

<https://jocet.uho.ac.id/index.php/journal>

ANALISIS PASANG SURUT DI PANTAI WAEMPUTANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ADMIRALTY*

Muh. Anang Gemilang Surya¹, Rini Sriyani², Muriadin³, Ridwan Syah Nuhun⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil UHO

Koresponden, Email: ridwansyahnuhun@yahoo.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan Diperbaiki Disetujui <i>Keywords: tide, Admiralty method, Mixed Tide, sea level elevation, Waemputang Beach.</i>	<i>Tidal observations play a crucial role for both practical and scientific purposes in understanding marine phenomena that impact human life. This study aims to analyze tides at Waemputang Beach, Bombana Regency, Southeast Sulawesi, using the Admiralty method to determine tidal type and maximum and minimum sea level elevations. Measurements were taken hourly for 15 consecutive days using a Pascal tide gauge installed at representative coastal points. The collected data were analyzed numerically and harmonically to generate sea level variation graphs. Results indicate that tides at Waemputang Beach are semi-diurnal, with two high and two low tides within 24 hours. The observed maximum and minimum sea levels were 225 cm and 12 cm, respectively, while the 2022 predictions yielded 232 cm and -6 cm. Based on the Fohmzal value of 0.89, the tidal type is classified as Mixed Tide Prevailing Semidiurnal. This information is critical for planning and designing coastal protective structures to effectively mitigate erosion, sedimentation, and the risk of sea level rise in coastal areas.</i>
Kata kunci: Pasang Surut, Admiralty, Mixed Tide, Elevasi Muka Air Laut, Pantai Waemputang.	Abstrak Pengamatan pasang surut air laut memiliki peran penting untuk keperluan praktis maupun ilmiah dalam memahami fenomena laut yang berdampak pada kehidupan manusia. Penelitian ini bertujuan menganalisis pasang surut di Pantai Waemputang, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara, menggunakan metode Admiralty untuk menentukan tipe pasang surut serta nilai elevasi muka air laut maksimum dan minimum. Pengukuran dilakukan setiap satu jam selama 15 hari berturut-turut dengan menggunakan alat Pascal yang dipasang pada titik representatif di tepi laut. Data yang diperoleh dianalisis secara numerik dan harmonik untuk menghasilkan grafik variasi muka air laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasang surut di Pantai Waemputang bersifat semi-diurnal, ditandai dengan dua kali pasang dan dua kali surut dalam 24 jam. Nilai elevasi muka air laut tertinggi pengamatan tercatat 225 cm dan terendah 12 cm, sedangkan prediksi tahun 2022 menunjukkan nilai tertinggi 232 cm dan terendah -6 cm. Berdasarkan perhitungan nilai Fohmzal sebesar 0,89, tipe pasang surut dikategorikan sebagai Mixed Tide Prevailing Semidiurnal. Informasi ini penting untuk perencanaan dan desain bangunan pelindung pantai agar memberikan perlindungan yang efektif terhadap erosi, sedimentasi, dan risiko kenaikan muka air laut di wilayah pesisir.

I. PENDAHULUAN

Pengamatan pasang surut air laut memiliki peran penting, tidak hanya untuk kepentingan praktis, tetapi juga untuk keperluan ilmiah dalam mempelajari fenomena lautan yang berdampak langsung maupun tidak langsung terhadap kehidupan manusia [1]. Di daerah pesisir, pengamatan pasang surut jangka panjang sangat diperlukan untuk memprediksi kemungkinan kenaikan muka laut yang dapat mengancam keselamatan masyarakat [6]. Upaya pencegahan bencana ini dilakukan dengan mengkaji secara seksama perilaku kedudukan muka air laut dari waktu ke waktu dalam jangka panjang [8]. Selain itu, data pasang surut juga digunakan dalam penentuan muka surutan (chart datum), proyek rekayasa seperti jembatan, dok, dan pelabuhan, pengerukan alur pelayaran, penentuan garis dasar untuk batas wilayah laut teritorial, operasi militer, serta pelayaran di laut dangkal [5], [10]. Pantai Waemputang terletak di Desa Waemputang, Kecamatan Poleang Selatan, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara. Mayoritas masyarakat sekitar berasal dari suku Bugis dan Bajo, dengan mata pencaharian utama sebagai nelayan, serta sebagian berternak dan membudidayakan rumput laut [2]. Karena adanya pemukiman di pesisir tersebut, pemerintah setempat berupaya membangun bangunan pelindung pantai untuk menjaga keselamatan penduduk dan infrastruktur dari ancaman pasang surut dan gelombang laut [7].

