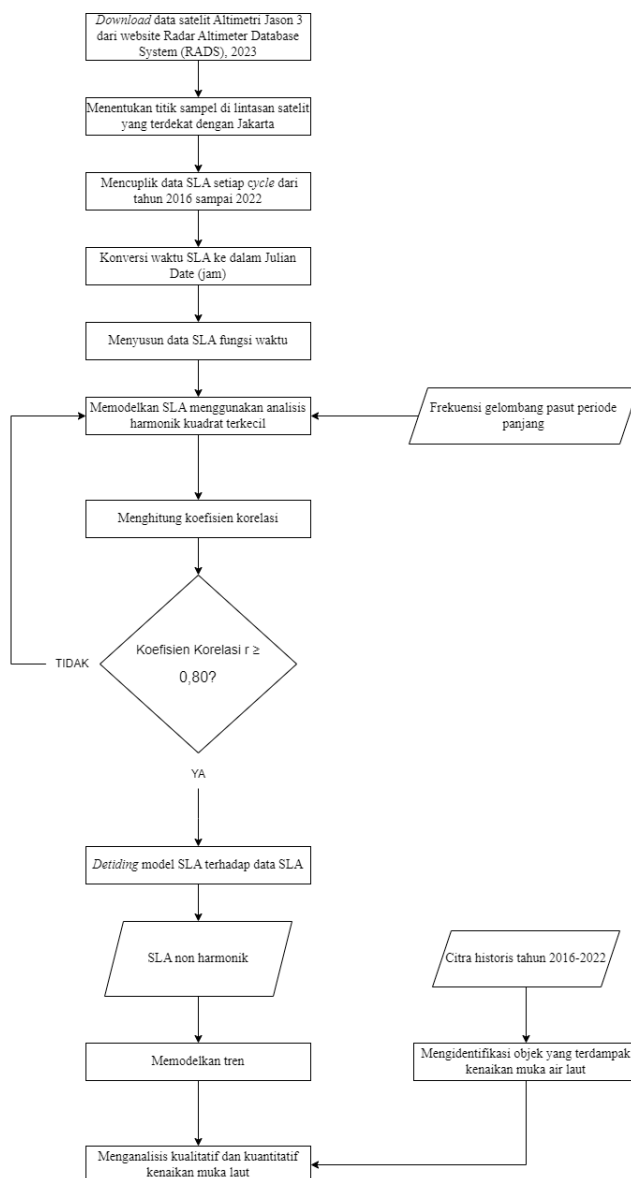
Khasanah (2017) melakukan penelitian untuk mengetahui kualitas data satelit altimetri Jason-2 di perairan Sumatera Barat dan teridentifikasinya nilai kenaikan muka laut perairan Sumatera Barat berdasarkan data satelit altimetri Jason-2. Marpaung dan Harsanugrah (2017) melakukan penelitian untuk mengetahui karakter anomali tinggi muka laut di perairan selatan dan laut utara Pulau Jawa. Handoko dkk. (2019) menganalisis fenomena ENSO di perairan Indonesia menggunakan data altimetri Topex/Poseidon dan Jason series tahun 1993–2018. Anjasmara dan Hartikasari (2019) menganalisis lokasi persebaran ikan di laut selatan Pulau Jawa dengan memanfaatkan data satelit altimetri. Sulaiha dkk. (2020) melakukan studi variasi permukaan Laut Jawa dan Laut Cina Selatan tahun 2002–2019 menggunakan data altimetri Jason series. Anjasmara dan Hartikasari (2019) pemrosesan data satelit altimetri dan *tide gauge* untuk pengamatan *sea level change* di Indonesia studi kasus Samudra Indonesia. Anjasmara dan Hartikasari (2019) analisis *sea level rise* dari data satelit altimetri Topex/Poseidon dan data *sea surface temperature* menggunakan *software* BRAT 2.0.0 studi kasus perairan Indonesia. Naibaho dan Handoko (2022) melakukan analisis kenaikan muka air laut terhadap El-Niño *southern oscillation* (ENSO) di Laut Jawa menggunakan data satelit altimetri Cryosat-2. Richasari dan Handoko (2021) melakukan analisis pemodelan arus geostropik di perairan Indonesia menggunakan data satelit altimetri.

