

Hitung Balik Nilai Kekakuan Tanah dari Hasil Pile Loading Test dengan Menggunakan Program Plaxis

Gouw Tjie Liong

Fakultas Teknik Sipil, Universitas Bina Nusantara, Jakarta

Krisandi Sptyanto

Fakultas Teknik Sipil, Universitas Bina Nusantara, Jakarta

ABSTRAK: Parameter kekakuan tanah (*soil stiffness*), E , merupakan parameter masukan yang sangat penting dalam metoda elemen hingga. Keakuratan prediksi penurunan pondasi sangat tergantung kepada seberapa akurat nilai kekakuan tanah yang dimasukkan ke dalam program elemen hingga tersebut. Terdapat berbagai cara untuk mendapatkan nilai kekakuan tanah ini, antara lain melalui uji triaxial, uji oedometer, uji pressuremeter atau korelasi dengan data uji sondir dan SPT. Makalah ini menyajikan parameter kekakuan tanah yang diperoleh melalui hitung balik hasil uji beban statis pondasi tiang. Kurva beban vs penurunan tiang yang diperoleh dari uji beban dicocokkan dengan hasil analisis program PLAXIS. Masukkan nilai E disesuaikan sedemikian sehingga hasil analisis dan hasil uji beban mencapai kecocokan. Digunakan data uji 15 buah pondasi tiang bor di Jakarta. Selanjutnya nilai E yang diperoleh dari hasil hitung balik dikorelasikan terhadap nilai N SPT, $N_{1(60)}$.

Kata Kunci: Kekakuan tanah, Uji Beban Statik, Plaxis, N SPT

ABSTRACT : *Soil stiffness, E , is one of important factor to consider in geotechnical finite element analysis. The predicted pile movement depends heavily on the accuracy of the inputted E value. Many ways can be used to obtain this E values, e.g. through triaxial test, oedometer test, pressuremeter test, or correlation with CPT cone resistance and/or SPT blow counts. This paper presents the E values derived from back analysis of pile static loading test results. PLAXIS finite element software were used to model the piles. By looking into the soil profile, the E values of the foundation soils were adjusted in such a way until the load settlement curve obtained from the PLAXIS analysis more or less matched the actual load settlement curve of the corresponding piles. 15 bored pile loading test results from Jakarta area were evaluated. Finally, the resulting E values were correlated with the normalized SPT blow count, $N_{1(60)}$.*

Keywords: Soil Stiffness, Static Loading Tests, Plaxis, N SPT

1. PENDAHULUAN

Dalam fungsinya sebagai pemikul dan penyalur beban konstruksi, suatu pondasi tiang disamping harus mempunyai daya dukung tertentu, penurunan tiang yang terjadi juga harus berada dalam batasan yang dapat diterima. Penurunan tiang jauh lebih sulit diperkirakan secara tepat bila dibandingkan dengan perkiraan daya dukung pondasi tersebut. Salah satu cara memperkirakan besarnya penurunan pondasi tiang adalah dengan melakukan analisa elemen hingga. Untuk itu diperlukan parameter masukan berupa parameter kekakuan tanah, E . Namun demikian, parameter E ini pada umumnya tidak terdapat secara langsung dalam laporan uji tanah. Para praktisi geoteknik harus menurunkan parameter ini melalui hasil uji

