

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dermaga merupakan infrastruktur vital dalam sistem transportasi laut yang berfungsi sebagai tempat bersandar kapal untuk kegiatan bongkar muat barang maupun naik turun penumpang. Kekuatan dan stabilitas dermaga sangat bergantung pada sistem fondasinya, di mana tiang pancang seringkali menjadi pilihan utama. Perencanaan fondasi tiang pancang yang optimal menjadi krusial untuk memastikan keamanan, efisiensi, dan keberlanjutan operasional dermaga (Triatmodjo, 2010).

Secara umum, fondasi tiang pancang dapat terdiri dari tiang tegak seluruhnya atau kombinasi antara tiang tegak dan tiang miring (*battered pile*). Tiang tegak memiliki keterbatasan dalam menahan beban lateral yang besar, seperti yang diakibatkan oleh gaya gempa, arus, angin, maupun benturan kapal. Untuk mengatasi keterbatasan ini, konsep tiang pancang miring seringkali diterapkan. Tiang miring dirancang dengan sudut kemiringan tertentu terhadap posisi vertikal, yang memungkinkan sebagian besar beban lateral disalurkan menjadi beban aksial pada tiang, sehingga meningkatkan ketahanan struktur terhadap gaya-gaya horizontal (Murthy, 2002). Penggunaan tiang miring ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan daya dukung lateral dan stabilitas fondasi pada struktur yang menerima beban lateral signifikan, seperti jembatan, struktur lepas pantai, dan dermaga (Hannigan, Rausche, Likins, Robinson, & Becker, 2016).

Di Jawa Timur sedang dilaksanakan pembangunan dermaga A tipe *jetty* milik PT. Petrokimia Gresik sebagai fasilitas penunjang industri yang strategis, serta potensi beban lateral yang tinggi akibat aktivitas kapal dan kondisi lingkungan, maka analisis mendalam terhadap kinerja tiang pancang dengan variasi kemiringan menjadi sangat relevan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan berbagai konfigurasi tiang pancang, mulai dari tiang tegak hingga kombinasi tiang tegak dan miring dengan berbagai variasi kemiringan, untuk mengidentifikasi konfigurasi tiang pancang terbaik yang mampu memberikan

kinerja optimal dari segi kekuatan, kekakuan, dan distribusi gaya aksial pada Dermaga A Petrokimia Gresik.

Topik mengenai variasi kemiringan tiang pancang dipilih karena struktur dermaga menerima beban lateral yang besar dari aktivitas tambat kapal, gelombang dan arus. Respons tiang terhadap beban ini sangat dipengaruhi oleh sudut kemiringan. Literatur seperti API RP 2A dan OCDI 2002 menekankan bahwa tiang miring dapat mengurangi perpindahan lateral dan meningkatkan distribusi gaya aksial. Namun belum banyak penelitian yang secara sistematis meninjau rentang kemiringan yang umum digunakan pada dermaga Indonesia. Kondisi ini mendorong perlunya analisis khusus untuk menentukan konfigurasi paling efektif sesuai kondisi tanah dan beban pada lokasi penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perancangan fondasi dermaga yang lebih efisien dan aman.

1.2 Identifikasi Masalah

Didasarkan pada latar belakang yang telah disebutkan di atas, masalah penelitian ini akan diidentifikasi sebagai berikut.

1. Keterbatasan tiang pancang tegak dalam menahan beban lateral yang besar, seperti akibat gempa, arus laut, angin, maupun benturan kapal.
2. Kebutuhan penerapan tiang miring (*battered pile*) sebagai solusi untuk meningkatkan ketahanan fondasi dermaga terhadap gaya horizontal.
3. Variasi sudut kemiringan tiang pancang berpengaruh signifikan terhadap kapasitas, kekakuan, serta distribusi gaya aksial pada tiang.
4. Belum adanya kajian spesifik pada Dermaga A Petrokimia Gresik mengenai konfigurasi tiang tegak dan miring yang optimal, padahal dermaga ini memiliki potensi beban lateral yang tinggi akibat aktivitas kapal dan kondisi lingkungan.
5. Diperlukan analisis komparatif untuk mengetahui konfigurasi terbaik tiang pancang (tegak, miring, atau kombinasi) yang dapat memberikan performa optimal dari segi kekuatan, kekakuan, serta distribusi gaya aksial.

