

## Kajian Elevasi Lantai Dermaga Berdasarkan Integrasi Pengaruh Pasang Surut, Gelombang dan Kenaikan Muka Laut di Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang

Alain Shofia Hanun\*, Dwi Haryo Ismunarti dan Muhammad Helmi

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia  
Email: aliandurichard@gmail.com

### Abstrak

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan salah satu pelabuhan di Indonesia yang terletak di Kota Semarang, Jawa Tengah. Perkembangan lalu lintas perdagangan dan bertambahnya arus transportasi di pelabuhan, maka perlu dilakukan rencana pengembangan pembangunan pelabuhan. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung elevasi lantai dermaga. Data primer yang digunakan adalah data pasang surut bulan Maret 2022. Data sekunder meliputi data angin, data *sea level rise*, dan data pasang surut dari IOC *Sea Level Monitoring*. Metode yang dilakukan untuk mengolah pasang surut adalah *Admiralty* dan *Least Square*. Hasil penelitian menunjukkan tipe pasang surut campuran condong ke tunggal dengan nilai HHWL 105.282 cm. Hasil peramalan gelombang dari data angin selama 10 tahun didapat nilai tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) sebesar 0,9287 m dan nilai periode signifikan ( $T_s$ ) sebesar 5,0210 detik dan nilai *wave set up* ( $S_w$ ) diperoleh sebesar 0,16 m. Nilai *sea level rise* yang didapatkan sebesar 0.32 cm/tahun. Nilai Design Water Level (DWL) didapatkan dengan menjumlahkan nilai HHWL, *wave set up*, dan SLR sehingga didapat nilai sebesar 124 cm. Sehingga, nilai elevasi lantai dermaga yang diperoleh adalah 363,2 cm sehingga dapat dikatakan aman.

**Kata kunci:** Lantai Dermaga, Pasang Surut, Pelabuhan Tanjung Emas, Gelombang, SLR

### Abstract

#### *Study of Dock Floor Elevation Based on Integration of the Effects of Tides, Waves and Sea Level Rise at Tanjung Emas Port, Semarang City*

*Tanjung Emas Port is one of the ports in Indonesia located in Semarang City, Central Java. The development of trade traffic and the increase in transportation flow at the port, it is necessary to carry out a port development plan. This study was conducted to calculate the elevation of the dock floor. The primary data used is the tidal data for March 2022. Secondary data includes wind data, sea level rise data, and tidal data from IOC Sea Level Monitoring. The methods used to process the tides are Admiralty and Least Square. The results of the study showed a mixed tidal type tending to be single with an HHWL value of 105,282 cm. The results of wave forecasting from wind data for 10 years obtained a significant wave height value ( $H_s$ ) of 0.9287 m and a significant period value ( $T_s$ ) of 5.0210 seconds and a wave set up value ( $S_w$ ) of 0.16 m. The sea level rise value obtained was 0.32 cm/year. The Design Water Level (DWL) value is obtained by adding the HHWL, wave set up, and SLR values to obtain a value of 124 cm. Thus, the elevation value of the dock floor obtained is 363.2 cm so it can be said to be safe.*

**Keywords:** Pier Floor, Tidal, Tanjung Emas Port, Wave, SLR

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim atau kepulauan, dengan memiliki lebih dari 3700 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km (Sutrisno *et al.*, 2016). Sebagai negara yang memiliki wilayah perairan  $\frac{3}{4}$  dari luasnya, sehingga demi menunjang kegiatan sosial, ekonomi pemerintah, pertahanan dan keamanan maka diperlukan sistem transportasi laut. Demi mencapai tujuan tersebut, sarana dan prasarana seperti pelabuhan yang mendukung transportasi laut sangat diperlukan. Pelabuhan merupakan tempat atau terminal sebagai sandaran kapal setelah melakukan pelayaran. Salah satu pelabuhan di Indonesia yang melayani sarana transportasi laut adalah Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang merupakan salah satu pelabuhan terbesar di Indonesia yang memiliki peran penting dalam kegiatan perekonomian antar pulau di Indonesia maupun antar negara (Septyan *et al.*, 2019).