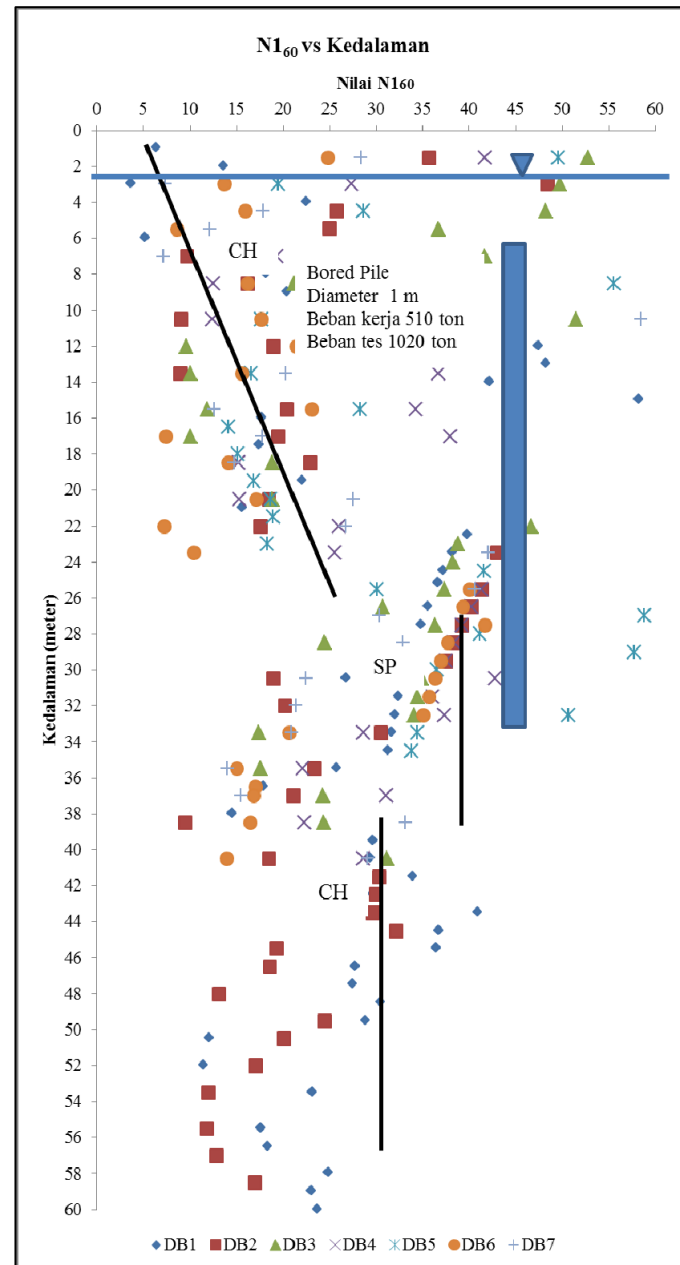
triaxial, uji konsolidasi, dan uji pressuremeter; atau melalui korelasi dengan nilai perlawanan konus uji sondir, q_c , atau dengan nilai SPT. Seringkali perkiraan penurunan yang didapatkan dari hasil pemodelan elemen hingga ini ternyata kemudian menyimpang bila dibandingkan dengan hasil uji statik pembebanan tiang (*static pile loading test*). Untuk itu penulis mencoba melakukan penelitian parameter nilai kekakuan tanah ini dengan melakukan analisis hitung balik (*back analysis*) hasil uji beban statik tiang bor.

2. METODA PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data uji tiang bor berdiameter 800mm - 1200mm dari

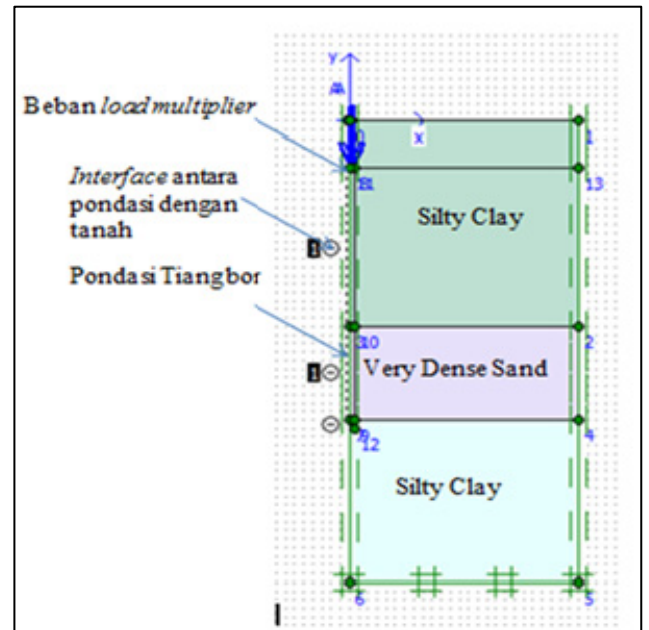
proyek-proyek di wilayah DKI Jakarta. Agar bisa didapatkan korelasi dengan data tanah, data uji beban yang digunakan dipilih berdasarkan syarat-syarat sebagai berikut: Titik uji pemeriksaan tanah (*soil test borehole*) harus berada pada jarak paling jauh sekitar 5-10m dari titik lokasi tiang uji; Borelog yang tersedia memiliki pengambilan contoh tanah dan uji SPT paling tidak setiap 2m kedalaman; memiliki data index properties. Berdasarkan kriteria diatas hanya didapatkan sekitar 15 data uji beban yang memenuhi syarat.

Langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi data tanah untuk mendapatkan profil tanah, nilai kuat geser tanah, dan nilai representatif SPT lapangan. Gambar 1 menunjukkan salah satu dari penurunan nilai SPT lapangan vs kedalaman. Nilai SPT lapangan ini kemudian dinormalisasikan ke nilai $N_{1(60)}$ (lihat Gouw, 1994).

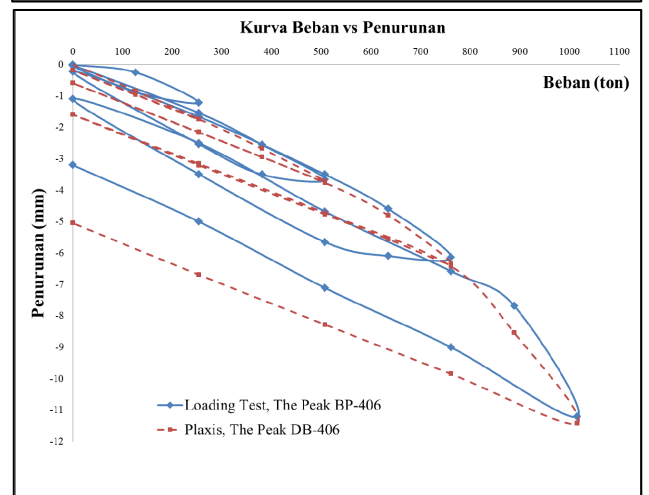
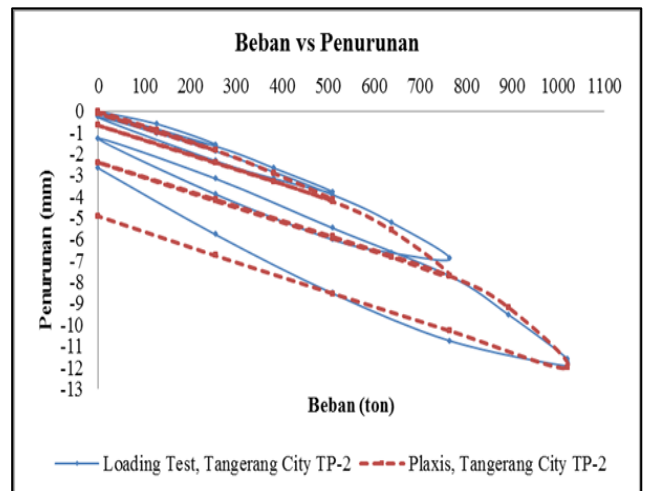


