



Tugas Akhir

Interpretasi Hasil CPTu Untuk Menghitung Penurunan Konsolidasi Primer dan Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lunak (Studi Kasus Proyek Perumahan Mutiara Arteri di Jl. Gajah Raya, Kota Semarang)

---

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Dalam sebuah konstruksi ada beragam elemen yang berperan. Hal dasar yang menjadi unsur pokok dimulai dari tanah. Tanah bekerja sebagai bagian dari sistem sehingga kestabilan dan mutu dari tanah tersebut sangat diperlukan untuk pembangunan. Hal ini disampaikan pula oleh Bowles (1986) tanah merupakan bagian dari material konstruksi yang mampu diakses secara langsung di lapangan. Adanya akses tersebut meningkatkan nilai efisiensi biaya dari sebuah konstruksi. Dalam menentukan kelayakan suatu tanah, wajib dilakukan serangkaian pengujian untuk mengetahui karakteristik dan parameter yang dibutuhkan. Hal ini untuk menghindari timbulnya risiko akibat adanya kesalahan dalam perencanaan konstruksi. Sifat dan karakteristik tanah berpengaruh terhadap nilai daya dukung tanah terhadap beban yang dipikul (Bowles, 1986).

Merubah sifat-sifat fisik pada tanah merupakan salah satu metode untuk mengatasi tanah yang tidak layak pakai menjadi tanah yang layak pakai. Perbaikan sifat-sifat fisik tanah yang tidak layak pakai menjadi tanah yang layak pakai merupakan rekayasa Teknik Sipil yang biasa disebut dengan stabilisasi tanah. Perbaikan ini dikembangkan dan digunakan oleh para ahli untuk mengatasi tanah yang tidak layak pakai menjadi layak pakai, sehingga dengan melakukan perbaikan tanah akan memperkecil pengeluaran biaya dan memperkecil risiko kerusakan pada konstruksi di atas tanah tersebut.

Menurut Sukirman (1999) sifat dan karakteristik tanah memiliki pengaruh terhadap kekuatan bangunan. Hal ini disebabkan jenis tanah yang beragam dengan perbedaan lokasi menjadikan suatu tanah memiliki ciri khas tersendiri yang menjadikan tanah mempunyai peran penting dalam mempengaruhi kekuatan bangunan.

Tanah lunak sifat tanah yang kohesif yang memiliki kadar air yang tinggi. Lapisan tanah lunak berpotensi menimbulkan masalah baru bagi kontraktor maupun pemborong bangunan dikarenakan karakteristik tanah tersebut tidak memenuhi daya dukung yang dibutuhkan oleh suatu bangunan. Lapisan tanah lunak



memerlukan penanganan dan teknik perbaikan tanah agar tanah tersebut memenuhi standar dan daya dukung yang dibutuhkan. Menurut Terzaghi dan Peck (1948), tanah lunak hanya terdapat pada tanah berbutir halus seperti tanah lempung, lempung kepasiran dengan nilai tahanan ujung ( $q_c$ ) = 5 – 10 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai  $N_{SPT}$  < 4 pukulan. Tanah lunak hanya terjadi pada tanah yang memiliki permeabilitas rendah, sehingga kadar lolos airnya sangat kecil. Karakteristik tanah lunak ini memiliki nilai dukung yang cukup kecil, sehingga apabila diberikan beban pondasi maupun beban struktur maka tanah tersebut akan mengalami penurunan dengan jangka waktu tertentu.

Sifat kompresibilitas pada tanah lunak relatif sangat tinggi, sehingga mengakibatkan karakteristik dari tanah tersebut menjadi buruk. Tingkat kompresibilitas ini disebabkan karena kandungan air pori yang relatif tinggi. Disamping itu, tanah lunak memiliki sifat jenuh air yang menyebabkan tanah lunak memiliki nilai dukung yang sangat kecil. Kekuatan dan keawetan bangunan konstruksi ditentukan berdasarkan sifat dukung dari tanah di lokasi pembangunan (Sukirman, 1999).

Holtz, dkk., (1981) menyatakan bahwa karakteristik tanah lunak sebagian besar memiliki ukuran partikel yang sangat halus dan lolos ayakan No. 200. Apabila beban konstruksi yang ditahan oleh tanah melampaui daya dukung kritisnya akan mengakibatkan kerusakan pada tanah yang menahan. Adapun risiko mendirikan bangunan di atas tanah lunak yaitu timbul pembengkakan biaya. Hal ini untuk mencegah risiko dari penurunan. Beberapa cara yang paling efektif untuk menghindari risiko ini yaitu mengganti seluruh lapisan tanah dasar tersebut dengan tanah yang cukup baik dan memenuhi syarat konstruksi.