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan salah satu pelabuhan di Indonesia yang terletak di Kota Semarang, Jawa Tengah. Pelabuhan memiliki fungsi sebagai pusat atau simpul transportasi dengan skala lokal sampai

skala internasional (Marpaung, 2014). Pelabuhan Tanjung Emas pada tahun 2012, kapasitasnya hampir melampaui batas ideal (Aji *et al.*, 2013). Berdasarkan data Pelindo III (2019), data kapal yang berada di Pelabuhan Tanjung Emas mengalami peningkatan pada tahun 2018 diikuti dengan data petikemas dan barang. Dengan meningkatnya aktivitas di pelabuhan, maka diperlukan perencanaan pengembangan pelabuhan dalam meningkatkan fasilitas – fasilitas lainnya yang berkaitan dengan pelabuhan (Rinaldy *et al.*, 2014). Elevasi lantai dermaga diperoleh dari nilai HHWL, tinggi gelombang karena angin dan kenaikan muka air laut. Elevasi lantai dermaga berperan penting dalam perencanaan dermaga yang ideal dengan mempertimbangkan parameter oseanografi (Bramastya *et al.*, 2021). Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung elevasi lantai dermaga berdasarkan perhitungan dan analisis *wave set up* dari gelombang, HHWL pasang surut dan nilai kenaikan muka laut.

## MATERI DAN METODE

### Materi Penelitian

Materi pada penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer pada penelitian ini yaitu data pasang surut yang didapat hasil pengukuran langsung di lokasi penelitian pada bulan Maret 2022. Data sekunder yaitu data pasang surut Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang tahun 2017 – 2021 yang dihitung setiap jam yang diperoleh dari IOC *Sea Level Monitoring* (<https://www.ioc-sealevelmonitoring.org/>), data angin tahun 2012 – 2021 berupa nilai kecepatan dan arah angin dengan interval perekaman yaitu setiap hari yang didapatkan dari BMKG Semarang, data Sea Level Anomaly berupa nilai kenaikan muka laut anomali yang dihitung setiap minggu diperoleh dari AVISO *Altimetry* (<https://www.aviso.altimetry.fr/en/home.html>) dan peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus dengan analisis kuantitatif yang menggunakan dasar kaidah ilmiah, empiris, terukur, rasional, dan sistematis (Sugiyono, 2009). Dari penelitian ini akan didapat hasil akhir berupa elevasi lantai dermaga di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang. Hasil akhir tersebut diharapkan dapat digunakan untuk kegiatan monitoring dan evaluasi dermaga di Pelabuhan Tanjung Emas sehingga dapat selalu berfungsi efektif.

### Metode Pengolahan Data

#### Pasang Surut

Peramalan pasang surut metode *least square* menggunakan metode *T – Tides* dengan *script* pasang surut berbasis Matlab yang akan menghasilkan nilai amplitudo, fase dan komponen pasang surut seperti HHWL, MSL, dan LLWL. Data yang digunakan adalah data pasang surut tahun 2017 – 2021 yang bersumber dari IOC *Sea Level Monitoring* dan data lapangan.

$$\text{MSL (Mean Sea Level)} = A \times S_0$$

$$\text{LLWL (Lowest Low Water Level)} = A(S_0) - (A(M_2) + A(K_1) + A(O_1) + A(P_1) + A(K_2))$$

$$\text{HHWL (Highest High Water Level)} = A(S_0) + (A(M_2) + A(K_1) + A(O_1) + A(P_1) + A(K_2))$$

$$\text{Tipe Pasang Surut (F)} = A(K_1) + A(O_1) / A(M_2) + A(S_2)$$

Data pasut diolah sehingga mendapatkan hasil berupa konstanta harmonik, kemudian disalin ke Microsoft Excel dan dipisahkan antara konstanta harmonik signifikan dan konstanta harmonik non signifikan. Proses selanjutnya, untuk mengetahui jenis pasut laut yaitu dengan menggunakan rumus perhitungan bilangan formzahl menurut (Kusuma *et al.*, 2021):

$$F = \frac{A_{K_1} + A_{O_1}}{A_{M_2} + A_{S_2}}$$

Dimana, AK1: amplitudo dari unsur pembangkit pasut K1; AO1: amplitudo dari unsur pembangkit pasut O1; AM2: amplitudo dari unsur pembangkit pasut M2; AS2: amplitudo dari unsur pembangkit pasut S2; F: Bilangan formzahl; M2 : Konstanta harmonik (Posisi bulan mempengaruhi); S2: Konstanta harmonik (Posisi matahari mempengaruhi); O1 : Konstanta harmonik (Deklinasi bulan mempengaruhi); K1 : Konstanta harmonik (Deklinasi bulan dan matahari mempengaruhi).