Untuk itu perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk mempelajari fenomena perubahan muka laut di Jakarta-Banten. Dengan berkembangnya teknologi satelit kini perubahan muka laut dapat diteliti salah satunya dengan menggunakan satelit altimetri. Pada wilayah perairan yang sangat luas maka penggunaan teknologi satelit altimetri ini dapat menjadi salah satu alternatif yang tepat untuk mengamati fenomena perubahan muka laut secara efektif dan efisien. Salah satu satelit yang mempunyai peran dalam pengamatan perubahan muka laut adalah satelit altimetri

Jason-3. Dengan melalui penggunaan data satelit altimetri Jason-3 diharapkan mampu untuk mengetahui fenomena perubahan muka laut di perairan Jakarta-Banten pada periode tahun 2016–2022. Untuk hasil akhir dari perhitungan perubahan muka laut dalam bentuk tren untuk mengetahui perubahan muka laut di perairan Jakarta-Banten.

2. METODOLOGI PENELITIAN

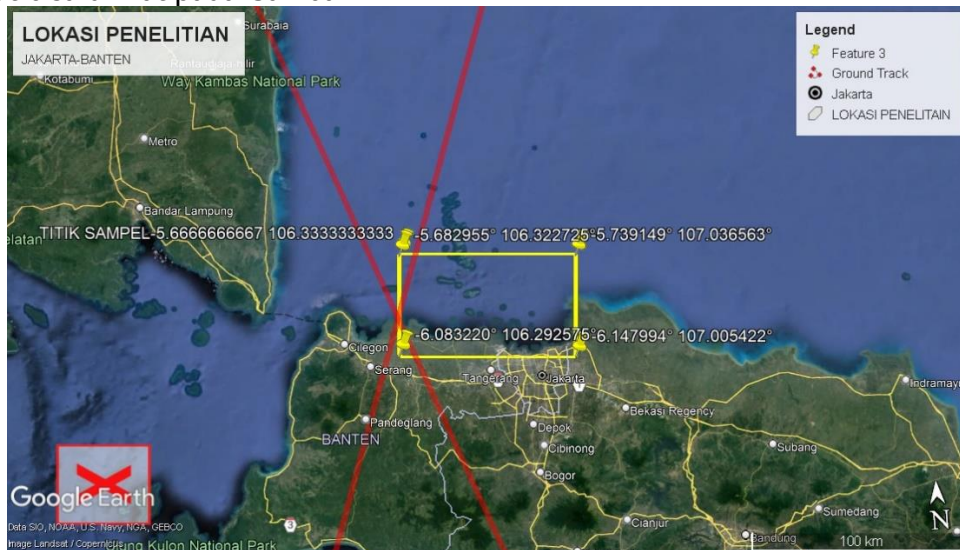
Metodologi penelitian yang digunakan pada Analisis Tren Perubahan Muka Laut di Perairan Jakarta-Banten Menggunakan Data Hasil Pengamatan Satelit Altimetri Jason 3 Tahun 2016–2022 dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di wilayah perairan Jakarta-Banten yang terletak pada koordinat $5^{\circ} 40' 0,00''$ LS dan $106^{\circ} 20' 00,00''$ BT. Titik pengamatan ditempatkan pada jalur lintasan satelit Jason-3 yang melewati perairan Jakarta Banten. Dengan keterangan garis merah

merupakan lintasan satelit dan garis kuning merupakan area penelitian. Titik pengamatan tersebut bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Tabel 1. Data yang Digunakan

No	Data	Keterangan	Sumber
1	SLA	Format .nc	Radar Altimeter Database System (RADS) (2023)
2	Gelombang pasut periode panjang	Frekuensi dalam derajat per jam	Lisitzin, E. (1974). Sea-Level Changes. Netherlands: Elsevier Science.
3	Citra historis Google Earth Pro	Tahun 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 dan 2022	Google Earth Pro (2023)