Berbagai kegiatan manusia di Pantai Waemputang, seperti pembangunan infrastruktur dan pemanfaatan lahan, dipadukan dengan pengaruh faktor alam seperti gelombang, pasang surut, dan arus, dapat menimbulkan dampak negatif berupa erosi dan sedimentasi pantai [3], [4]. Erosi ini dapat menyebabkan mundurnya garis pantai dan merusak fasilitas yang ada [7]. Oleh karena itu, untuk mengembangkan dan mengamankan daerah pesisir serta melindungi penduduk, pemerintah memerlukan data dan informasi mengenai variasi muka laut dan pasang surut air laut di kawasan tersebut [9]. Dalam rangka optimalisasi fungsi bangunan pelindung pantai, diperlukan analisis pasang surut sebelum pembangunan dilakukan [8]. Analisis ini bertujuan untuk menentukan tipe pasang surut, serta mengetahui nilai elevasi muka air laut maksimum dan minimum [5]. Dengan informasi tersebut, bangunan pelindung pantai dapat dirancang sesuai kebutuhan sehingga memberikan perlindungan yang efektif [7]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengambil judul “Analisis Pasang Surut di Pantai Waemputang dengan Menggunakan Metode Admiralty” dan diharapkan memberikan manfaat bagi kajian ilmiah, perencanaan pembangunan, serta perlindungan wilayah pesisir [1].

II. METODE

Penelitian dilakukan di Pantai Waemputang, Kecamatan Poleang Selatan, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara. Lokasi pengamatan dipilih pada titik di tepi laut yang terpengaruh pasang surut dan tetap tergenang saat air surut.

Tahapan Penelitian:

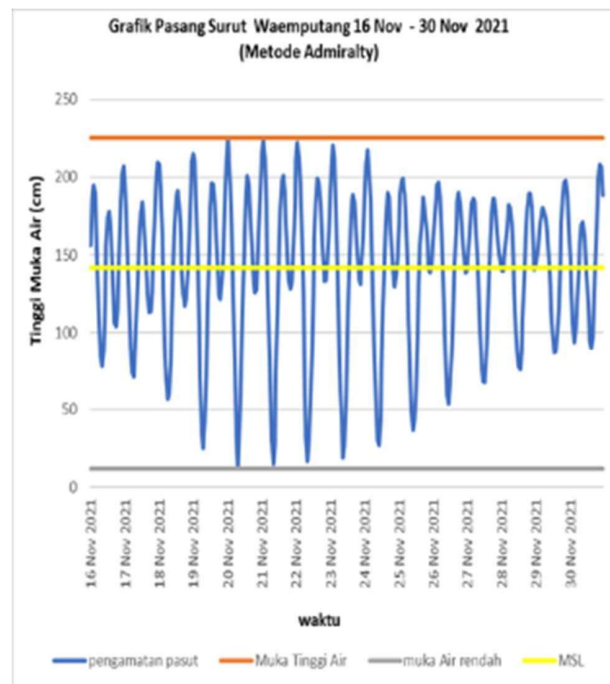
- 1 Observasi Lapangan
Untuk mengidentifikasi kondisi umum lokasi dan menentukan titik pengukuran yang representatif terhadap fenomena pasang surut.
- 2 Persiapan Alat dan Bahan
Peralatan yang digunakan meliputi: Pascal sebagai alat ukur pasang surut, kayu kaso sebagai dudukan meter roll, paku dan palu untuk pemasangan, senter untuk penerangan malam hari, alat tulis, stopwatch/jam tangan, dan kertas formulir pencatatan data.
- 3 Pengambilan Data
Pengukuran dilakukan dengan memasang kayu kaso sepanjang 4 meter yang telah dilapisi Pascal di lokasi terpilih. Data tinggi muka air laut diukur setiap satu jam selama 15 hari berturut-turut dan dicatat dalam formulir pasang surut.
- 4 Pengolahan Data
Data hasil pengukuran dimasukkan ke dalam Microsoft Excel untuk menghasilkan grafik variasi muka air laut. Grafik ini digunakan sebagai dasar analisis numerik terhadap pola pasang surut dan pergerakan gelombang.
- 5 Analisis Data
Data yang digunakan merupakan data primer hasil pengamatan. Analisis pasang surut dilakukan menggunakan metode Admiralty dengan tahapan sebagai berikut:
 - Memasukkan data pengamatan ke dalam tabel (skema 1).
 - Mengalikan nilai pengamatan dengan konstanta pengali yang telah ditentukan (skema 2).
 - Menyesuaikan hasil perhitungan, menambahkan nilai konstanta B (2000) jika hasil negatif (skema 3).
 - Menghitung nilai X_{10} , X_{12} , X_{1b} , dan seterusnya (skema 4).
 - Mengalikan nilai pada skema 4 dengan konstanta yang relevan (skema 5 dan 6).
 - Menghitung parameter analisis pada skema 7, yang mencakup perhitungan PR, nilai f , V' , V'' , V''' , V total (VM_2 , VS_0 , VN_2 , VK_1 , VO_1 , VM_4 , VMS_4), nilai u , r , ω , $(1+W)$, g , kelipatan 360° , A , dan g_0 .
 - Menyusun skema 8 sebagai hasil akhir berupa nilai amplitudo (A) dan fase (g_0) untuk masing-masing komponen harmonik pasang surut.

