

ANALISIS PERBAIKAN TANAH DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN CEMENT FLY-ASH GRAVEL (CFG) PADA PEMBANGUNAN KERETA CEPAT JAKARTA – BANDUNG SECTION 3 (SUBGRADE #47 DK105+430)

Aldi Febri Yansah, Indartono Rivai

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Jayabaya Jakarta, Indonesia
Email aldi.fyansah@gmail.com

ABSTRACT

*Land subsidence is an event of a decrease in the surface of the soil caused by a change in the volume of the rock layer underneath. Meanwhile, soil improvement is a method of strengthening to turn poor soil into good soil for building structures on it. The purpose of this study was to determine the effect of CFG-Pile and the value of the Safety Factor on vertical land subsidence. Based on the above analysis, the decline before the application of the CFG-Pile method resulted in a vertical displacement of $320.77 * 10^{-3}m$. and a Safety Factor of 1,228. Meanwhile, the reduction analysis after the application of the CFG-Pile method showed that the vertical displacement results were reduced to $375.98 * 10^{-6}m$. and a Safety Factor of 2,333. So that the installation of CFG-Pile reduces the Vertical Displacement value by 99.88%. As well as the installation of CFG-Pile, the safety factor increased from 1,228 (under the design requirement of 1.25) to 2,333.*

Keywords: land improvement, CFG-Pile, land subsidence.

1. PENDAHULUAN

2.4 Latar Belakang Masalah

Kereta Cepat diusulkan dengan tujuan sebagai alat transportasi umum dan membuka kawasan industri baru, selain itu juga karena merasa tertinggal dengan negara lain, maka Indonesia perlu membangun kereta cepat. Panjang rute High Speed Railway (HSR) Jakarta-Bandung telah didesain sepanjang 142,3-kilometer melewati perbukitan dan perkebunan di section 2 dan section 3, karena itu tentunya banyak pekerjaan subgrade yang dikerjakan. Di section 3 sendiri terdapat 27 lokasi pekerjaan subgrade yaitu subgrade #29, #30A, #30B, #30C, #31, #32A, #32B, #33A, #33B, #34, #36, #38, #41a, #41b, #42, #43, #44, #45, #46, #47, #48, #49, #50, #51A, #51B, dan #51C. Beberapa diantaranya menggunakan CFG pile untuk perkuatan tanah (treatment) untuk menjaga daya dukung tanah. Yang terdekat adalah subgrade #47 (DK105+430) dengan memakai metode CFG Pile yang telah dilaksanakan pada akhir Bulan Mei 2019.

Perkuatan tanah menggunakan teknologi Cement Flyash Gravel Pile masih jarang digunakan di Indonesia mengingat teknologi ini dibawa oleh China selaku perencana dalam proyek pembangunan Kereta Cepat Jakarta – Bandung. Di Indonesia sendiri untuk metode pekerjaan yang umum dikerjakan adalah pekerjaan Stone Column yang jika kita lihat memiliki metode serupa. Masih jaranganya penggunaan CFG untuk perkuatan tanah ini merupakan suatu kesempatan

untuk membuat celah yang masih dapat diperbaharui dengan harapan dapat bermanfaat untuk seluruh proyek kedepan nantinya.

2.4 Rumusan Masalah

Agar penelitian mempunyai suatu kepastian dalam pengerjaannya, maka rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang dibuat lingkup dan batasan masalah antara lain:

1. Mencari besarnya penurunan tanah sebelum dan sesudah pemasangan CFG-Pile
2. Mencari besarnya nilai *Safety Factor* pada pemasangan CFG-Pile.

2.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 3 Mengetahui besar penurunan tanah sebelum dan sesudah pemasangan CFG-Pile.
- 3 Mengetahui nilai angka keamanan dalam pelaksanaan metode CFG-Pile

2.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang Lingkup dan Batasan Masalah yang akan di bahas dalam laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Penelitian ini hanya menganalisa perbaikan tanah menggunakan metode CFG-Pile
2. Studi kasus yang diambil pada penelitian ini adalah Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung Section 3 Subgrade 47 (105+430)
3. Diameter dari CFG-Pile yang akan ditinjau adalah 500mm

4. Kedalaman dari CFG-Pile yang akan ditinjau adalah 26m

2.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat menambah pengetahuan tentang pekerjaan perkuatan tanah dengan metode *Cement Fly-ash Gravel Pile* (CFG-Pile) dan menjadi alternative metode kerja yang lebih optimal

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Landasan Teori

Kajian pustaka merupakan salah satu syarat untuk menyusun penelitian ini untuk membandingkan hasil dari penelitian yang memiliki judul yang mirip dengan tema penulisan skripsi ini. Kajian pustaka juga berfungsi sebagai analisis hasil yang sudah ada serta membandingkan dengan konsep dalam buku dan makalah tersebut dengan karya lain serta data yang relevan dengan tema skripsi ini.

