

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki garis pantai yang membentang luas dan merupakan rumah bagi jutaan penduduk yang menggantungkan hidupnya pada sektor kelautan dan pesisir. Wilayah pesisir Indonesia tidak hanya menjadi pusat aktivitas ekonomi seperti perikanan, pariwisata, dan transportasi laut, tetapi juga merupakan ekosistem yang sangat rentan terhadap berbagai ancaman, baik yang bersifat antropogenik maupun alamiah (GIS, 2023). Dinamika oseanografi di perairan Indonesia yang kompleks, dipengaruhi oleh kondisi geografis dan interaksi massa air global, menuntut pemahaman mendalam untuk pengelolaan yang berkelanjutan.

Salah satu ancaman alam yang semakin sering terjadi dan mengkhawatirkan adalah fenomena gelombang pasang ekstrem dan pasang maksimum yang memicu banjir rob. Isu global perubahan iklim telah memperparah kondisi ini menyebabkan kenaikan muka air laut rata-rata yang secara signifikan meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian banjir pesisir di banyak wilayah. Sebuah studi yang dirilis oleh NASA pada tahun 2021 memproyeksikan lonjakan drastis dalam kejadian banjir pasang surut di Amerika Serikat mulai tahun 2030-an. Prediksi ini dikaitkan dengan efek gabungan kenaikan muka air laut akibat pemanasan global dan siklus nodal Bulan 18.6 tahun yang akan memperkuat dampak tersebut (Fischels, 2021) .

Pasang maksimum adalah fenomena alamiah yang terjadi secara periodik akibat konfigurasi gravitasi Matahari, Bumi, dan Bulan. Namun, ketika pasang maksimum ini berinteraksi dengan faktor-faktor lain seperti kenaikan muka air laut, penurunan tanah (*subsidence*), atau kondisi cuaca ekstrem, ia dapat berubah menjadi bencana pesisir yang merugikan. Dampak yang ditimbulkan meliputi kerusakan infrastruktur vital, hilangnya lahan pertanian produktif, gangguan aktivitas ekonomi masyarakat, hingga pengungsian massal dan ancaman serius terhadap keselamatan jiwa penduduk pesisir. Fenomena pasang surut air laut secara fundamental dipengaruhi oleh faktor-faktor astronomis. Gaya gravitasi diferensial Bulan dan Matahari adalah pemicu utama pasang surut. Interaksi antara fase Bulan (terutama saat Bulan Baru dan Purnama yang menyebabkan pasang purnama), deklinasi Bulan dan Matahari (sudut kemiringan relatif terhadap ekuator Bumi), serta jarak Bumi-Bulan (perigee dan apogee) secara kolektif menentukan amplitudo dan periode gelombang pasang yang terjadi (Parker, 2007; Pough & Woodworth, 2014).

Pemahaman mendalam tentang bagaimana faktor-faktor ini saling memengaruhi sangat krusial untuk memprediksi pasang maksimum secara akurat. Di Indonesia, penelitian mengenai pasang surut telah banyak dilakukan, dengan Thomas Djamaluddin dan timnya memberikan kontribusi signifikan dalam memahami karakteristik pasang surut di berbagai wilayah. Studi mereka di pantai utara Jawa (Jakarta dan Surabaya) menunjukkan bahwa pasang maksimum dipengaruhi oleh perpaduan perigee Bulan dan

deklinasi Bulan maksimum (di Jakarta) atau fase Bulan Purnama/Bulan Baru (di Surabaya) (Djamaluddin et al., 2023). Selain itu, variasi deklinasi Matahari juga teridentifikasi sebagai konstituen dominan yang memengaruhi pasang tahunan.

