

Optimasi Reklamasi: *Settlement Plate Trial Embankment* sebagai Evaluasi Penurunan Timbunan *Causeway* Dermaga

Muhammad Ali Akbar V. S. ¹

research.aliakbar@gmail.com

¹PT. Brantas Abipraya (Persero)

1. PENDAHULUAN

Proyek pembangunan dermaga merupakan salah satu infrastruktur penting dalam mendukung aktivitas maritim dan logistik. Salah satu elemen kunci dalam proyek ini adalah reklamasi, yang bertujuan untuk menambah luas daratan guna menampung fasilitas dermaga serta akses jalan yang diperlukan. Reklamasi ini, khususnya dalam bentuk timbunan *causeway*, sering menghadapi tantangan teknis yang signifikan, seperti penurunan tanah (*settlement*) dan stabilitas struktur timbunan.

Trial embankment adalah salah satu metode yang digunakan untuk menguji dan memastikan keberhasilan reklamasi timbunan sebelum pelaksanaan skala penuh. Melalui *trial embankment*, para insinyur dapat mempelajari perilaku tanah dan timbunan dalam kondisi nyata, serta mengidentifikasi potensi masalah sejak dini. Salah satu instrumen penting yang digunakan dalam proses ini adalah *settlement plate*, yang berfungsi untuk mengukur dan memantau tingkat penurunan tanah secara akurat.

Penggunaan *settlement plate* dalam *trial embankment* pada proyek dermaga, khususnya untuk reklamasi timbunan *causeway*, memiliki tujuan utama untuk memastikan bahwa timbunan yang dilakukan dapat memenuhi standar teknis dan keamanan yang ditetapkan. Dengan pemantauan yang cermat, hasil dari *trial embankment* dapat memberikan data yang berguna untuk perencanaan dan pelaksanaan reklamasi yang lebih efektif dan efisien.

Dengan pemahaman yang komprehensif, diharapkan artikel ini dapat memberikan wawasan yang berguna bagi para profesional di bidang konstruksi dan rekayasa sipil.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Embankment dan Reklamasi

Embankment atau timbunan adalah struktur tanah atau material lainnya yang digunakan untuk menaikkan permukaan tanah guna menciptakan lahan baru atau memperbaiki infrastruktur yang ada. Dalam konteks proyek dermaga, embankment biasanya digunakan untuk membentuk *causeway*, yang merupakan jalan penghubung antara daratan utama dengan fasilitas dermaga yang berada di perairan.

Reklamasi adalah proses memperluas daratan melalui penimbunan material pada daerah perairan seperti laut, sungai, atau danau. Tujuannya adalah untuk meningkatkan luas daratan guna mendukung pembangunan infrastruktur, termasuk dermaga, pelabuhan, dan area industri. Reklamasi memainkan peran penting dalam proyek dermaga karena menyediakan ruang tambahan yang diperlukan untuk fasilitas dan akses jalan.

Prinsip Kerja Settlement Plate

Settlement plate adalah alat yang digunakan untuk mengukur penurunan tanah (settlement) pada timbunan atau struktur tanah lainnya. Prinsip kerjanya melibatkan pemasangan piringan atau pelat datar di bawah lapisan timbunan, yang kemudian dihubungkan dengan batang pengukur yang naik ke permukaan. Dengan pemantauan berkala, data mengenai pergerakan vertikal tanah dapat direkam dan dianalisis.

Settlement plate umumnya terdiri dari beberapa komponen utama:

- a. Pelat Dasar : Dipasang di bawah timbunan dan berfungsi sebagai titik referensi.
- b. Batang Pengukur : Menghubungkan pelat dasar dengan permukaan, memungkinkan pengukuran pergerakan tanah.
- c. Tutup Pengaman : Melindungi batang pengukur dari kerusakan dan gangguan eksternal.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penurunan Tanah (Settlement)

Penurunan tanah pada proyek reklamasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Jenis dan Kualitas Material Timbunan: Material dengan kepadatan tinggi cenderung mengalami penurunan yang lebih sedikit dibandingkan dengan material yang kurang padat.
- b. Kondisi Geologi dan Hidrologi Tanah Asli: Tanah yang berair atau lunak akan mengalami penurunan yang lebih besar dibandingkan dengan tanah yang padat dan stabil.
- c. Metode dan Tahapan Pembangunan: Cara material timbunan diaplikasikan dan dipadatkan sangat mempengaruhi tingkat penurunan tanah.
- d. Waktu dan Beban Tambahan: Penurunan tanah sering terjadi secara bertahap dan dipengaruhi oleh beban tambahan dari konstruksi di atasnya.