Gambar 1 – Penurunan Nilai SPT Lapangan

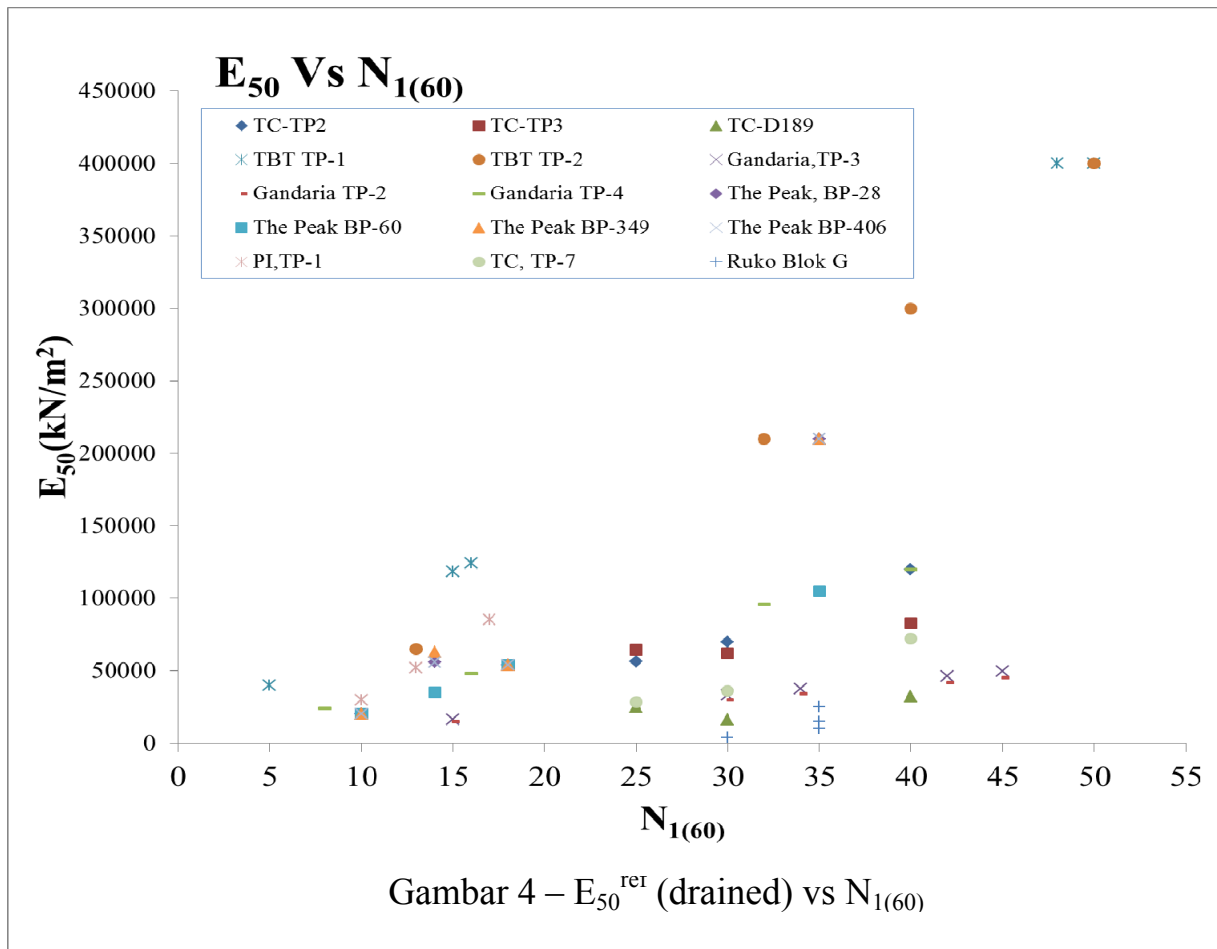
Dengan menggunakan profil data tanah yang didapatkan, dilakukan pemodelan uji beban dengan menggunakan program PLAXIS, suatu program metoda elemen hingga khusus untuk aplikasi-aplikasi geoteknik. Tiang bor dimodelkan dengan model axisimetri, dan digunakan model tanah *Hardening Soil Model* (lihat Gambar 2).



Gambar 2 – Pemodelan Tiang dengan PLAXIS



Gambar 3 – Contoh Hasil PLAXIS vs Uji Beban



Untuk masukan awal, parameter nilai E (dalam PLAXIS notasi E_{50}^{ref}) diperkirakan dari data SPT. Tahapan pembebanan dalam PLAXIS dilakukan dengan mengikuti tahapan pembebanan pada data loading test. Kemudian keluaran perhitungan PLAXIS diplot dalam kurva beban vs penurunan kepala tiang. Hasil plotting ini dibandingkan terhadap hasil aktual uji beban statis. Bila didapatkan penyimpangan kurva beban vs penurunan yang cukup jauh maka perhitungan Plaxis diulangi dengan menyesuaikan nilai E lapisan tanah. Demikian dilakukan berulang-ulang secara sistematis hingga kurva beban vs penurunan dari hasil analisa Plaxis dengan hasil uji pembebanan lebih kurang cocok (*matching*) satu sama lain. Gambar 3 merupakan dua contoh hasil hitung balik.