Menurut Triatmodjo (2012), dilihat dari pola gerakan mukalautnya dan indeks formzahl, pasut dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu:  $F \leq 0,25$  yaitu semi diurnal tide atau pasut harian ganda;  $0,25 < F \leq 1,5$  yaitu mixed tide prevailing semi diurnal atau pasut campuran condong harian ganda;  $1,5 < F \leq 3$  yaitu mixed Tide Prevailing Diurnal atau pasut campuran condong harian tunggal;  $F > 3$  yaitu diurnal tide atau pasut harian tunggal.

**Verifikasi Data Pasang Surut**

Nilai verifikasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kebenaran dalam pendekatan peramalan pasang surut yang dilakukan pada waktu tertentu (Triatmodjo, 1999). Peramalan pasang surut dapat dinyatakan benar dan dapat digunakan dengan nilai kebenaran minimal 95%. Rumus perhitungan nilai MRE adalah :

$$RE = \frac{|x - c|}{x} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$MRE = \sum_1^n \frac{RE}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana RE = *Relative Error*; MRE = *Mean Relative Error*; C = Data hasil simulasi; X = Data lapangan; n = Jumlah data

**Pengolahan Data Gelombang**

Menurut Triatmodjo (2012), data gelombang yang didapat pada saat melakukan pengukuran dianalisa menggunakan metode gelombang representatif dengan mengimplementasikan data pengamatan dalam bentuk tinggi gelombang signifikan (Hs) dan periode signifikan (Ts) dengan persamaan sebagai berikut:

$$N = 33,33\% \times \text{jumlah data}$$

$$Hs = \frac{(H1 + H2 + \dots + Hn)}{n}$$

$$Ts = \frac{(T1 + T2 + \dots + Tn)}{n}$$

Setelah didapatkan nilai Hs dan Ts selanjutnya ditentukan tinggi dan periode gelombang maksimum, tinggi dan periode gelombang minimum, tinggi serta periode gelombang rata-rata dan *wave set up*. *Wave set up* didapatkan melalui rumus CERC (1984) dengan menghitung Sw atau *wave set up* terhadap muka air diam. Menurut Triatmodjo (2012), untuk mendapatkan nilai *wave set up* digunakan rumus berikut,

$$Sw = 0,19 \left[ 1 - 2,82 \sqrt{\frac{Hb}{gT^2}} \right] Hb$$

Dimana: Sw = *wave set up*; Hb = tinggi gelombang pecah; g = percepatan gravitasi; T = periode gelombang

**Pengolahan Data Sea Level Rise**

Pengolahan data *sea level rise* diperoleh dari data *sea level anomaly* tiap minggu yang didapat dari AVISO LAS selama 29 tahun dari 1993 – 2022. Menurut Ablain *et al.* (2015), dari data *sea level anomaly* dapat dideteksi kenaikan muka air laut dari pengamatan satelit altimetri. Data tersebut dihitung rata – ratanya tiap tahun kemudian dilakukan regresi dari tren linier dan diperoleh nilai gradien. Nilai gradien tersebut menunjukkan kecepatan *sea level anomaly* terhadap waktu yang diartikan sebagai *sea level rise* (Handoko *et al.*, 2019).

**Perhitungan Elevasi Lantai Dermaga**

Elevasi lantai dermaga dihitung dari besarnya DWL (*Design Water Level*), hal ini berguna untuk mengantisipasi kenaikan pasang air laut dan *wave set up*. Penentuan DWL didapat dari nilai HHWL (*Highest High Water Level*), nilai SLR (*sea level rise*) dan *wave set up*.

$$DWL = HHWL + S_w + SLR$$

Nilai *clearance* sebesar 100 cm diambil berdasarkan Triatmodjo (2009), ruang kebebasan minimum 1 m (100 cm) agar tidak mengganggu alur pelayaran. Perhitungan elevasi lantai dermaga dengan menggunakan persamaan berikut (Wijaya *et al.*, 2017).