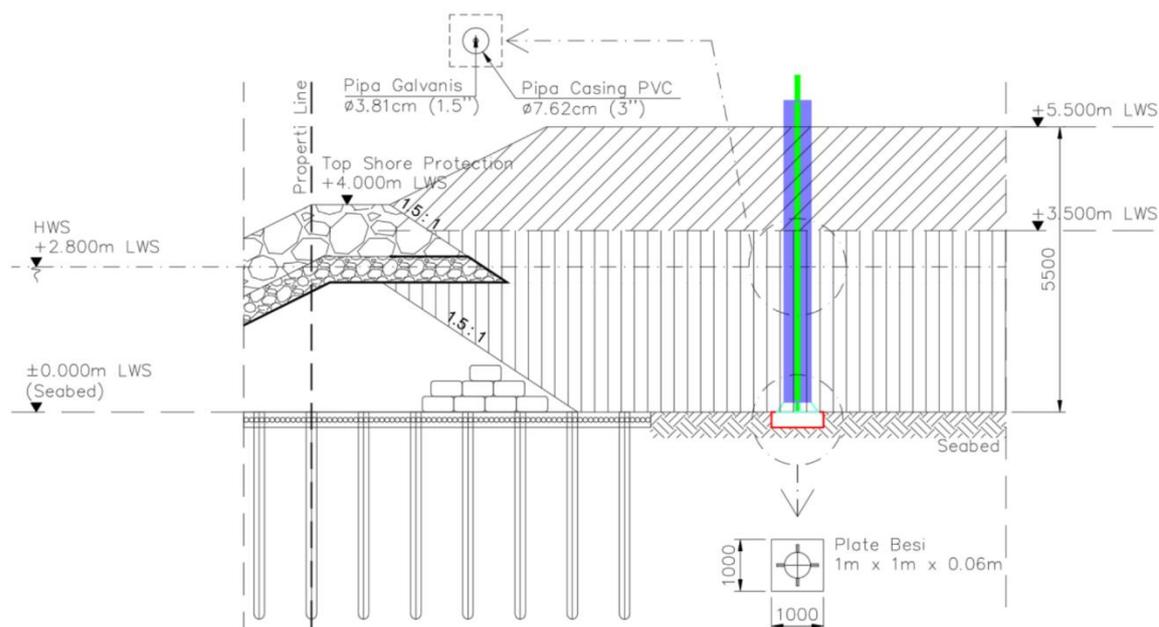
Dengan memahami dasar teori dan konsep-konsep ini, para insinyur dan praktisi dapat merencanakan dan melaksanakan trial embankment secara efektif, sehingga hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan keamanan proyek reklamasi timbunan causeway.

3. METODOLOGI**Soil Instrument Monitoring**

- a. Instrumen untuk memantau penurunan vertikal (pelat penurunan/settlement plate) yang digunakan harus sesuai dengan persyaratan yang tercantum pada SNI 3454:2008.
- b. Pelat penurunan terdiri dari suatu batang yang dilas pada suatu pelat baja bujur sangkar berukuran 60 cm x 60 cm yang diletakkan pabrada dasar timbunan
- c. Instrumen untuk memantau pergerakan horizontal (inclinometer) yang digunakan harus sesuai dengan persyaratan yang tercantum pada SNI 3404:2008.
- d. Instrumen untuk mengukur tekanan air pori yang digunakan harus sesuai dengan persyaratan yang tercantum pada SNI 03-3442-1994 atau SNI 03- 3453-1994 atau SNI 6461:2012.