Karya yang pertama yaitu penelitian dari I Wayan Giatmajaya yang berjudul “Analisis Setlemen Cara Abakutus dan Metode Finite Element Pada Tanah Lunak dengan Software Sebagai Alat Bantu” penelitian ini menjelaskan mengenai cara menganalisis penurunan tanah agar tanah yang sebelumnya memiliki daya dukung tanah rendah secara teknis menjadi tanah yang dapat digunakan untuk didirikan

bangunan diatasnya dengan menggunakan aplikasi plaxis.

Karya yang kedua merupakan karya yang ditulis oleh Ferra Fahraini, dan Yayuk Aprianti yang berjudul “Analisis daya dukung tanah dan penurunan pondasi pada daerah pesisir pantai utara kabupaten bangka” dalam penelitian ini dijelaskan bahwa pada penurunan diteliti pada daerah pesisir pantai, namun pada kedalaman 2m sudah memiliki tipe tanah kaku dan sangat kaku. Dan pada kedalaman 4 – 5m termasuk dalam kategori tanah dengan daya dukung tanah yang sangat kaku dan keras. Data tersebut diperoleh dari data sondir yang sudah ada.

Karya yang ketiga merupakan karya yang ditulis oleh Dwi Archenta, Silvanengsih, Desmon Hamid, Monika Natalia, Merly Misriani dengan judul “Kajian Land Subsidence Untuk Perkuatan Tanah. Penelitian ini berada di Sawahlunto, Padang”. Pada wilayah ini memiliki ketinggian 250-650m diatas permukaan laut. Masalah yang ada pada wilayah ini adalah penurunan tanah yang akan berakibat fatal bila dibangun konstruksi diatasnya. Pada penelitian ini juga menghitung penurunan muka tanah serta memberikan solusi untuk perkuatan tanah di Sawahlunto.

Dari hasil tersebut dapat menjelaskan hasil yang dapat membantu dalam penyusunan penelitian ini agar menghasilkan

desain yang lebih. efisien, optimal, dan ekonomis. Dan dapat ditarik kesimpulan bahwa penurunan tanah yang sering terjadi di Indonesia jarang ditangani. dengan baik dan kurang. optimal. Maka dari itu dalam penelitian ini. penulis meneliti metode baru yaitu. Cement Fly Ash Gravel Pile (CFG-Pile) apakah. lebih optimal untuk mengatasi penurunan tanah. yang sering. terjadi di Indonesia, dan mengetahui. angka keamanan pada saat. pekerjaan konstruksi. dilaksanakan.

2.4 Penurunan Tanah

Penurunan muka tanah (land subsidence) merupakan suatu proses Gerakan penurunan muka tanah yang didasarkan atas suatu datum tertentu (kerangka referensi geodesi) dimana terdapat berbagai macam variable penyebabnya (Marfai, 2006). Penurunan tanah ini di akibatkan oleh banyak hal seperti pembebanan di atas permukaan tanah, hilangnya air tanah akibat eksploitasi berlebihan, ketidakstabilan lapisan tanah akibat proses tertentu, dan lain sebagainya. Penurunan muka tanah ini secara tidak langsung merupakan pemaksaan memadatkan struktur tanah yang belum padat menjadi padat. Umumnya terjadi pada daerah yang tadinya berupa rawa - rawa, endapan banjir dan sebagainya yang dialih fungsikan lahannya tanpa melakukan rekayasa tanah terlebih dahulu.

2.4 Penyebab terjadinya Penurunan Tanah

Menurut Whittaker and Reddish, dalam Metasari 2010, secara umum factor penyebabnya adalah sebagai berikut:

2.3.1 Penyebab Penurunan Tanah Secara Alami (Natural Subsidence)

1. Siklus Geologi

Proses yang terlihat dalam siklus geologi yaitu pelapukan (denudation), pengendapan (deposition), dan pergerakan kerak bumi (crustal movement). Pelapukan bisa disebabkan oleh air seperti pelapukan batuan karena erosi baik secara mekanis maupun kimia, oleh perubahan temperature yang mengakibatkan terurainya permukaan batuan, oleh angin terutama di daerah yang kering dan gersang.