$$\text{Elevasi bangunan} = DWL + Ru + \text{Clearance}$$

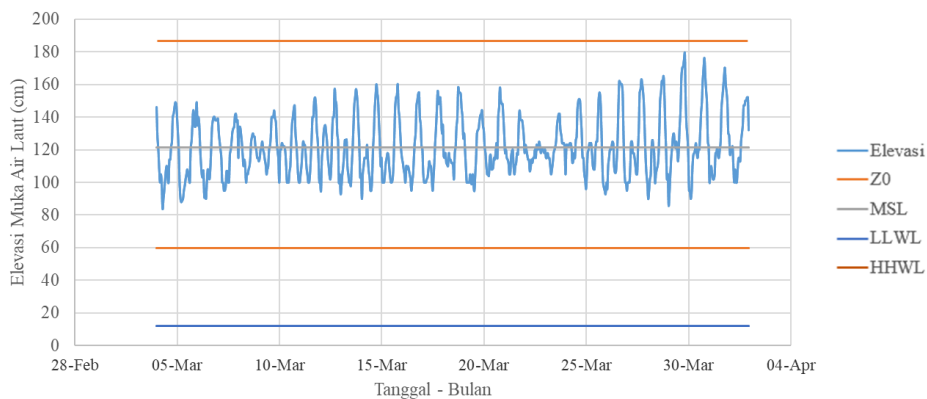
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pasang Surut**

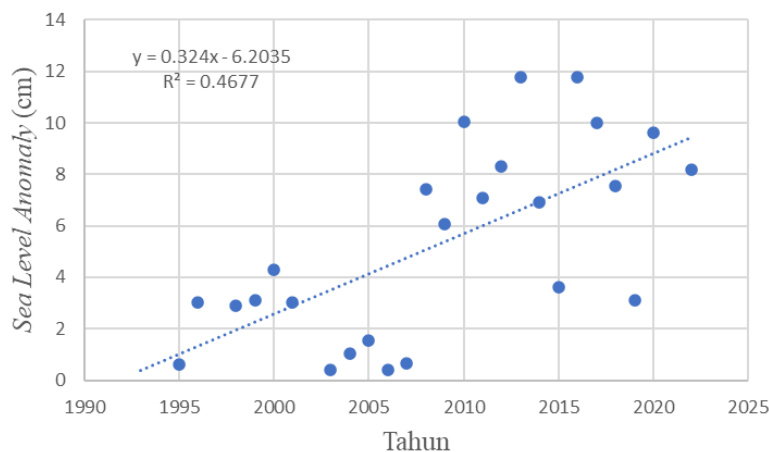
Hasil yang diperoleh menggunakan metode *Least Square* untuk pasang surut selama 5 tahun yaitu 68 komponen pasang surut. Nilai *Formzahl* yang didapat yaitu 1.574 yang dapat dikategorikan sebagai campuran condong tunggal. Nilai MSL, HHWL, dan LLWL secara berturut – turut adalah 79.556 cm, 105.282 cm, dan 15.482 cm. Nilai HHWL inilah yang akan digunakan ke dalam perhitungan elevasi lantai dermaga. Metode *admiralty* dan *least square* sama – sama menghasilkan tipe pasang surut campuran condong tunggal. Metode *least square* dan metode *admiralty* keduanya menunjukkan tipe pasang surut yang sama, yaitu campuran condong ke tunggal. Inputan data pasang surut selama 5 tahun dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Pada Tabel 1 tersaji komponen pasang surut metode *least square*.

**Verifikasi Pasang Surut**

Perhitungan verifikasi ini dilakukan untuk menghitung persentase kebenarannya. Persentase kebenaran yang didapat adalah 98.1248 % yang setara dengan 98 %. Nilai 98 % menunjukkan nilai yang tinggi sehingga data peramalan pasang surut dapat digunakan. Selanjutnya perhitungan elevasi lantai dermaga yang membutuhkan nilai pasang surut akan menggunakan nilai pasang surut dengan menggunakan metode *least square*.



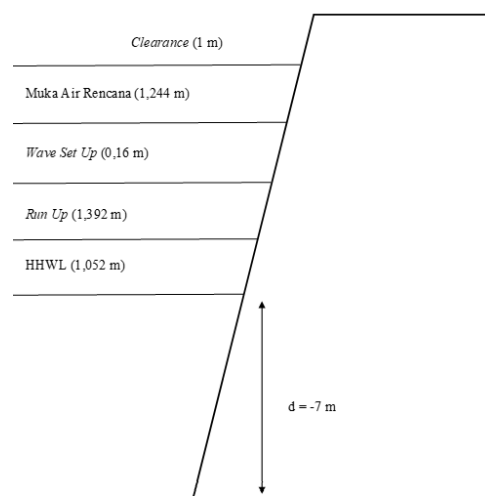
**Gambar 1.** Grafik Pasang Surut Semarang Metode *Admiralty*