Spesifikasi Settlement Plate

- a. Penempatan Settlement Plate diletakkan -30 cm dari tanah asli
 - b. Plate yang digunakan memiliki dimensi 100 x 100 x 0.6 cm
 - c. Pipa Casing dari Paralon PVC diameter 7.62 cm (3")
 - d. Pipa Galvanis Ø3.81 cm (1.5") dengan marking pembacaan per 25 cm
 - e. Pelat pengaku siku ukuran pada 4 sisi
-

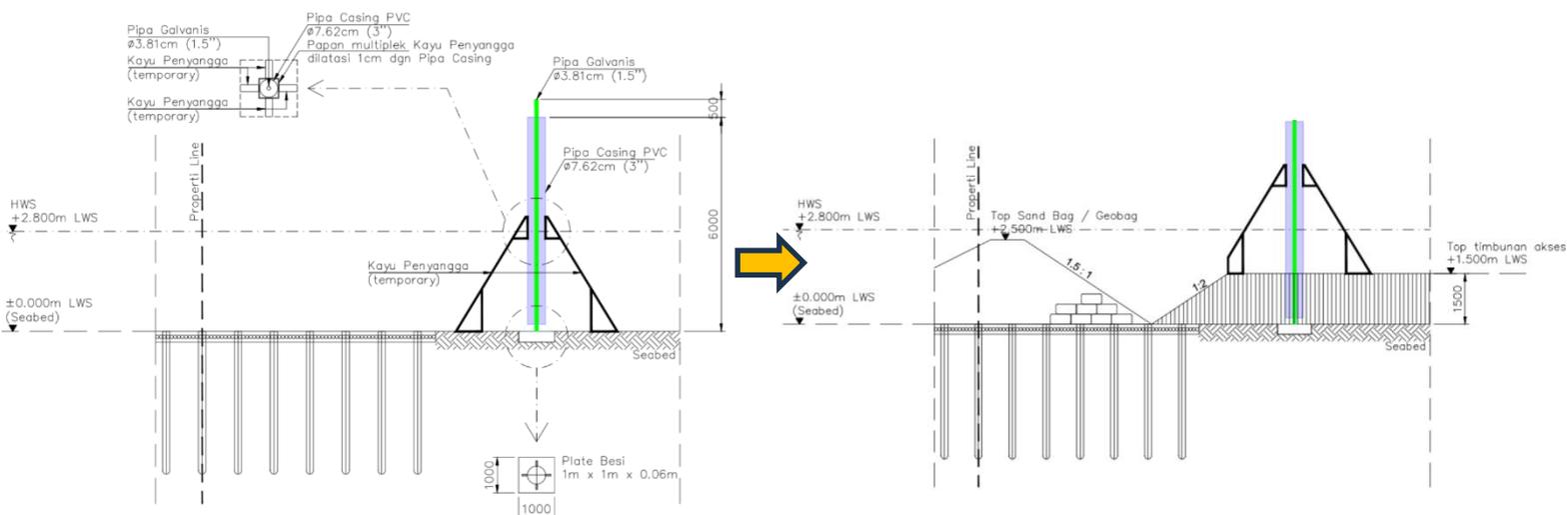


Gambar 3.1 Skematik penempatan dan spesifikasi Settlement Plate

Metode Pelaksanaan dan Pembacaan Settlement Plate

Berikut adalah metode pelaksanaan secara garis besar untuk instrument Settlement Plate :