Metode ini memungkinkan penentuan tipe pasang surut dan nilai elevasi muka air laut maksimum serta minimum, yang selanjutnya digunakan untuk mendukung perencanaan bangunan pelindung pantai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengamatan Pasang Surut untuk Mengetahui Tinggi Muka Air Laut Maksimum dan Minimum

Pantai Waemputang terletak di Desa Waemputang, Kecamatan Poleang Selatan, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara. Masyarakat sekitar didominasi oleh suku Bugis dan Bajo dengan mata pencaharian utama sebagai nelayan, peternak, serta pembudidaya rumput laut. Mengingat keberadaan permukiman di sepanjang pantai, pemerintah setempat merencanakan pembangunan bangunan pelindung pantai untuk mengantisipasi dampak erosi dan abrasi. Berdasarkan hasil pengamatan, muka air laut tertinggi tercatat pada 20 November 2021 pukul 00:00 dengan elevasi 225 cm, sedangkan muka air laut terendah terjadi pada hari yang sama pukul 07:00 dengan elevasi 12 cm. Nilai rata-rata muka air laut selama periode pengamatan (Mean Sea Level/MSL) adalah 142 cm.



Gambar 1. Grafik Pasang Surut

Grafik hasil pengukuran menunjukkan bahwa pasang surut di Pantai Waemputang bersifat **semi-diurnal**, ditandai dengan dua kali pasang dan dua kali surut dalam kurun waktu 24 jam. Informasi ini menjadi dasar penting dalam perencanaan teknis bangunan pelindung pantai yang sesuai dengan karakteristik hidrodinamika setempat.

2. Penentuan Tipe Pasang Surut Yang Terjadi Di Pantai Waemputang Dengan Menggunakan Perhitungan Formzhal

Berdasarkan komponen-komponen pasang surut yang didapatkan dari hasil analisis dengan menggunakan metode Admiralty, maka tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Waemputang akan kita ketahui dengan menggunakan rumus Fohmzal sebagai berikut:

$$F = \frac{A(K1) + A(O1)}{A(M2) + A(S2)}$$

$$= \frac{38 + 29}{53 + 21} = 0,89$$

Berdasarkan perhitungan nilai *Fohmzal* adalah sebesar 0,89. Maka tipe pasang surutnya adalah Tipe Pasang Surut Campuran Harian Ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*) atau dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan nilai ketentuan $0,25 < F = 0,89 < 1,5$.