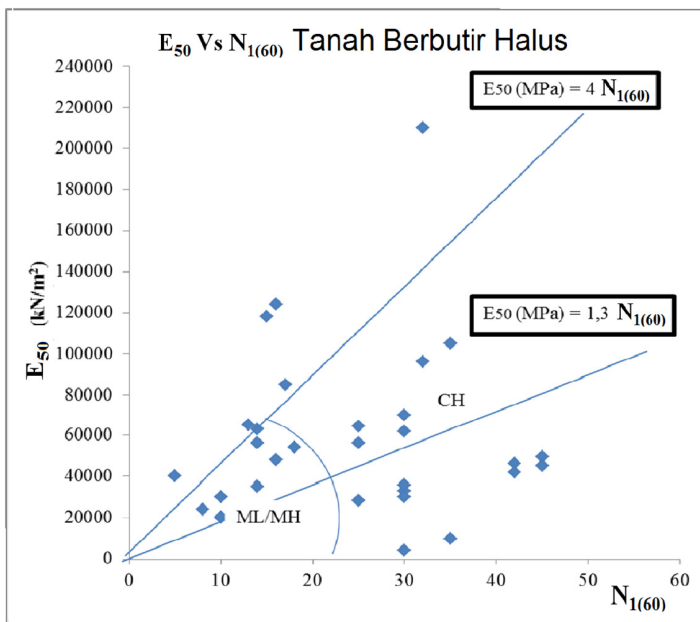
Setelah didapatkan kecocokan kurva beban vs penurunan yang memadai, maka nilai E_{50}^{ref} yang didapatkan dikorelasikan dengan nilai SPT yang dinormalisasi, $N_{1(60)}$. Catatan: angka 1 pada $N_{1(60)}$ menunjukkan angka normalisasi nilai N SPT pada tegangan vertikal efektif tanah sebesar 1 kg/cm^2 ($\approx 100 \text{ kPa}$); angka 60 pada notasi tersebut menunjukkan energi efektif di ujung tabung SPT

sebesar 60% dari energi potensial SPT (yang sama dengan palu seberat 63.5kg dikalikan terhadap tinggi jatuh setinggi 76cm).

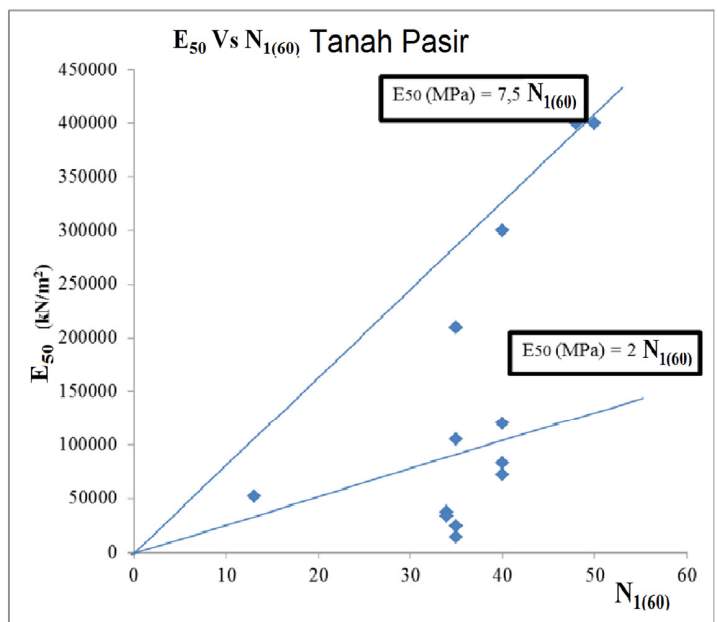
3. HASIL dan BAHASAN

Gambar 4 di atas menunjukkan hasil yang diperoleh. Sekilas tampak bahwa distribusi titik-titik data tidak teratur dan sulit untuk mendapatkan nilai korelasi yang baik.