Pada umumnya kekuatan geser pada tanah lunak relatif lebih kecil dari tanah berbutir kasar. Kondisi tanah lunak seperti ini akan berdampak pada timbulnya kerugian contohnya kerusakan pada bangunan, penurunan tanah dan kerobohan pada bangunan. Tanah lunak perlu dilakukan konsolidasi agar dapat digunakan sebagai pendukung pada bangunan serta pondasi. Kerusakan pada bangunan tidak terjadi secara tiba tiba akan tetapi kerugian yang dialami di beberapa waktu ke depan akan cukup memakan biaya, sehingga perlu dilakukan beberapa rekayasa.



---

Untuk itu tanah lempung dengan konsistensi lunak perlu dilakukan konsolidasi untuk menghindari kerusakan pada bangunan.

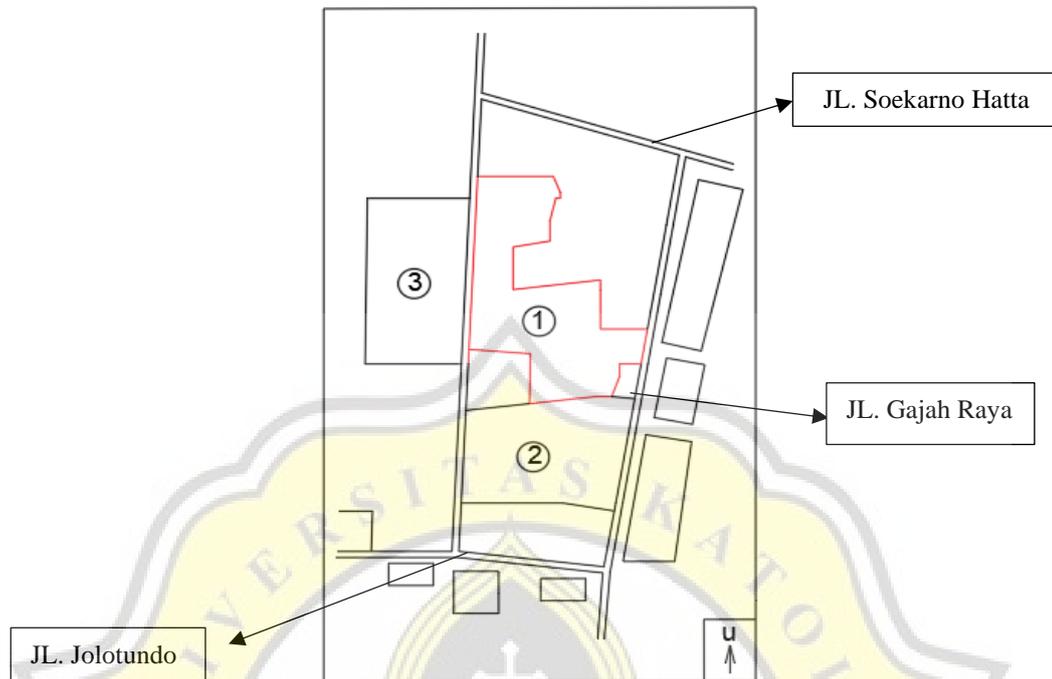
Hardiyatmo (2012) menyatakan bahwa CPT/CPTu merupakan alat penyelidikan tanah di lapangan yang dilakukan dengan cara menekan konus ke dalam tanah. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dukung pada tanah sebagai dasar perancangan pondasi agar memiliki faktor keamanan yang tinggi. Berdasarkan pengujian ini, diperoleh nilai tahanan penetrasi konus dan tahanan lekat, serta pengukuran tekanan pori pada pelaksanaan CPTu. Tahanan penetrasi pada ujung konus sendiri adalah besarnya gaya tekan vertikal untuk tiap satuan luas yang tertekan, sedangkan tahanan lekat adalah tahanan geser tanah terhadap selubung bikonus yang berlaku per satuan panjang. Penggunaan CPTu dirasa menjadi opsi terbaik dalam penyelidikan tanah dikarenakan kondisi tanah di lokasi penelitian jenuh air dan CPTu ini memiliki kelebihan untuk mengukur tekanan air pori dibanding CPT pada umumnya. Penyelidikan tanah menggunakan alat CPTu di Indonesia sangat berkembang, sehingga melalui penelitian ini diharapkan mampu menjadi sumber wawasan bagi penelitian kedepan.