3. Nilai Elevasi Muka Air Maksimum Dan Minimum Terhadap Pasang Surut Yang Terjadi

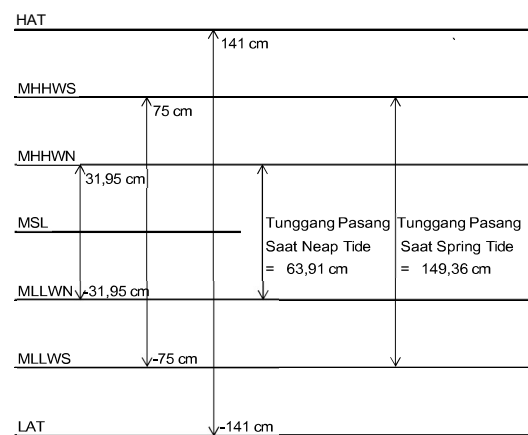
Berdasarkan tipe pasang surut yang didapatkan adalah tipe Pasang Surut Campuran Harian Ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*) maka didapatkan nilai elevasi muka air laut minimum dan maksimum dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MSL (Mean Sea Level)} &= AS_0 = 142 \text{ cm.} \\ Z_0 &= S_0 - (AM_2 + AS_2 + AK_1 + AO_1) \\ &= 142 - (53 + 21 + 38 + 29) \\ &= 0 \text{ cm dari MSL terpakai.} \end{aligned}$$

Pada Tipe Pasang Surut Campuran Harian Ganda (*Mixed Tide Prevailing Semi Diurnal*) maka tunggang air pasang surut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{HAT} &= LAT + 2 (AK_1 + AO_1 + AS_2 + AM_2) \\ &= 0 + 2 (38 + 29 + 21 + 53) \\ &= 283 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MHWS} &= \text{LAT} + 2 (\text{AS}_2 + \text{AM}_2) + \text{AK}_1 + \text{AO}_1 \\
 &= 1 + 2 (21,4 + 53,3) + 37,7 + 28,86 \\
 &= 216 \text{ cm} \\
 \text{MHWN} &= \text{LAT} + 2 (\text{AM}_2) + \text{AK}_1 + \text{AO}_1 \\
 &= 1 + 2 (53,1) + 37,7 + 28,9 \\
 &= 174 \text{ cm} \\
 \text{MSL} &= 142 \text{ cm} \\
 \text{MLWN} &= \text{LAT} + 2 (\text{AS}_2) + \text{AK}_1 + \text{AO}_1 \\
 &= 0 + 2 (21,2) + 37,7 + 28, \\
 &= 110 \text{ cm} \\
 \text{MLWS} &= \text{LAT} + \text{AK}_1 + \text{AO}_1 \\
 &= 0 + 37,7 + 28,9 \\
 &= 67 \text{ cm} \\
 \text{LAT} &= \text{MSL} - \text{AK}_1 - \text{AO}_1 - \text{AS}_2 - \text{AM}_2 \\
 &= 142 - 38 - 29 - 21 - 53 \\
 &= 0 \text{ cm.}
 \end{aligned}$$



Gambar 2. Tunggangan Air Pasang Surut Menggunakan Metode *Admiralty*

$$\eta(t) = S_0 + \sum^n A \cos(xt - P)$$

Dimana:

$\eta(t)$ = Elevasi Pasang Surut Fungsi Dari Waktu (Cm)

S_0 = Duduk Tengah (*Mean Sea Level*) (Cm)

n = Jumlah Komponen

A_i = Amplitudo Komponen ke-i (Cm)

x = $2\pi/T_i$, T_i = Periode Komponen ke-i ($^0/\text{Jam}$)

t = Waktu (Jam)

P_i = Fase Komponen ke-i ($^0/\text{Jam}$)

Tabel 1. Penentuan nilai t

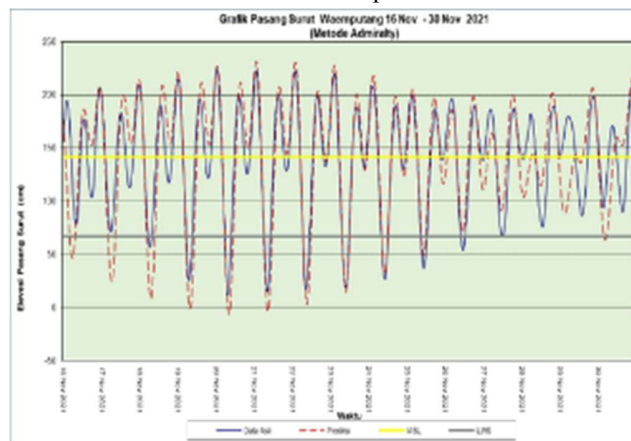
t (waktu)	Konstanta Harmonik	Ramalan
	M2	18,09
	S2	6,48
	N2	9,706
	K1	20,45
	O1	-27,79
	M4	0,047
	MS4	-0,9
0	K2	1,75
	P1	6,747

