

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan garis pantai lebih dari 80.000 km menghadapi ancaman serius berupa abrasi pantai yang diperparah oleh perubahan iklim dan aktivitas antropogenik

Data empiris menunjukkan bahwa di Indonesia, kegagalan breakwater sering terjadi akibat kondisi geoteknik yang tidak memadai. Misalnya, menurut laporan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada 2022, sekitar 15-20% proyek breakwater di pesisir utara Jawa mengalami deformasi dini karena lapisan tanah lunak dan sedimentasi tinggi, dengan biaya perbaikan mencapai miliaran rupiah. Di tingkat lokal, studi kasus di Kabupaten Bengkalis menunjukkan bahwa area pesisir seperti Pantai Mentayan sering mengalami masalah geoteknik akibat fluktuasi naik turun pasang surut dan endapan aluvial sedimentasi yang heterogen tidak merata, yang telah menyebabkan kerusakan struktur pelindung pantai pada beberapa proyek sebelumnya (Rahman et al., 2023).

Pantai Mentayan di Kabupaten Bengkalis merupakan wilayah pesisir yang menghadapi tantangan besar berupa abrasi. Fenomena ini mengancam garis pantai dan berbagai infrastruktur di sekitarnya, sehingga keberadaan bangunan pemecah gelombang (*breakwater*) menjadi sangat krusial. Namun, efektivitas dan stabilitas jangka panjang dari struktur tersebut sangat bergantung pada pemahaman mendalam mengenai kondisi tanah dasar atau stratigrafi di lokasi pembangunannya. Investigasi geoteknik yang akurat menjadi fondasi utama untuk memastikan bahwa perencanaan, konstruksi, dan pemeliharaan *breakwater* dapat dilakukan secara optimal dan aman.

Penelitian ini didasari oleh urgensi untuk mengatasi potensi kegagalan struktur yang dapat timbul akibat kurangnya pemahaman terhadap lapisan tanah. Kegagalan seperti penurunan tanah (*settlement*) atau pergeseran struktur dapat terjadi jika karakteristik dan sebaran lapisan tanah tidak terpetakan dengan baik.

Investigasi geoteknik yang komprehensif, yang mencakup data primer dari pengeboran tangan (*hand boring*) dan analisis laboratorium, menjadi langkah awal yang penting. Pengeboran tangan diakui sebagai metode yang efektif untuk mendapatkan sampel tanah dan mengidentifikasi profil lapisan hingga kedalaman tertentu, terutama di area dengan akses terbatas seperti wilayah pesisir .

Untuk mendapatkan gambaran stratigrafi yang lebih utuh, penelitian ini mengintegrasikan data geoteknik tersebut dengan teknologi pemetaan dan pemodelan terkini. Data spasial presisi tinggi dari foto udara drone akan diolah menggunakan perangkat lunak *Agisoft Metashape* untuk menghasilkan model permukaan dan *ortomosaik* yang detail . Selain itu, analisis butiran tanah secara mikroskopis menggunakan aplikasi *open-source ImageJ* memungkinkan kuantifikasi parameter bentuk dan ukuran partikel. Pendekatan ini telah terbukti dalam mengkarakterisasi *sedimen* dan mengidentifikasi asal-usul material tanah, yang sangat relevan untuk memahami sejarah sedimentasi di area penelitian .

Integrasi data dari berbagai sumber dan skala, menjadi kunci dalam membangun model bawah permukaan yang *representatif*. Dengan memasukkan data *litologi* dari pengeboran, elevasi dari pengukuran *waterpass*, dan *topografi* dari *drone* ke dalam perangkat lunak pemodelan *geologi 3D* seperti *RockWorks*, penelitian ini bertujuan untuk memvisualisasikan sebaran lapisan tanah secara spasial. Pendekatan ini sejalan dengan praktik terbaik dalam pengembangan model konseptual untuk sistem bawah permukaan yang kompleks, di mana alat pemodelan 3D sangat vital untuk meningkatkan pemahaman sebaran unit-unit *stratigrafi*. Melalui integrasi data dan pemodelan 3D inilah penelitian ini berupaya menjawab permasalahan ketidakpastian kondisi tanah dasar dan menyediakan analisis stratigrafi yang komprehensif untuk mendukung keberlanjutan infrastruktur pantai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini

1. Bagaimana karakteristik stratigrafi dan sifat fisik tanah di lokasi studi berdasarkan data *hand boring*?
2. Bagaimana representasi model tiga dimensi (3D) hasil integrasi penyatuan

data spasial dan geoteknik?

3. Sejauh mana bagaimana integrasi penyatuan dan validasi antara data spasial dengan data geoteknik sehingga dapat meningkatkan keandalan interpretasi menampilkan kondisi bawah tanah yang akurat?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis kondisi stratigrafi serta klasifikasi tanah dasar pada lokasi penelitian berdasarkan data hand boring.
2. Membangun model tiga dimensi (3D) yang terintegrasi untuk memvisualisasikan sebaran lapisan tanah.
3. Mengevaluasi dan memvalidasi hasil interpretasi model spasial dengan data geoteknik untuk menghasilkan karakterisasi yang lebih akurat dan reliabel.

1.4 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan kontribusi ilmiah dalam bidang geoteknik dan rekayasa pantai, khususnya terkait analisis stratigrafi tanah dan penerapan pemodelan tiga dimensi (3D) berbasis integrasi data spasial dan geoteknik.
2. Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam penerapan metode hand boring yang diintegrasikan dengan pemodelan 3D sebagai pendekatan analisis kondisi bawah permukaan, sehingga dapat menjadi alternatif metode penelitian pada wilayah pesisir dengan keterbatasan data.
3. Hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran kondisi stratigrafi bawah permukaan di area breakwater Pantai mentayan, yang dapat digunakan sebagai dasar dalam evaluasi teknis, perencanaan perkuatan tanah, maupun pengembangan struktur pelindung pantai.
4. Penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah atau instansi terkait dalam pengelolaan wilayah pesisir, khususnya dalam perencanaan pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur pantai yang

lebih berkelanjutan.

5. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dan acuan untuk pengembangan studi lanjutan yang berkaitan dengan pemodelan bawah permukaan, integrasi data geoteknik, maupun kajian dinamika sedimen di kawasan pesisir.