Lokasi penelitian tugas akhir terletak di Jalan Gajah Raya, Kota Semarang. Jalan Gajah Raya merupakan salah satu jalan penghubung yang menghubungkan Jalan Soekarno Hatta dengan Jalan Majapahit (Gambar 1.1). Jalan ini sering dilalui masyarakat yang hendak menuju masjid Agung Jawa Tengah ataupun ke jalan lain. Proyek Perumahan dan Ruko Mutiara Arteri sedang dibangun di lokasi penelitian. Menurut pengamatan, lokasi Proyek Perumahan dan Ruko Arteri dahulunya merupakan rawa – rawa dan sawah kemudian akan dijadikan proyek pembangunan. Penyelidikan CPTu juga sedang dilakukan pada lokasi penelitian. Hasil penyelidikan di lapangan, diketahui bahwa tanah di lokasi tersebut cenderung lunak bahkan sangat lunak sehingga tanah pada lokasi tersebut jenuh air dan harus dilakukan konsolidasi agar tanah tersebut dapat digunakan dan siap untuk menahan beban. Pengaruh beban dan ketebalan tanah mempengaruhi kecepatan konsolidasi yang berlangsung sehingga diperkirakan akan beresiko dan menimbulkan permasalahan yang besar apabila tanah di lokasi tersebut tidak diteliti dan dilakukan perbaikan lebih lanjut.



## Tugas Akhir

Interpretasi Hasil CPTu Untuk Menghitung Penurunan Konsolidasi Primer dan Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lunak (Studi Kasus Proyek Perumahan Mutiara Arteri di Jl. Gajah Raya, Kota Semarang)



Keterangan:

1. Lokasi Proyek Perumahan dan Ruko Mutiara Arteri
2. Masjid Agung Jawa Tengah
3. Ex Pasar Johar

Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek Perumahan dan Ruko Mutiara Arteri Semarang (Sumber: <https://tinyurl.com/dc6wfvj9> diunduh pada 10 Juli 2021, pukul 10.45 WIB)

Dengan adanya permasalahan tersebut, lokasi ini perlu dilakukan penanganan yang baik agar tanah tersebut tidak dapat menimbulkan penurunan yang diakibatkan karena beban di atas tanah lunak tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai informasi mengenai konsolidasi terkait penelitian dengan judul “Interpretasi Hasil CPTu Untuk Menghitung Penurunan Konsolidasi Primer dan Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lunak (Studi Kasus Klaster C Proyek Perumahan Mutiara Arteri Di Jl. Gajah Raya, Kota Semarang)”.

PLAXIS merupakan salah satu aplikasi program analisis geoteknik yang digunakan oleh para ahli Geoteknik. Program analisis geoteknik ini dipilih karena mampu menganalisa kondisi tanah menggunakan metode elemen hingga. PLAXIS dapat digunakan untuk pemodelan sederhana hingga dapat memodelkan permasalahan tanah asli di lokasi proyek tersebut. Keunggulan penggunaan PLAXIS ini yaitu



mampu menghitung konsolidasi tanah lunak serta dapat dimanfaatkan untuk menganalisis waktu penurunan konsolidasi dan daya dukung yang dibutuhkan di lokasi penelitian.

## 1.2 Hipotesis

Hipotesis berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisis tanah asli tanpa melakukan konsolidasi diduga akan mengalami penurunan dan akan terjadi kerusakan bangunan yang berdiri di atas.
2. Kecepatan konsolidasi berdasarkan jenis tanah dan berat tanah yang berada di atasnya.
3. Daya dukung tanah diduga akan meningkat apabila konsolidasi pada lokasi tersebut telah mencapai target yang diinginkan.

## 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tugas akhir maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik tanah pada lokasi penelitian berdasarkan interpretasi CPTu?
2. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk proses konsolidasi primer di lokasi penelitian berdasarkan parameter dari hasil uji CPTu dengan menggunakan metode pemodelan numerik?
3. Bagaimana hasil analisis penurunan konsolidasi primer akibat beban timbunan, akibat beban timbunan dan pondasi, dan penurunan pondasi yang terjadi di lokasi penelitian berdasarkan parameter dari hasil uji CPTu dengan menggunakan metode numerik?
4. Berapa besar daya dukung pondasi dangkal pada lokasi penelitian berdasarkan parameter dari hasil uji CPTu dengan menggunakan metode pemodelan numerik?
5. Bagaimana perbandingan daya dukung pondasi dangkal saat terjadi konsolidasi dengan muka air tanah yang berbeda?