2. Sedimentasi Daerah Cekungan

Biasanya daerah Cekungan terdapat di daerah – daerah tektonik lempeng terutama di dekat perbatasan lempeng. Sedimen yang terkumpul pada cekungan semakin lama semakin banyak dan menimbulkan beban yang semakin besar, kemudian proses kompaksi sedimen tersebut menyebabkan terjadinya penurunan muka tanah. Sebagian besar penurunan muka tanah akibat faktor ini adalah adanya gaya yang besar dari beban yang ditimbulkan oleh

endapan dan juga ditambah dengan air yang menyebabkan kelenturan pada lapisan kerak bumi, adanya aktivitas internal yang menyebabkan naiknya temperatur pada kerak bumi dan mengembang menyebabkan kenaikan pada permukaan tanah. Kemudian Setelah proses erosi dan pendinginan selesai menyebabkan penurunan muka tanah secara vertical, dan factor yang terakhir adalah karakteristik perpindahan lapisan tanah yang berkaitan dengan gaya dan tekanan yang ada pada tanah tersebut .

3.2.1 Penurunan Tanah Akibat Pengambilan Air Tanah (Groundwater Extraction)

Pengambilan air tanah dengan volume yang besar akan mengakibatkan berkurangnya jumlah air tanah pada suatu lapisan akuifer. Hilangnya air tanah ini menyebabkan terjadinya kekosongan pori – pori tanah sehingga tekanan hidrostatik di dalam tanah berkurang sebesar hilangnya air tanah tersebut. Dan kemudian akan terjadi pemampatan lapisan akuifer.

3.2.1 Penurunan Akibat Beban Bangunan (Settlement)

Penambahan bangunan di atas permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau

udara dari dalam pori, dan sebab lainnya yang sangat terkait dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Secara umum penurunan tanah akibat beban yang bekerja diatasnya dapat dibagi ke dalam dua jenis, yaitu tanah jenuh air sebagai akibat dari hilangnya air yang menempati pori – pori tanah. Dan Penurunan segera yang merupakan akibat dari perubahan bentuk elastik tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.

2.4 Perhitungan Penurunan / Settlement

Rumus yang digunakan dalam perhitungan penurunan akibat timbunan tanah dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

Tanah Normally Consolidated (NC Soil)

$$S_{ci} = \left[\frac{C_c}{1 + e_0} \log \frac{p'_0 + \Delta p}{P'_c} \right] H_i$$

Tanah Over Consolidated (OC Soil)

$$S_{ci} = \left[\frac{C_c}{1 + e_0} \log \frac{P_c}{P'_0} + \frac{C_c}{1 + e_0} \log \frac{p'_0 + \Delta p}{P'_c} \right] H_i$$

Dimana:

Sci = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ditinjau, lapisan ke i.

Hi = tebal lapisan tanah ke i

eo = angka pori awal dari lapisan tanah ke i

Cc = Compresssion Index dari lapisan tanah tersebut. (lapisan ke i)

Cs = Swelling Index dari lapisan tanah tersebut. (lapisan ke i)

po' = tekanan tanah vertical effective di suatu titik ditengah-

tengah lapisan ke i akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut di lapangan (= effective overburden pressure)

p_c = effective past overburden pressure , tegangan konsolidasi effective dimasa lampau yang lebih besar dari pada p_o' (dapat dilihat dari kurva konsolidasinya).

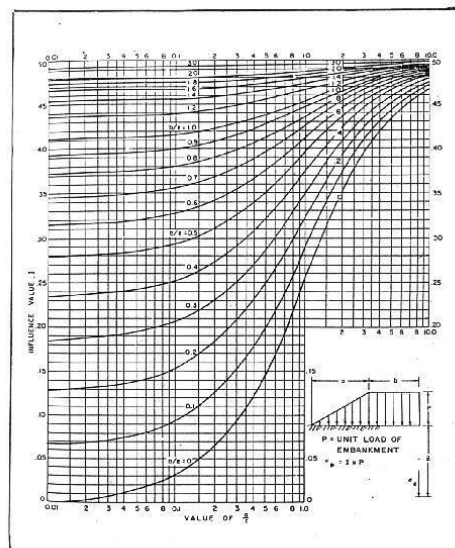
Δp = penambahan tegangan vertical di titik yang ditinjau (di tengah lapisan ke i) akibat beban timbunan jalan yang baru.