**Gambar 2.** SLA Average Tahun 1993 – 2022

**Tabel 1.** Komponen Pasang Surut Metode *Least Square*

	A (cm)	g <sup>0</sup>
M2	9.81	59.6
S2	7.63	308
N2	4.16	25.7
K1	20.7	248
O1	6.76	134
M4	1.29	161
MS4	0.372	148
K2	3.22	340
P1	6.44	245



**Gambar 3.** Elevasi Lantai Dermaga

### Gelombang

Data gelombang diolah menggunakan metode *Sverdrup Munk Bretschneider* (SMB) yang diperoleh dari data angin (Aisjah *et al.*, 2016). Hasil peramalan gelombang dari data angin selama 10 tahun didapat nilai tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) sebesar 0,9287 m dan nilai periode signifikan ( $T_s$ ) sebesar 5,0210 detik. Selanjutnya dilakukan perhitungan interpolasi untuk mendapatkan nilai  $H_b$ . Nilai tinggi serta periode gelombang signifikan kemudian digunakan untuk mengetahui parameter – parameter gelombang lain. Didapat nilai tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) sebesar 1,028 m. Nilai *wave set up* ( $S_w$ ) diperoleh sebesar 0,16 m atau setara dengan 16 cm. Nilai – nilai diatas akan digunakan untuk perhitungan elevasi lantai dermaga.

### Sea Level Rise

Data *sea level anomaly* didapat dengan mengunduh dari AVISO *Live Access Server altimetry.fr*. Nilai *sea level rise* (SLR) yang didapat dari *sea level anomaly* dari tahun 1993 – 2022 kemudian di rata – rata tiap tahunnya, selanjutnya dilakukan regresi dan didapat nilai gradien sebesar 0.32 cm. Nilai gradien tersebut merupakan nilai *sea level rise* dengan satuan 0.32 cm/tahun. Nilai *sea level rise* tersebut digunakan untuk perhitungan elevasi lantai dermaga.

### Elevasi Lantai Dermaga

Dari perhitungan yang sudah dilakukan, didapat nilai elevasi lantai dermaga yang dijumlahkan dengan nilai *run up* dan tinggi kebebasan. Untuk nilai *run up* yang diperoleh melalui perhitungan bilangan *Iribaren* didapat nilai sebesar 1,392 m. Sehingga didapat nilai elevasi lantai dermaga 4,382 m atau setara dengan 4,4 m untuk perhitungan menggunakan HHWL metode *Admiralty*. Sedangkan nilai 3,632 m atau setara dengan 3,6 m didapat dari nilai HHWL metode *Least Square*. Nilai tinggi keseluruhan yang ditambahkan dengan elevasi dasar laut yaitu, 11,4 m. Nilai elevasi lantai dermaga ini dapat digunakan untuk rencana pengembangan dermaga di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang.

**Tabel 2.** Elevasi Aman Lantai Dermaga

<b>Pelabuhan dengan :</b>	<b>Tanggung Pasut 300 cm atau lebih</b>	<b>Tanggung Pasut kurang dari 300 cm</b>
Kedalaman air 450 cm atau lebih	50 – 150 cm	100 – 200 cm
Kedalaman air kurang dari 450 cm	30 – 100 cm	50 – 150 cm

Berdasarkan hasil perhitungan *wave set up*, HHWL, SLR dan perhitungan DWL, maka didapat elevasi lantai dermaga. *Wave set up* merupakan kenaikan muka air yang disebabkan oleh gelombang (Triatmodjo, 2012). Nilai SLR yaitu 0,32 cm. Ismunarti *et al.* (2014) memperkirakan nilai kenaikan muka laut sebesar 1,42 cm. Sedangkan Cahyadi *et al.* (2016) memperkirakan kenaikan muka laut sebesar 1,283 cm.

Nilai – nilai tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung DWL (*Design Water Level*), yaitu dengan menjumlahkan nilai HHWL, *wave set up*, dan SLR sehingga didapat nilai sebesar 124 cm. Elevasi lantai dermaga diperoleh dari perhitungan semua parameter yang dijumlahkan dengan tinggi jagaan atau *clearance* sebesar 100 cm. Nilai *clearance* sebesar 100 cm diambil berdasarkan Triatmodjo (2009), ruang kebebasan minimum 1 m (100 cm) agar tidak mengganggu alur pelayaran.