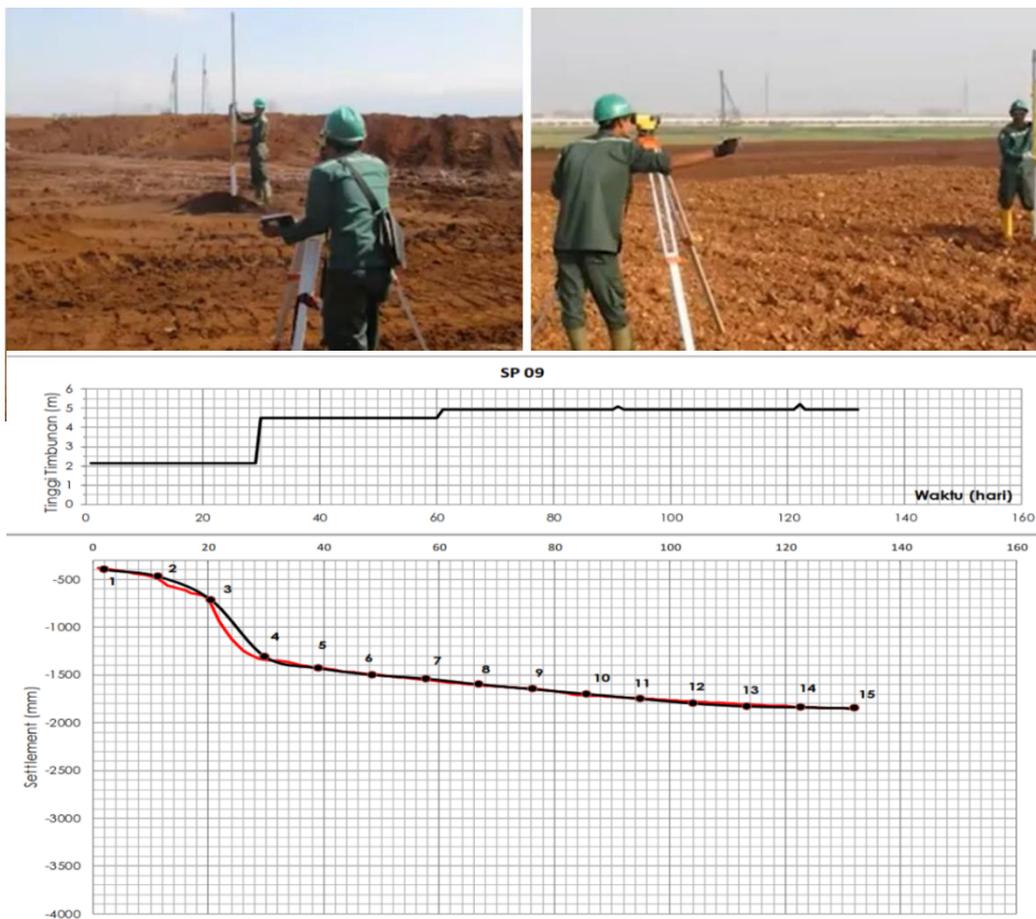
- Dilakukan galian untuk penempatan Settlement Plate dengan ukuran 100 x 100 x 30 cm
- Penempatan Settlement Plate pada titik yang telah digali
- Pemasangan Pipa Casing Segmental (3 m)
- Pemasangan Kayu Penyangga sementara untuk menstabilkan posisi tiang Settlement Plate
- Penimbunan bertahap
- Jika tinggi timbunan lebih dari tinggi Pipa Casing dilakukan penyambungan Pipa Casing
- Dilakukan monitoring secara berkala yang dimulai setelah poin (d) selesai.



Gambar 3.2 Penempatan Settlement Plate dan penimbunan bertahap

Berikut adalah Metode Pembacaan secara garis besar untuk instrument Settlement Plate:

- Pembacaan Settlement menggunakan alat baca Autolevel dengan cara penembakan pembacaan Elevasi dengan kontrol dari Bench Mark yang ditinjau sehingga didapatkan elevasi penurunan pada Settlement Plate
- Pembacaan dilakukan secara berkala dengan rekomendasi pembacaan tiap 2 hari sekali di interval waktu yang sama
- Hasil dari pembacaan Settlement Plate kemudian diplotkan kedalam grafik Penurunan vs Waktu pemantauan dengan Grafik tinggi timbunan bertahap vs waktu penimbunan.



Gambar 3.3 Pengukuran dan Contoh hasil Monitoring Settlement Plate

4. ANALISIS HASIL DAN EVALUASI

Data Pengukuran Settlement

Data pengukuran dari settlement plate memberikan informasi tentang besarnya penurunan tanah pada berbagai titik di embankment. Data ini mencakup:

- Elevasi Awal: Tinggi awal tanah sebelum timbunan dimulai.
- Elevasi Berkala: Tinggi tanah pada interval waktu tertentu selama periode pemantauan.
- Total Settlement: Penurunan tanah total dari waktu ke waktu.

Interpretasi Hasil Pengukuran

Interpretasi data pengukuran melibatkan analisis tren dan pola penurunan tanah. Beberapa aspek yang diperhatikan meliputi:

- Kecepatan Penurunan: Laju penurunan tanah pada berbagai interval waktu.
- Distribusi Penurunan: Pola penurunan tanah di seluruh area embankment.
- Konsolidasi Tanah: Proses pemadatan tanah asli dan timbunan yang menyebabkan penurunan.