Dari hasil ini selanjutnya data-data tersebut di atas dipelajari lebih lanjut dan dipilah-pilah berdasarkan jenis tanah yang dijumpai. Jadi nilai E_{50}^{ref} yang didapatkan dari perhitungan PLAXIS diklasifikasikan berdasarkan jenis tanahnya, begitu juga dengan nilai SPT $N_{1(60)}$. Dan nilai-nilai tersebut diplotkan kembali, sebagaimana disajikan pada Gambar 5 dan 6. Terlihat bahwa setelah dipilah-pilah berdasarkan data tanah didapatkan distribusi data yang lebih teratur, dan bisa digolongkan dalam jenis tanah berbutir kasar (pasir) dan tanah berbutir halus. Dimana untuk tanah berbutir halus dapat dibagi lagi ke dalam tanah lanau dan tanah lempung.



Gambar 5 - E_{50}^{ref} (drained) vs $N_{1(60)}$ untuk Tanah Pasir



Gambar 6 - E_{50}^{ref} (drained) vs $N_{1(60)}$ untuk Tanah Berbutir Halus

4. PENUTUP

Hasil hitung balik (*back analysis*) dari data *static loading test* tiang bor berukuran 800mm-1200mm menunjukkan:

- Ada rentang korelasi antara nilai E_{50}^{ref} vs $N_{1(60)}$
- Hubungan antar nilai E_{50}^{ref} vs $N_{1(60)}$ tergantung dari jenis tanah
- Pada jenis tanah lempung dan lanau terdapat korelasi dengan:
nilai rata-rata E_{50}^{ref} (MPa) = 1,3 $N_{1(60)}$ dan dengan batas atas E_{50}^{ref} (MPa) = 4,0 $N_{1(60)}$
- Pada jenis tanah pasir terdapat korelasi terdapat korelasi dengan:
nilai rata-rata E_{50}^{ref} (MPa) = 2,0 $N_{1(60)}$ dan dengan batas atas E_{50}^{ref} (MPa) = 7,5 $N_{1(60)}$

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa korelasi yang dihasilkan dari penelitian tugas akhir Sdr. Krisandi Sptyanto ini masih agak kasar karena didapatkan hanya dari 15 data uji beban statis. Namun demikian hasil yang didapatkan cukup meyakinkan bahwa penelitian dengan hitung balik ini dapat terus dilanjutkan untuk mendapatkan korelasi yang lebih baik, dan nilai korelasi yang didapatkan hingga saat ini dapat digunakan sebagai suatu petunjuk awal nilai kekakuan tanah untuk perhitungan penurunan pondasi, terutama sekali untuk perkiraan penurunan pondasi tiang tunggal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson. (2000). *Non-Linear Soil Stiffness in Routine Design*, Geotechnique 50, 487-508.
- Bowles, J.E. (1997). *Foundation Analysis and Design, 5th edition*. Singapore: McGraw-Hill. New York.
- Das, B. M. (2007). *Principles of Foundation Engineering* (Seven ed.). Stamford: Global Engineering.
- Departement Of Transportation. (2007). *Static Pile Load Test Manual*. New York: Geotechnical Engineering Bureau.
- Gouw, Tjie Liong. (1994). *Sudah Standardkah Standard Penetration Test Kita*, 20. A Short Course on Soil Investigation and Its Interpretation - The Problems and Their Effect to Design and The Problems Solving, by ISGE (HATTI), Jakarta, June 6-8, 1994.
- Handley, B., Ball, J., & Bell, A. (2006). *Handbook on Pile Load Testing*. Beckenham: Federation of Piling Specialists.
- PLAXIS b.v. (2011), PLAXIS Version 2011 Manual, Plaxis BV, Netherlands.
- Prakash, S., & D.Sharma, H. (1990). *Pile Foundation In Engineering Practice*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Skempton, A.W (1986). *Standard Penetration Test Procedures and The Effect in Sand of Overburden Pressure, Relative density, Particle Size, Ageing and Overconsolidation*. *Gootechnique* 36, 425-447.
- Tomlimson. (2001). *Foundation Design and Construction* (7th ed.). Edinburgh Gate: Prentice Hall.