6. Variasi kemiringan tiang perlu dianalisis karena sudut yang berbeda akan menghasilkan perubahan pada distribusi gaya aksial, gaya lateral dan rotasi kepala tiang. Sudut yang lebih landai cenderung meningkatkan kontribusi gaya aksial sehingga mengurangi defleksi. Sudut yang terlalu besar dapat menimbulkan konsentrasi beban pada beberapa tiang. Pengaruh perbedaan sudut ini perlu diidentifikasi untuk menemukan konfigurasi yang memberikan kekakuan, kekuatan dan stabilitas terbaik bagi struktur dermaga.

1.3 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan permasalahan – permasalahan yang terjadi serta dampak yang ditimbulkan, maka permasalahan dalam proposal ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi sudut kemiringan tiang pancang terhadap respons struktur tiang pancang, yang ditinjau dari defleksi lateral, distribusi gaya aksial, dan nilai capacity ratio pada Dermaga A Petrokimia Gresik?
2. Bagaimana perbandingan kinerja tiang pancang pada setiap variasi kemiringan, dengan kondisi geometri, material, dan pembebanan yang sama sesuai data DED?
3. Variasi kemiringan tiang pancang manakah yang memberikan kinerja paling optimal, berdasarkan hasil analisis numerik tiang pancang terhadap beban yang bekerja?

1.4 Tujuan

Tujuan berkaitan langsung dengan rumusan masalah, yaitu:

1. Menganalisis pengaruh variasi sudut kemiringan tiang pancang terhadap kinerja tiang pancang, yang ditinjau dari defleksi lateral, distribusi gaya aksial, dan nilai capacity ratio.
2. Membandingkan hasil analisis numerik tiang pancang pada setiap variasi kemiringan, dengan menggunakan data DED dan pembebanan yang sama.

3. Menentukan variasi kemiringan tiang pancang yang paling optimal berdasarkan hasil analisis numerik terhadap kriteria kekuatan dan kekakuan tiang pancang.

1.5 Batasan Masalah

1. Analisis difokuskan hanya pada struktur bawah berupa tiang pancang tegak dan miring (batter pile) dengan 5 tipe variasi sudut kemiringan (Tipe 1 dengan tiang tegak seluruhnya, tipe 2 dengan tiang miring 1H:11V, tipe 3 dengan tiang miring 1H:10V, tipe 4 dengan tiang miring 1H:9V, tipe 5 dengan tiang miring 1H:8V). Sedangkan struktur atas Dermaga tidak menjadi objek kajian secara detail dan hanya berfungsi sebagai penerus beban ke fondasi.
2. Variasi yang ditinjau dalam penelitian ini hanya berupa perubahan sudut kemiringan tiang pancang miring, sementara jumlah tiang, posisi tiang, jenis tiang, diameter, panjang, dan mutu material diasumsikan tetap untuk seluruh variasi.
3. Beban yang digunakan dalam analisis sesuai dengan hasil pengumpulan data dan dokumen perencanaan, meliputi beban mati, beban hidup, serta beban lateral (berthing, mooring, arus, angin, dan gempa), tanpa dilakukan modifikasi atau skenario pembebanan tambahan.
4. Studi kasus difokuskan pada Dermaga A Petrokimia Gresik.
5. Analisis dilakukan dengan pendekatan perhitungan teknik sipil menggunakan literatur, data lapangan, serta perangkat lunak pendukung (software SAP2000) untuk mengevaluasi respons gaya dalam, defleksi, dan distribusi gaya aksial.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Analisa ini bermanfaat untuk memberikan penjelasan yang lebih jelas mengenai perbedaan kinerja tiang pancang tegak dan tiang miring pada struktur dermaga.
2. Hasil analisa dapat menjadi acuan dalam memilih konfigurasi fondasi tiang pancang yang tepat, sehingga dermaga dapat dirancang dengan lebih kuat, stabil, dan efisien.
3. Analisa ini membantu menunjukkan bagaimana variasi kemiringan tiang pancang memengaruhi daya dukung, kekakuan, dan distribusi beban, sehingga dapat mendukung perencanaan struktur yang lebih optimal.
4. Penulisan analisa ini bermanfaat untuk menambah wawasan baik bagi pembaca maupun penulis mengenai konsep dan aplikasi fondasi tiang pancang dalam pembangunan dermaga.