Evaluasi Keberhasilan dan Tantangan

Evaluasi hasil trial embankment meliputi:

- a. Keberhasilan Desain: Apakah embankment memenuhi standar dan spesifikasi yang telah ditetapkan.
- b. Identifikasi Masalah: Mengidentifikasi potensi masalah yang muncul, seperti penurunan yang berlebihan atau ketidakstabilan lereng.
- c. Rekomendasi Perbaikan: Saran untuk perbaikan dan penyesuaian desain berdasarkan hasil pengukuran dan analisis.

5. STUDI KASUS REKLAMASI TIMBUNAN CAUSEWAY PROYEK DERMAGA**Kondisi Lapangan**

Proyek Pekerjaan Pembangunan Terminal Multipurpose Batang Tahap I meliputi pekerjaan reklamasi timbunan causeway untuk menciptakan akses ke fasilitas dermaga. Kondisi lapangan meliputi:

- a. Tanah Lunak : Kondisi tanah asli yang lunak dan memerlukan stabilisasi.
- b. Kedalaman Air : Variasi kedalaman air di sekitar area reklamasi.
- c. Lingkungan Maritim : Faktor-faktor lingkungan seperti pasang surut dan arus laut.

Pelaksanaan Trial Embankment di Lokasi Proyek

Trial embankment dilakukan dengan mengikuti tahapan yang telah direncanakan, meliputi:

- Pemilihan Lokasi : Lokasi yang representatif dipilih untuk percobaan.
- Instalasi Settlement Plate : Pemasangan settlement plate di 2 titik pada embankment.
- Penimbunan dan Pemasatan : Penimbunan material sesuai dengan desain, diikuti dengan pemasatan lapisan per lapisan.
- Pemantauan Berkala : Pemantauan penurunan tanah secara berkala selama periode trial.

Hasil Analisis untuk Proyek

Hasil dari trial embankment dapat menunjukkan:

- Penurunan Tanah yang Terukur : Data penurunan yang signifikan pada titik-titik tertentu.
- Tren Konsolidasi : Pola konsolidasi tanah asli dan timbunan.
- Rekomendasi Desain : Penyesuaian desain berdasarkan hasil pemantauan dan analisis data.
-

6. KESIMPULAN

Ringkasan Temuan Utama

Trial embankment dengan menggunakan settlement plate memberikan wawasan penting tentang perilaku tanah dan timbunan dalam proyek reklamasi dermaga. Data yang dikumpulkan membantu dalam memastikan stabilitas embankment serta optimasi volume dan biaya timbunan.

Implikasi untuk Pelaksanaan Proyek Dermaga

Hasil trial embankment memiliki implikasi langsung terhadap pelaksanaan proyek skala penuh, termasuk:

Optimasi Desain : Penyesuaian desain embankment untuk meningkatkan stabilitas.
Pengelolaan Risiko : Identifikasi dan mitigasi risiko penurunan tanah yang berlebihan serta efisiensi biaya.

Rekomendasi untuk Proyek Selanjutnya

Berdasarkan hasil analisis, beberapa rekomendasi untuk proyek serupa di masa depan meliputi:

Penggunaan Teknologi Pemantauan Lanjutan : Mengintegrasikan sensor dan data logger untuk pemantauan real-time.
Peningkatan Metode Pemasatan : Metode pamasatan yang lebih efektif untuk mengurangi penurunan tanah.
Perencanaan yang Lebih Detail : Studi geoteknik yang lebih mendalam sebelum pelaksanaan proyek.

REFERENSI

1. Bowles, J. E. (1996). *Foundation Analysis and Design*. McGraw-Hill.
 2. Holtz, R. D., Kovacs, W. D., & Sheahan, T. C. (2011). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. Prentice Hall.
 3. Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1969). *Soil Mechanics*. John Wiley & Sons.
 4. Das, B. M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning.
 5. Mesri, G., & Vardhanabhuti, B. (2009). *Compression of Soils and Settlement of Embankments*. ASCE Geotechnical Special Publication.
 6. Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley & Sons.
-