---

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah pada tugas akhir maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik tanah lunak berdasarkan interpretasi CPTu.
2. Mengetahui lama waktu proses konsolidasi primer di lokasi penelitian berdasarkan parameter dari hasil uji CPTu menggunakan metode numerik.
3. Mendapatkan hasil analisis besar penurunan akibat beban timbunan, akibat beban timbunan dan pondasi, dan penurunan pondasi yang terjadi pada lokasi tersebut berdasarkan parameter dari hasil uji CPTu menggunakan metode pemodelan numerik.
4. Mendapatkan daya dukung pada pondasi dangkal di lokasi penelitian berdasarkan parameter dari hasil uji CPTu dengan menggunakan metode pemodelan numerik.
5. Menentukan besar daya dukung pondasi dangkal saat terjadi konsolidasi dengan muka air tanah yang berbeda.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian pada tugas akhir maka manfaat penelitian ini adalah:

1. Mampu menjadi sumber wawasan baru untuk keilmuan di bidang tanah lunak.
2. Dapat memberikan informasi tentang tanah lunak (*soft soil*) dengan menggunakan metode numerik.
3. Dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan objek penelitian kedepan.

#### 1.6 Batasan Masalah

Permasalahan di dalam penelitian ini memiliki lingkup yang cukup luas, sehingga perlu pembatasan masalah yaitu:

1. Parameter tanah yang digunakan berdasarkan dari hasil penyelidikan tanah menggunakan alat CPTu dan persamaan empiris yang berkorelasi dengan hasil parameter CPTu maupun berdasarkan hasil uji laboratorium.



2. Pengujian CPTu digunakan untuk bangunan perumahan 1 lantai, 2 lantai dan bangunan ruko.
3. Hasil penyelidikan tanah yang lain akan digunakan sebagai referensi tambahan.
4. Perhitungan dan analisis konsolidasi primer akibat beban timbunan, beban timbunan dan pondasi, dan penurunan pondasi yang dilakukan terhadap potongan melintang di klaster C proyek perumahan Mutiara Arteri di Jl. Gajah Raya, Kec. Gayamsari, Kel. Gayamsari, Kota Semarang.
5. Perhitungan dan analisis menggunakan metode numerik berdasarkan program PLAXIS V8.6 dengan memperhitungkan nilai muka air tanah dan beban luar.
6. Membandingkan daya dukung pondasi dangkal dengan muka air tanah pada kedalaman 1,5 meter dan 2 meter.
7. Membandingkan penurunan konsolidasi dengan muka air tanah pada kedalaman 1,5 meter dan 2 meter.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dipakai dalam penyusunan tugas akhir adalah:

#### Bab 1: Pendahuluan

Bab 1 membahas gambaran umum tentang penelitian seperti latar belakang dilakukan penelitian tugas Akhir, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat dari penelitian, batasan masalah dari penelitian hingga sistematika penulisan laporan Tugas Akhir yang akan digunakan di dalam struktur laporan.

#### Bab 2: Kajian Pustaka

Bab 2 membahas tentang teori tanah, tanah lunak, penurunan tanah (*settlement*), daya dukung pondasi dangkal, alat penyelidikan tanah (CPTu), aplikasi *Plaxis*, pembebanan menurut SNI dan penelitian terdahulu sesuai dengan topik penelitian ini.

#### Bab 3: Metode Penelitian

Bab 3 membahas tahap – tahap dan alur dari penelitian, metode yang dipakai di dalam penelitian, sumber yang dipakai dan hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut.



---

#### Bab 4: Analisis Data

Bab 4 membahas analisis data berdasarkan hasil parameter CPTu dan data laboratorium yang dipakai untuk stratifikasi dan stratigrafi tanah, langkah – langkah *input* dan *output* program PLAXIS, pembebanan bangunan, pemodelan PLAXIS dengan muka air tanah asli dan muka air tanah naik 0,5 meter, waktu konsolidasi primer, besar konsolidasi primer, tekanan air pori berlebih, daya dukung pondasi, dan perbandingan hasil pemodelan PLAXIS dengan muka air tanah asli dan muka air tanah naik 0,5 meter.

#### Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab 5 membahas kesimpulan dan saran secara keseluruhan dari penelitian Tugas Akhir yang telah dilaksanakan.