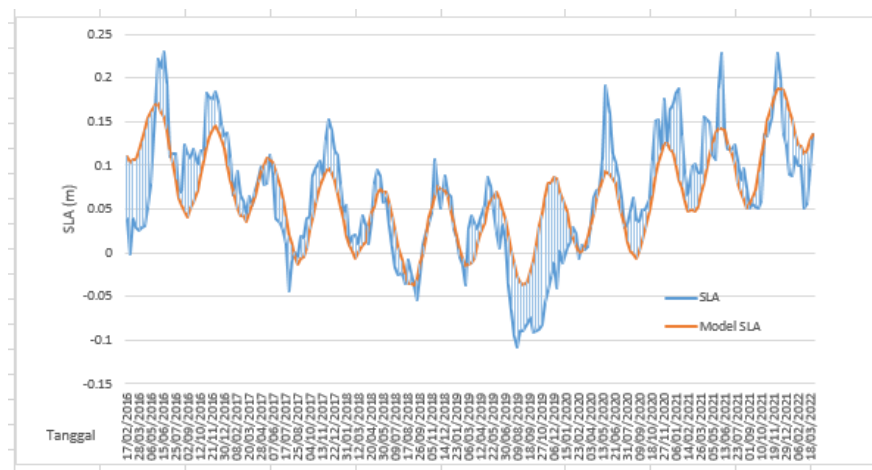
Tabel 2. Software yang Digunakan

No	Software	Keterangan
1.	Broadview Radar Altimetri Toolbox	Digunakan untuk mengolah data SLA

No	Software	Keterangan
2.	Microsoft Excel 2016	Digunakan untuk mengolah analisis harmonic <i>detiding</i> dan <i>detrending</i>
3.	Google Earth Pro	Untuk mengidentifikasi objek yang terdampak kenaikan muka laut

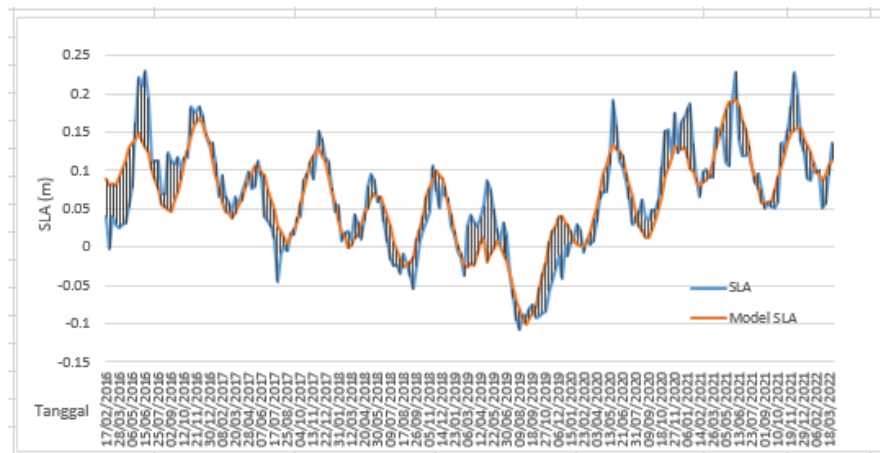
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model SLA yang dihasilkan memberikan nilai koefisien korelasi $r = 0,75$ di mana menurut Soegiyono (2011) hasil ini memberikan tingkat hubungan dengan kategori kuat. Hasil ini belum seperti yang diharapkan yaitu memiliki tingkat hubungan yang sangat kuat yaitu koefisien korelasi di atas 0,80.



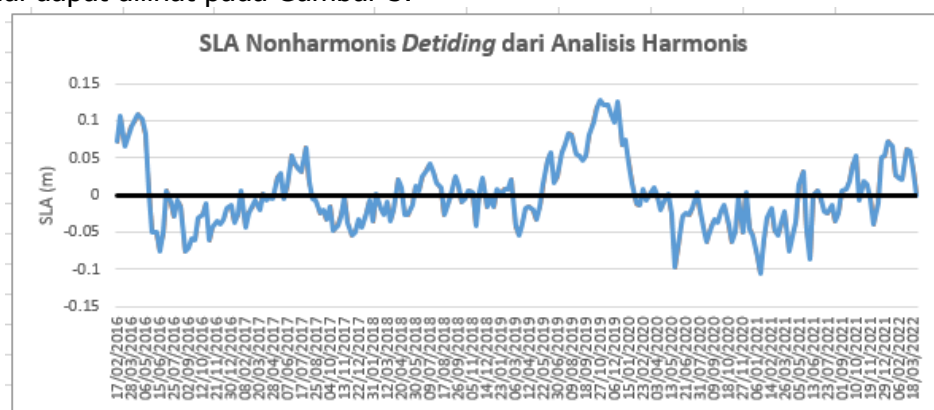
Gambar 3. Hasil Pemodelan SLA Menggunakan Analisis Harmonis Melibatkan Seluruh Data

Dapat dilihat pada Gambar 2 pada pertengahan bulan Juni tahun 2019 sampai dengan bulan Februari 2020 model SLA tidak sesuai dengan data SLA pada lembah ke-8 dan 9 dari model SLA. Dengan melihat kondisi ini maka di coba untuk melakukan analisis harmonis parsial yaitu dengan membagi data mulai dari batas bulan Juni 2019 sampai dengan Februari 2022. Hasil analisis harmonis parsial dapat dilihat pada Gambar 3.