Untuk menghitung besaran Δp dapat digunakan grafik influence , I , seperti pada gambar 1 (dari NAVFACDM- 7 ,1970)

$$\Delta p = \sigma_z = 2 \times I_i q$$

Dimana:

q = Tegangan vertical efektif di permukaan tanah akibat timbunan / embakment



Influence Value for Vertical Stress Under Embankment Load of Infinite Length

Gambar 2.1 Tegangan Vertikal dibawah titik ujung bidang persegi Panjang yang menerima beban seragam. R.E. Fadum (1948)

2.5 Menghitung Waktu Penurunan

Waktu penurunan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$t = \frac{T_v \cdot H^2}{C_v}$$

Dimana :

H = tebal seluruh lapisan lunak dibawa embakment seperti dilihat Gb.2

C_v = koefisien konsolidasi (m^2/th)

T_v = derajat konsolidasi (%)

Untuk mempercepat proses konsolidasi bisa menggunakan vertical drain dengan rumus sebagai berikut

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \cdot C_h} \right) \cdot (2 \cdot F(n)) \left(\frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right)$$

Dimana :

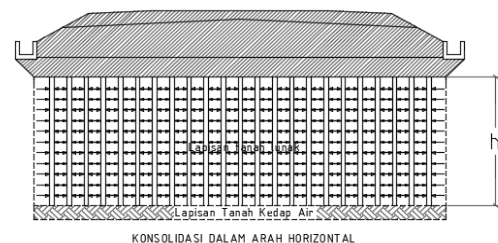
t = waktu yang diperlukan untuk mencapai $\bar{U}_h$

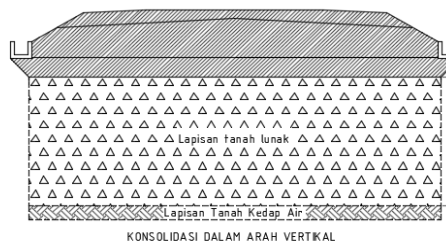
D = diameter lingkaran

C_h = koefisien konsolidasi aliran horizontal

$F(n)$ = faktor tahanan akibat jarak antara PVD

$\bar{U}_h$ = derajat konsolidasi arah horizontal





Gambar 2.2 Konsolidasi dalam arah Vertikal dan dalam arah Radial (Sumber Jurnal Analisa setlemen cara analitis dan metode finite element pada tanah lunak dengan software sebagai alat bantu. I wayan Gaitmajaya)

2.6 Pengertian Daya Dukung Tanah

Tanah merupakan material yang dapat mempengaruhi kinerja pada konstruksi bangunan di atasnya. Perbaikan tanah merupakan usaha meningkatkan kapasitas dukung tanah yang rendah/lemah, karena tanah yang berada pada suatu daerah memiliki karaktersitik yang berbeda-beda dengan daerah lain.

Pengertian umum dalam perekrayasaan konstruksi bangunan atau jalan, sering ditemukan lapisan – lapisan tanah yang memiliki daya dukung tanah rendah (low strength), yang mempengaruhi berbagai tahapan perencanaan (design), tahap pelaksanaan (perform), maupun tahap operasional dan pemeliharaan (Operational and Maintenance).

Rendahnya daya dukung dari suatu jenis lapisan tanah di suatu tempat, sangat dipengaruhi oleh minerologi yang berada di dalam tanah, yang mana minerologi tersebut terbentuk dari proses pelapukan material batuan (unorganik) dan atau material organik. Hasil lapukan

material tersebut kemudian membentuk lapisan tanah pada suatu tempat, material lapukan setempat (residual soil), dan/atau hasil lapukan yang terangkut dari tempat lain (transported soil) sangat mempengaruhi sifat-sifat tanah pada suatu tempat. Baik sifat fisis maupun sifat teknis pada lapisan tanah. Jika partikel lapukan tersebut bergradasi halus, maka cenderung memberikan sifat yang kohesif dengan konsistensi lunak. Sebaiknya jika partikel lapukan pembentuk lapisan tanah bergradasi kasar, maka cenderung memberikan konsistensi yang keras dan sifat yang cenderung non kohesif. Kedua karaktersitik tersebut, sangat menentukan kinerja dari lapisan tanah dalam berbagai hal, seperti besar daya dukung tanah, kapasitas permeabilitas tanah, perilaku kompresibilitas, dan potensi kembang susut (swelling potensial) tanah.