Berdasarkan informasi dari PELINDO III, kedalaman di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang berkisar antara 600 – 700 cm. Nilai elevasi lantai dermaga sebesar 215,602 cm menurut Standar Kriteria Desain untuk Pelabuhan di Indonesia, Januari 1984 yang tertera pada Tabel 2, untuk nilai HHWL 105,282 cm dengan kedalaman air lebih dari 450 cm dan elevasi lantai dermaga 363,2 cm masih dianggap aman.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tipe pasang surut di Perairan Kota Semarang yaitu campuran condong tunggal dengan nilai formzal sebesar 1.574. Berdasarkan pengolahan data gelombang menggunakan metode SMB, didapat nilai kenaikan muka air karena gelombang atau *wave set up* sebesar 16 cm. Laju kenaikan muka laut sebesar 0,32 cm/tahun. Berdasarkan analisis data pasang surut tahun 2017 – 2021 didapatkan tipe pasang surut campuran condong ke tunggal dengan nilai formzahl sebesar 1,574. Elevasi lantai dermaga diperoleh nilai sebesar 363,2 cm yang masih dianggap aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ablain, M., Cazenave, A., Larnicol, G. & Balmaseda, M. 2015. Improved Sea Level Record Over The Satellite Altimetry Era (1993 – 2010) from The Climate Change Initiative Project. *Ocean Science*, 1(1) : 67 – 82. <https://doi.org/10.5194/os-11-67-2015>.
- Aisjah, A. S., Arifin, S. & Danishta, W. L. 2016. Sverdrup Munk Bretschneider Modification (SMB) for Significant Wave Height Prediction in Java Sea. *British Journal of Applied Science & Technology*, 16(2): 1-8.
- Aji, A. P., Paramarta, B., Edhisono, S. & Kurniani, D. 2013. Perencanaan Pengembangan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(4): 218 – 227.
- Bramastya, S. A., Marwoto, J., Purwanto, Atmodjo, W. & Indrayanti, E. 2021. Studi Elevasi Dasar Perairan untuk Penentuan Lantai Dermaga Pelabuhan di Pelabuhan TPI Wonokerto Kabupaten Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4): 362-369. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i4.12142>.
- Cahyadi, M. N., Jaelani, L. M. & Aryasandah, H. D. 2016. Studi Kenaikan Muka Air Laut Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason – 1. *Geoid*, 11(2): 176 – 183.
- Handoko, E. Y., Yuwono & Ariani, R. 2019. Analisis Kenaikan Muka Air Laut Indonesia Tahun 1993 – 2018 Menggunakan Data Altimetri. *Geoid*, 15(1): 58 – 64. <http://dx.doi.org/10.12962/j24423998.v15i1.3958>.
- Kusuma, H. A., Lubis, M. Z., Oktaviani, N. & Setyono, D. E. D. 2021. Tides Measurement and Tidal Analysis at Jakarta Bay. *Journal Of Applied Geospatial Information*, 5(2): 494.
- Marpaung, E. 2014. Strategi Peningkatan Pelayanan Pelabuhan Dalam Mendukung Sistem Logistik Nasional. *Warta Penelitian Perhubungan*, 26(1): 1-10. <https://doi.org/10.25104/warlit.v26i1.860>.
- Pelindo III. 2019. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. <https://www.pelindo.co.id/port/pelabuhan-tanjung-emas>. Diakses pada 20 April 2021 pukul 22.15 WIB.
- Rinaldy, Y. N., Nugraha, A. L. & Subiyanto, S. 2014. Analisis Pengukuran batimetri dan Pasang Surut Untuk Menentukan Kedalaman Kolam Pelabuhan (Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya). *Jurnal Geodesi Undip*, 3(4): 25 – 36. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2014.6793>.

- Septyan, D., Bastian, I. A., Asfari, D. G. & Antonius. 2019. Redesain Perpanjangan Dermaga Petikemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (Kimu) 2, 18 Oktober 2019. Semarang.*
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Alfabeta, Bandung.
- Sutrisno, Faradj, A. M., Ade, F. & Wijaksa, F. 2016. Pemetaan Kebutuhan Tangkis Laut Di Wilayah Daratan – Kecamatan Ambunten, Dasuk, Dan Batu Putih Kabupaten Sumenep. *Jurnal "MITSU" Media Informasi Teknik Sipil UNIGA*, 4(2): 8-10.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta, Beta Offset.
- Triatmodjo, B. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta, Beta Offset.
- Wijaya, I., Setiyono, H. & Atmojo, W. 2017. Karakteristik Pasang Surut dan Kedudukan Muka Air Laut di Perairan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo Kabupaten Gresik. *Jurnal Oseanografi*, 6(1): 151 – 157.