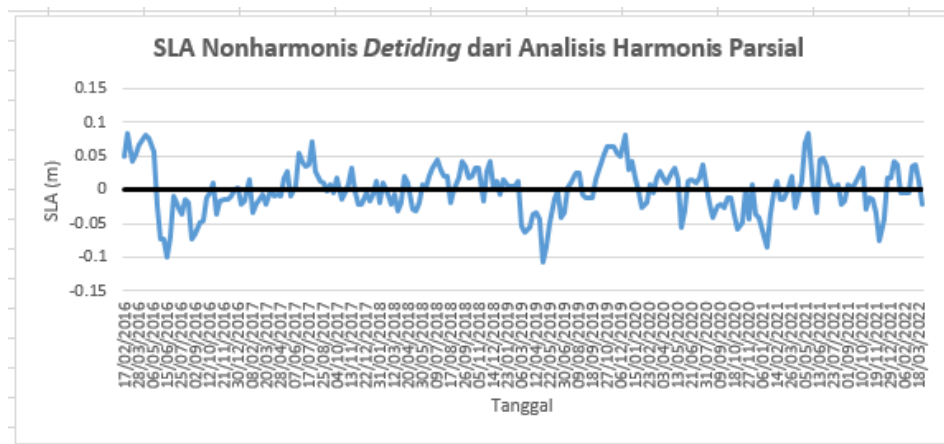


Gambar 4 . Hasil Pemodelan SLA Menggunakan Analisis Harmonis Parsial

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa lembah ke-8 dan 9 sudah dapat dimodelkan sesuai dengan data SLA. Pemodelan SLA memberikan nilai koefisien korelasi 0,86 menurut Soegiyono (2011). Hasil ini memberikan tingkat hubungan dengan kategori sangat kuat sehingga untuk menganalisis perubahan muka laut digunakan analisis harmonis parsial. SLA nonharmonis diperoleh dengan cara memfilter model SLA dari data melalui proses *detiding*. *Detiding* adalah proses penghapusan gelombang pasang surut dari data pengukuran laut. Gelombang pasang surut merupakan fenomena alami yang terjadi di laut dan dapat mempengaruhi data pengukuran laut. *Detiding* dilakukan untuk memperoleh data yang lebih akurat dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti pemodelan oseanografi, penelitian cuaca, dan navigasi laut Han & Wang (2019). SLA nonharmonis hasil *detiding* analisis harmonis melibatkan seluruh data dapat dilihat pada Gambar 4 sedangkan SLA nonharmonis hasil *detiding* analisis harmonis parsial dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. SLA Nonharmonis Detiding dari Analisis Harmonis
Melibatkan Seluruh Data**



Gambar 6 SLA Nonharmonis Detiding dari Analisis Harmonis Parsial

Pada Gambar 4 dan 5 terlihat SLA nonharmonis menunjukkan pola yang acak dan tidak ditemukan lagi pola periodik. *Range* pada pola SLA selama enam tahun itu sebesar 0,18 meter sedangkan *range* pola SLA pada Gambar 4.3 sebesar 0,23 meter.

Untuk melihat apakah terjadi tren linear muka laut pada tahun 2016 sampai dengan 2022 pada SLA nonharmonis maka digunakan regresi linear. Menurut Gujarati dan Porter (2009) regresi linear adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel dependen (variabel yang ingin diprediksi) dengan satu atau lebih variabel independen (variabel yang digunakan untuk memprediksi). Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa hubungan antara variabel-variabel tersebut dapat dijelaskan dengan persamaan garis lurus. Persamaan hasil regresi linear memberikan tren SLA nonharmonis = 0.