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Satu contoh perhitungan prediksi pasang surut untuk data pengamatan tanggal 16 November 2022 Jam 00:00 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 M_2 &= AM_2 \times \cos(\text{Radian}(XM_2.t - gM_2)) \\
 &= 53,2 \times \cos(\text{Radian}(28,98 \times 0 - 290)) \\
 &= 18,1 \\
 S_2 &= AS_2 \times \cos(\text{Radian}(XS_2.t - gS_2)) \\
 &= 21,4 \times \cos(\text{Radian}(30 \times 0 - 72)) \\
 &= 6,48 \\
 N_2 &= AN_2 \times \cos(\text{Radian}(XN_2.t - gN_2)) \\
 &= 11,1 \times \cos(\text{Radian}(28,44 \times 0 - 29)) \\
 &= 9,71 \\
 K_2 &= AK_2 \times \cos(\text{Radian}(XK_2.t - gK_2)) \\
 &= 5,8 \times \cos(\text{Radian}(30,08 \times 0 - 72)) \\
 &= 1,75 \\
 K_1 &= AK_1 \times \cos(\text{Radian}(XK_1.t - gK_1)) \\
 &= 37,9 \times \cos(\text{Radian}(15,04 \times 0 - 37,9)) \\
 &= 20,4 \\
 O_1 &= AO_1 \times \cos(\text{Radian}(XO_1.t - gO_1)) \\
 &= 28,9 \times \cos(\text{Radian}(13,94 \times 0 - 196)) \\
 &= 27,7 \\
 P_1 &= AP_1 \times \cos(\text{Radian}(XP_1.t - gP_1)) \\
 &= 12,5 \times \cos(\text{Radian}(14,96 \times 0 - 303)) \\
 &= 6,75 \\
 M_4 &= AM_4 \times \cos(\text{Radian}(XM_4.t - gM_4)) \\
 &= 0,3 \times \cos(\text{Radian}(57,97 \times 0 - 280)) \\
 &= -0,05 \\
 MS_4 &= AMS_4 \times \cos(\text{Radian}(XMS_4.t - gMS_4)) \\
 &= 1,2 \times \cos(\text{Radian}(58,98 \times 0 - 220)) \\
 &= -0,9 \\
 \eta(t) &= ASo + (M_2 + S_2 + N_2 + K_1 + O_1 + M_4 + MS_4 + K_2 + P_1) \\
 &= 141,7 + (18,1 + 6,48 + 9,71 + 20,4 + -27,7 + 0,05 + -0,9 + 1,75 + 6,75) \\
 &= 176
 \end{aligned}$$

Nilai prediksinya untuk tanggal 16 November 2022 adalah sebesar 176 cm dan nilai pengamatannya sebesar 156,5 cm. Sehingga didapat nilai perbandingan sebesar 19,5 cm. Elevasi muka air laut tertinggi untuk pengamatan diperoleh sebesar 225 cm dan elevasi muka air laut terendah untuk pengamatan sebesar 12 cm. Sedangkan untuk elevasi muka air laut tertinggi untuk prediksi untuk tahun 2022 diperoleh sebesar 232 cm dan elevasi muka air laut terendah untuk prediksi tahun 2022 sebesar -6 cm



Gambar 3. Grafik Perbandingan Pengamatan Tahun 2021 Dan 2022 Prediksi Pasang Surut Selama 15 Hari

