

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Wilayah pesisir Pulau Bengkalis, khususnya yang berhadapan langsung dengan lintasan Selat Malaka seperti Pantai Raja Kecil di Desa Muntai Barat, Kecamatan Bantan, merupakan kawasan pulau terluar Indonesia yang mengalami ancaman hidrodinamika laut yang sangat masif. Menurut Fadhli dkk. (2020), garis pantai di utara Pulau Bengkalis mengalami laju abrasi yang sangat tajam setiap tahunnya akibat paparan gelombang laut Selat Malaka serta arus pasang surut yang agresif, sehingga mengikis batas wilayah daratan nasional secara signifikan. Dalam lingkup lokal Pantai Raja Kecil, Ikhsan dkk. (2023) menegaskan bahwa letak geografis Desa Muntai Barat menjadikannya salah satu titik paling rentan terhadap abrasi pesisir, sehingga diperlukan mitigasi fisik yang terintegrasi antara vegetasi mangrove dan struktur penahan gelombang mekanis.

Sebagai respon terhadap abrasi tersebut, berbagai upaya mitigasi non-struktural maupun struktural seperti penanaman vegetasi pantai dan pembangunan breakwater (pemecah gelombang) batu serta jembatan pelantar/akses ekowisata telah didirikan di sepanjang kawasan Pantai Raja Kecil. Namun demikian, efektivitas dan keberlanjutan fungsi dari struktur breakwater tersebut sangat bergantung pada kondisi fisik dan karakteristik mekanis tanah dasar (subsurface) tempat fondasi diletakkan. Setiawan dan Hidayat (2021) menyatakan bahwa sebagian besar tanah pesisir timur Sumatra didominasi oleh endapan aluvial berupa sedimen lempung lunak dan lanau (soft clay and silt) dengan daya dukung tanah (bearing capacity) yang relatif rendah, kadar air tinggi, dan tingkat kompresibilitas yang signifikan. Apabila struktur penahan gelombang yang berat dibangun di atas endapan lunak tanpa evaluasi geoteknik yang memadai, risiko penurunan tidak seragam (differential settlement) hingga kegagalan fondasi akibat keruntuhan geser sangat mungkin terjadi (Putra dkk., 2022).

Permasalahan geoteknik pesisir ini diperrumit oleh keterbatasan metode investigasi tanah konvensional. Pratama dan Rahmad (2019) mengemukakan bahwa analisis sifat tanah yang hanya mengandalkan data titik point-based (seperti bor tangan tunggal) kurang mampu menggambarkan variasi spasial dan stratigrafi tanah yang heterogen secara kontinu. Oleh sebab itu, diperlukan terobosan metode melalui pemodelan visualisasi 3 Dimensi. Nugroho dkk. (2021) menyoroti bahwa integrasi pemetaan fotogrametri udara (Unmanned Aerial Vehicle / UAV) untuk analisis topografi permukaan (DSM/DEM) dan perangkat lunak pemodelan geoteknik seperti RockWorks mampu memvisualisasikan penyebaran subsurface stratigrafi tanah secara presisi dan holistik.

Di samping pemodelan visual 3D, pemahaman mengenai karakteristik mikro-morfologi tanah lunak pesisir juga menjadi aspek kunci dalam geoteknik. Firmansyah dkk. (2020) membuktikan bahwa analisis dimensi dan bentuk butiran tanah menggunakan pengolahan citra digital (ImageJ) berbasis Skala Wentworth memberikan gambaran rinci mengenai tekstur, derajat kebulatan (sphericity), dan karakteristik fisik tanah yang berpengaruh terhadap sifat permeabilitas serta interaksi antarbutir. Selain itu, parameter keasaman tanah (pH) lingkungan pesisir dan kawasan mangrove turut mempengaruhi dinamika kimiawi tanah dasar yang dapat berdampak pada korosivitas dan durabilitas material infrastruktur di sekitarnya (Suryani & Triana, 2022).

Berdasarkan pertimbangan dan temuan dari para peneliti terdahulu tersebut, penelitian ini menggabungkan investigasi geoteknik lapangan melalui Hand Boring (9 titik, kedalaman 0–2,5 m), pengujian keasaman (pH) tanah, analisis butiran mikro mikroskopis (ImageJ), fotogrametri udara UAV Drone (Agisoft Metashape), serta pemodelan stratigrafi 3D berbasis RockWorks. Penelitian ini berfokus di area breakwater Pantai Raja Kecil, Desa Muntai Barat, Kecamatan Bantan, guna memberikan pemahaman mendalam mengenai stratigrafi subsurface tanah dasar dan dampaknya terhadap stabilitas infrastruktur pelindung pantai di wilayah terluar Kabupaten Bengkalis.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik stratigrafi dan sifat fisik tanah di lokasi studi berdasarkan data *hand boring*?
2. Bagaimana representasi model tiga dimensi (3D) hasil integrasi data spasial dan geoteknik?
3. Sejauh mana integrasi dan validasi silang data spasial dengan data geoteknik dapat meningkatkan keandalan interpretasi kondisi bawah tanah?

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 BATASAN PENELITIAN

Agar penelitian ini lebih terfokus, maka dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Wilayah studi dibatasi pada area rencana pembangunan infrastruktur kelautan tertentu (di Perairan Pantai Papal).
2. Data geoteknik bersumber dari hasil penyelidikan tanah (*hand boring*) dengan jumlah titik bor 9 titik.
3. Parameter geoteknik yang dikorelasikan terutama adalah *hand boring*, menentukan klasifikasi tanah pada area breakwater.
4. Pemodelan 3D difokuskan pada zona kedalaman yang relevan.

1.5 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 Selat Baru, 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.