Model SLA hasil analisis harmonis melibatkan semua data mulai berubah dari lembah ke 8 pada tanggal 29 Agustus 2019 dengan nilai -0,036 meter lalu pada model SLA hasil analisis harmonis parsial pada tanggal 29 Agustus 2019 berubah dengan nilai -0,099 meter kemudian data tersebut mengalami perubahan sebesar 0,063 meter.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis perubahan muka laut di perairan Jakarta-Banten menggunakan data hasil pengamatan satelit altimetri Jason-3 tahun 2016–2022 dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Tren perubahan muka laut didominasi oleh unsur harmonis, didapatkan model SLA hasil analisis harmonis parsial menggunakan gelombang MN , S_a , S_{sa} , MS_m , M_m dengan koefisien korelasi $r = 0,86$ dan *range* sebesar 0,184 meter.
- 2) SLA harmonis hasil *detiding* model SLA dari data berpola acak dan tidak ditemukan tren.
- 3) Model SLA harmonis yang melibatkan seluruh data memiliki koefisien korelasi $r = 0,75$ terlihat tidak mewakili data SLA yang terjadi pada tanggal 29 Agustus 2019 pada lembah ke delapan dengan perbedaan sebesar 0,063 meter dibandingkan model analisis harmonis parsial.
- 4) Diperoleh informasi bahwa di daerah Muara Baru, Penjaringan, Jakarta permukaan air laut lebih tinggi 1,5 meter dibandingkan daratan, sementara *range* perubahan muka laut hasil analisis harmonis sebesar 0,184 meter atau delapan kalinya. Dengan

demikian kenaikan muka laut di pesisir utara Jakarta diduga oleh penurunan muka tanah.

Berdasarkan hasil pengolahan data dalam penelitian ini terdapat beberapa saran yang dapat membantu untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Satelit altimetri Jason-3 dapat digunakan untuk memantau pola perubahan muka laut namun pada penelitian hanya menggunakan *range* waktu selama enam tahun saja maka perlu dilakukan penelitian dalam jangka waktu yang lebih panjang supaya pola perubahan muka laut bisa diprediksi dengan jelas.
2. Perlu adanya data tambahan atau data pembanding seperti data fenomena kejadian iklim di Indonesia seperti suhu dan salinitas.
3. Diperlukan data pembanding untuk validasi data SLA dengan data pasang surut global dan dengan data pasang surut dari lembaga pemerintah seperti BIG supaya mendapatkan data yang lebih akurat dan sesuai untuk digunakan dalam analisis tren perubahan muka laut selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam proses penelitian ini, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ibu Ni Made Rai Ratih Cahya Perbani Ir. M. Si. Selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberi arahan kepada Penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjasmara, I. M., & Hartikasari, R. (2019). Analisis Lokasi Persebaran Ikan Di Laut Selatan Pulau Jawa Dengan Memanfaatkan Data Satelit Altimetri. *Geoid*, 14(2), 97. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i2.3945>
- Handoko, E. Y., Filaili, R. B., & . Y. (2019). Analisa Fenomena Enso Di Perairan Indonesia Menggunakan Data Altimetri Topex/Poseidon Dan Jason Series Tahun 1993 – 2018. *Geoid*, 14(2), 43. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i2.3892>
- Khasanah, I. U. (2017). Kenaikan Muka Air Laut Perairan Sumatera Barat Berdasarkan Data Satelit Altimetri Jason-2. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 23(1), 1. <https://doi.org/10.24895/jig.2017.23-1.623>
- Marpaung, S., & Harsanugraha, W. K. (2017). Analysis of Sea Surface Height Anomaly Characteristics Based on Satellite Altimetry Data (Case Study: Seas Surrounding Java Island). *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 11(2), 137. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2014.v11.a2611>
- Naibaho, L. K., & Handoko, E. Y. (2022). Analisis Kenaikan Muka Air Laut Terhadap El-Niño Southern Oscillation (ENSO) di Laut Jawa Menggunakan Data Satelit Altimetri Cryosat-2. *Geoid*, 18(1), 34. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v18i1.7421>
- Pratiwi, D. R. (2011). Adaptasi Penataan Ruang Terhadap Risiko Kenaikan Muka Air Laut (Sea Level Rise) di Jakarta Utara. *Journal of Regional and City Planning*, 22(2), 129. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2011.22.2.4>
- Richasari, D. S., & Handoko, E. Y. (2021). Analisis Pemodelan Arus Geostropik di Perairan Indonesia menggunakan Data Satelit Altimetri. *Geoid*, 16(1), 93. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v16i1.8564>
- Soegiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*.
- Sulaiha, F., Handoko, E. Y., & Yuwono, Y. (2020). Studi Variasi Permukaan Laut Jawa Dan Laut China Selatan Tahun 2002-2019 Menggunakan Data Altimetri Jason. *Geoid*, 15(2), 172. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v15i2.6953>