Gambar 3. menunjukkan bahwa hasil dari perbandingan antara data pengamatan pasang surut tahun 2021 dan prediksi pasang surut pada tahun 2022 di Pantai Waemputang, dengan nilai elevasi paling tertinggi pada pengamatan tahun 2021 adalah terjadi pada tanggal 20 November pada jam 00:00 dengan nilai 225 cm dan nilai elevasi paling terendah pada pengamatan tahun 2021 adalah terjadi pada tanggal 20 November pada jam 07:00 dengan nilai 12 cm dan untuk nilai elevasi paling tertinggi pada prediksi tahun 2022 adalah terjadi pada tanggal 21 November pada jam 01:00 dengan nilai 232 cm dan nilai elevasi paling terendah pada prediksi tahun 2022 adalah terjadi pada tanggal 20 November pada jam 08:00 dengan nilai -6 cm. Pada grafik 4.3 juga menunjukkan bahwa pasang surut yang terjadi di Pulau Waemputang mengalami dua kali pasang dan dua kali selama 24 jam dalam waktu 15 hari dan nilai MSL yaitu 142 dan LWS dan LWS diambil dari nilai MLLWS yaitu 67.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data pasang surut yang ada di Pantai waemputang, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Elevasi muka air laut tertinggi untuk pengamatan diperoleh Maksimum sebesar 225 cm dan elevasi muka air laut terendah untuk pengamatan Minimum sebesar 12 cm.
2. Sedangkan untuk elevasi muka air laut tertinggi untuk prediksi diperoleh sebesar 232 cm dan elevasi muka air laut terendah untuk prediksi sebesar -6 cm.
3. Berdasarkan perhitungan nilai Fohmzal adalah sebesar 0,89. Maka tipe pasang surutnya adalah Tipe Pasang Surut Campuran Harian Ganda (Mixed Tide Prevailing Semidiurnal) atau dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan nilai ketentuan $0,25 < F = 0,89 < 1,5$.

DAFTAR PUSTAKA

Penulisan daftar pustaka disarankan menggunakan aplikasi Mendeley Reference Manager untuk menjaga konsistensi cara pengutipan dan daftar pustaka.

Standar yang digunakan adalah style IEEE. Contoh cara penulisan referensi di dalam Daftar Pustaka, diberikan sebagai berikut: Referensi Jurnal[1], [2], Referensi Prosiding[3], [4], Referensi Laporan[5] Referensi Buku[6], [7]

- [1]. M. N. Fitria, "Analisis Karakteristik Pasang Surut di Tanjung Lesung Provinsi Banten," Jurnal Geografi Universitas Lampung, vol. 3, no. 2, pp. 43–54, 2023.
- [2]. F. Dinnabhan, "Deteksi dan Prediksi Perubahan Garis Pantai Kawasan Pesisir," Jurnal Teknologi Kelautan, vol. 10, no. 1, pp. 1–15, 2025.
- [3]. S. Ashilah, "Studi Perubahan Garis Pantai Tahun 2012–2022 di Pesisir Bagik Kembar," Jurnal Ilmu Kelautan, vol. 15, no. 3, pp. 200–210, 2023.
- [4]. M. A. Rumapea, "Tipe dan Pola Pasang Surut pada Perairan di Pantai Sappoang," Jurnal Kelautan Trunojoyo, vol. 17, no. 2, pp. 178–186, 2024.
- [5]. U. Azmi, "Perbandingan Metode Admiralty dan Least-Square untuk Analisis Pasang Surut," Jurnal Hidrografi Indonesia, vol. 6, no. 1, pp. 50–60, 2025.
- [6]. S. A. Talke, et al., "How Tidal Properties Influence the Future Duration of Coastal Flooding," Nature Communications Earth & Environment, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2025.
- [7]. Y. Li, "Field Erosion Protection of Tidal Beach: Comparison and Evaluation," Marine Geology, vol. 456, pp. 1–10, 2024.
- [8]. K. Palmer, "An Improved Method for Computing Tidal Datums," Journal of Geophysical Research: Oceans, vol. 128, no. 7, e2023JC019567, 2023.
- [9]. J. A. Neville, et al., "A Conterminous United States–Wide Validation of Relative Tidal Elevation Differences," Estuaries and Coasts, vol. 47, no. 5, pp. 1234–1245, 2024.
- [10]. B. S. Hague, et al., "The Influence of Future Changes in Tidal Range, Storm Surge, and Sea-Level Rise on Coastal Flooding," Journal of Geophysical Research: Earth Surface, vol. 129, no. 3, e2023JF007883, 2024.