Penelitian lebih lanjut oleh Thomas Djamaluddin dan tim juga mencakup wilayah lain di Indonesia. Di pantai selatan Jawa hingga Bali (Cilacap dan Benoa), disimpulkan bahwa pasang maksimum dipengaruhi oleh fase Bulan dan jarak Bulan-Bumi (perigee), sementara pasang tahunan dipengaruhi oleh deklinasi Matahari paling selatan (Djamaluddin et al., 2025). Pola serupa juga ditemukan di pantai barat Sumatera, di mana pasang maksimum terjadi saat Bulan Purnama atau Bulan Baru, diperkuat oleh perigee Bulan (Djamaluddin et al., 2025). Temuan konsisten ini menunjukkan bahwa faktor-faktor astronomis tersebut adalah pendorong utama pasang maksimum di perairan Indonesia. Yang menarik, penelitian Thomas Djamaluddin dan tim pada perairan Jawa-Bali secara spesifik menyatakan tidak ada indikasi pengaruh siklus nodal Bulan 18.6 tahun di perairan Indonesia yang relatif dangkal, berbeda dengan prediksi NASA untuk Amerika Serikat. Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik hidrodinamika lokal, seperti kedalaman laut, dapat memengaruhi respons pasang surut terhadap konstituen astronomis jangka panjang.

Provinsi Nusa Tenggara, sebagai bagian integral dari negara kepulauan Indonesia, juga sangat rentan terhadap dampak gelombang pasang dan pasang

maksimum. Berbagai laporan menunjukkan bahwa wilayah pesisir di Nusa Tenggara sering kali diterjang banjir rob dan gelombang tinggi, yang menyebabkan kerugian signifikan bagi masyarakat. Contohnya, laporan dari Lombok mengindikasikan kekhawatiran masyarakat pesisir yang semakin meningkat akibat ancaman ini (Mongabay, n.d.). Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) NTT juga telah mengeluarkan peringatan banjir rob di beberapa wilayah pesisir seperti Sumba, Sabu Raijua, dan Ende, yang menyebabkan ratusan jiwa terdampak dan mengungsi (Antara News, 2023; BPBD NTT, 2023, 2023; Metro News, 2023; Ykan, 2023). Bencana-bencana ini menggarisbawahi urgensi penelitian yang lebih spesifik di wilayah ini.

Mengingat potensi dampak bencana yang besar dan karakteristik pasang surut yang bervariasi antar wilayah, penelitian yang lebih spesifik mengenai pengaruh faktor astronomis pada karakteristik pasang maksimum di pantai Nusa Tenggara menjadi sangat relevan dan mendesak. Meskipun ada penelitian terkait karakteristik pasang surut di Lembar, NTB, yang menunjukkan dominasi konstituen tertentu (Bimantara et al., 2024), studi komprehensif yang berfokus pada pasang maksimum akibat faktor astronomis di seluruh wilayah Nusa Tenggara masih perlu diperdalam dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih akurat tentang dinamika pasang maksimum di wilayah tersebut, yang pada gilirannya dapat mendukung upaya mitigasi bencana dan perencanaan wilayah pesisir yang lebih efektif.

Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan penelitian yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi faktor-faktor astronomis (fase Bulan, deklinasi Bulan, posisi apogee/perigee Bulan, dan deklinasi Matahari) yang memengaruhi karakteristik pasang maksimum di Pantai Nusa Tenggara, khususnya wilayah Lembar dan Waikelo. Penelitian ini juga akan menganalisis karakteristik pola pasang surut di kedua lokasi tersebut. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan pemahaman ilmiah tentang dinamika pasang maksimum di wilayah pesisir Nusa Tenggara, serta menyediakan data dan analisis yang lebih akurat sebagai dasar perumusan strategi mitigasi dan adaptasi yang lebih efektif terhadap risiko banjir rob dan kenaikan permukaan air laut bagi masyarakat pesisir di kedua lokasi, terutama mengingat prediksi peningkatan kejadian banjir rob ekstrem akibat 'Moon's Wobble' yang akan terjadi mulai tahun 2030.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh faktor-faktor astronomis (fase Bulan, deklinasi Bulan, angular Bulan, dan deklinasi Matahari) terhadap karakteristik pasang maksimum di Pantai Nusa Tenggara khususnya Lembar dan Waikelo?
2. Bagaimana karakteristik pasang surut di wilayah Pantai Nusa Tenggara, khususnya di wilayah Lembar dan Waikelo?

### 1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan terjangkau dan lebih fokus dari hasil identifikasi dan rekam jejak masalah yang muncul, peneliti membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan meneliti di dua lokasi pengamatan di Pantai Nusa Tenggara, yaitu Lembar (Lombok Barat) dan Waikelo (Sumba Barat Daya) karena kedua lokasi tersebut rentan terhadap banjir rob dan bencana pesisir.
2. Data ketinggian permukaan laut (*Sea Level*) yang digunakan berasal dari basis data *University of Hawaii Sea Level Center* (UHSLC)
3. Data faktor-faktor astronomis (posisi Bulan, Matahari, jarak Bumi-Bulan, deklinasi Bulan dan Matahari) diperoleh dari sistem ephemeris *NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL) Horizons*
4. Fokus penelitian ini terbatas pada analisis data ketinggian pasang surut (*Sea Level*) dan kaitannya dengan faktor-faktor astronomis meliputi fase Bulan, deklinasi Bulan, jarak Bumi-Bulan, dan deklinasi Matahari.
5. Analisis karakteristik pasang surut menggunakan metode analisis grafis untuk mengidentifikasi karakteristik dan konstituen pasang surut. Pengaruh faktor astronomis terhadap pasang maksimum akan dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif-komparatif grafis.
6. Data ketinggian pasang surut (*Sea Level*) dan data faktor astronomis dianalisis dalam periode waktu yang spesifik sebagai berikut :

- Untuk Lembar: Data dari periode 23 September 2008 hingga 18 Desember 2024.
  - Untuk Waikelo: Data dari periode 11 April 2008 hingga 09 November 2019.
7. Identifikasi konstituen harmonik (seperti M2, K1, O1, dan S2.) dilakukan secara kualitatif berdasarkan pola visual yang teramati dari grafik pasang surut.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini dilaksanakan untuk mendeskripsikan data secara akurat, adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis dan mengidentifikasi faktor-faktor astronomis (fase bulan, deklinasi bulan, jarak Bumi-Bulan dan deklinasi Matahari) memengaruhi karakteristik pasang maksimum di Pantai Nusa Tenggara khususnya wilayah Lembar dan Waikelo
2. Menganalisis karakteristik pasang surut di Pantai Nusa Tenggara khususnya di wilayah Lembar dan Waikelo

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan, baik secara teoritis maupun praktis, di berbagai bidang, yaitu:

##### **1. Manfaat Teoritis:**

- Memperkaya literatur ilmiah di bidang oseanografi fisik, khususnya mengenai karakteristik pasang surut dan pengaruh faktor astronomis terhadap pasang maksimum di wilayah Nusa Tenggara.

- Memberikan pemahaman lebih mendalam tentang dinamika pasang surut di perairan kepulauan Indonesia bagian tengah dan timur.

## 2. **Manfaat Praktis:**

- Memberikan informasi yang relevan bagi pemerintah daerah dan masyarakat pesisir di Nusa Tenggara dalam upaya mitigasi dan adaptasi terhadap ancaman banjir rob yang diakibatkan oleh pasang maksimum.
- Menjadi referensi bagi perencanaan tata ruang pesisir, pembangunan infrastruktur maritim, dan kegiatan ekonomi kelautan di wilayah studi.
- Berkontribusi pada peningkatan kesadaran masyarakat pesisir tentang fenomena pasang surut dan faktor-faktor yang memengaruhinya.

## 1. 6 **Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi ini disusun ke dalam enam buah bab dengan sistematika sebagai berikut.

### BAB I :PENDAHULUAN

Memberikan pemahaman mengapa penelitian ini dilakukan, dengan menguraikan latar belakang yang memicu penelitian, rumusan masalah yang menjadi fokus, batasan-batasan yang mengapit penelitian, tujuan yang ingin dicapai dan rangkuman singkat tentang struktur keseluruhan penulisan.

### BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Merinci pengetahuan terkait dengan penelitian ini. Ini mencakup ulasan literatur yang relevan dan konsep-konsep yang menjadi dasar bagi penelitian ini, serta menjelaskan teori terkait.

### BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Menggambarkan secara detail tentang bagaimana penelitian ini dilakukan. Ini mencakup lokasi dan waktu penelitian, daftar peralatan dan bahan yang digunakan, serta langkah-langkah prosedur penelitian.

### BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil yang diperoleh dari penelitian dan analisa data dari proses penelitian.

### BAB V : PENUTUP

Bab ini menyimpulkan keseluruhan penelitian yang telah dilakukan serta penulis juga memberi saran untuk peneliti selanjutnya berdasarkan hasil pembahasan yang telah dianalisa.

### DAFTAR PUSTAKA

Berisi sumber referensi ilmiah yang menjadi acuan penelitian.