Dalam pekerjaan dibidang teknik sipil, masalah permeabilitas tanah, kadang diupayakan sekecil mungkin untuk tujuan optimalisasi kinerja konstruksi. Contoh pada bendung timbunan urugan tanah, struktur subgrade jalan, back fill turap, dan lain sebagainya. Namun terkadang juga diupayakan agar permeabilitas pada lapisan tanah diperbesar.

Selanjutnya potensi kembang susut (swelling potential) dari tanah ekspansif dapat diperbaiki dengan merubah nilai density tanah

tersebut (Holtz, 1959). Metode ini menunjukkan bahwa pemadatan pada nilai density yang rendah dan pada kadar air di bawah kadar optimum mengakibatkan lebih sedikit potensi kembang susut dari pemadatan pada nilai density, yang tinggi dan kadar air yang lebih rendah.

Semua tindakan mengubah sifat asli pada tanah, untuk disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi merupakan tindakan yang dapat dikategorikan sebagai upaya stabilisasi tanah. Secara khusus pengertian stabilisasi tanah dapat dilihat dari berbagai definisi yang dikemukakan beberapa ahli, antara lain:

Menurut Lambe (1962), mendefinisikan stabilisasi tanah sebagai perubahan dari setiap properti tanah untuk memperbaiki kinerja tekniknya (soil stabilization as "the alteration of any property of a soil to improve its engineering performance"). Dalam pengertian ini Lambe memaknai sifatsifat tanah (soil property) mencakup sifat mikroskopis dan makroskopis dari massa tanah.

Jon A. Epps et al. (1971), mengartikan stabilisasi tanah adalah tindakan untuk memperbaiki sifat rekayasa tanah (soil properties).

Ingles & Metcalf (1972), mengatakan bahwa perubahan sifat tanah untuk memenuhi persyaratan teknik tertentu, dikenal sebagai stabilisasi tanah.

Punmia (1980), menyatakan bahwa stabilisasi tanah dalam pengertian luas mencakup berbagai metode yang digunakan untuk memodifikasi sifat tanah untuk memperbaiki kinerja tekniknya. Dalam hal ini menurut Punmia bahwa tujuan utama dari stabilisasi tanah adalah untuk meningkatkan kekuatan atau stabilitas tanah dan mengurangi biaya konstruksi dengan memanfaatkan sebaik-baiknya bahan yang tersedia secara local.

Selain definisi di atas, masih banyak terminologi yang dikemukakan beberapa ahli lain. Secara umum stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu yang berfungsi untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, atau dapat pula diartikan secara umum bahwa stabilisasi tanah yaitu usaha - usaha untuk mengubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu.

Menurut Darwis (2018), pengertian stabilisasi tanah secara luas adalah "suatu metode rekayasa tanah yang bertujuan untuk meningkatkan dan/atau mempertahankan sifat-sifat tertentu pada tanah, agar selalu memenuhi syarat teknis yang dibutuhkan". Dalam hal ini syarat - syarat teknis yang dibutuhkan dalam mengoptimalkan kinerja konstruksi antara lain; kapasitas daya dukung tanah, kuat geser tanah, penurunan (settlement), permeabilitas tanah, dan lain

sebagainya, yang mana syarat teknis tersebut selalu dikaitkan dengan jenis dan fungsi konstruksi yang dibuat.

Secara garis besar, jika ditinjau dari mekanisme global yang terjadi pada upaya stabilisasi tanah, maka klasifikasi tindakan stabilisasi tanah dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

Perbaikan tanah (soil improvement) ; adalah suatu jenis stabilisasi tanah yang dimaksudkan untuk memperbaiki dan/atau mempertahankan kemampuan dan kinerja tanah sesuai syarat teknis yang dibutuhkan, dengan menggunakan bahan additive (kimiaawi), pencampuran tanah (re-gradation), pengeringan tanah (dewatering) atau melalui penyaluran energi statis/dinamis ke dalam lapisan tanah (fisik).

Perkuatan tanah (soil reinforcement); adalah suatu jenis stabilisasi tanah yang dimaksudkan untuk memperbaiki dan/atau mempertahankan kemampuan dan kinerja tanah sesuai syarat teknis yang dibutuhkan, dengan memberikan material sisipan ke dalam lapisan tanah tersebut.

Dari kedua pengklasifikasian di atas, terlihat korelasi antara keduanya, bahwa perbaikan tanah (soil improvement), relevan dengan stabilisasi kimia maupun stabilisasi secara fisik. Serta perkuatan tanah (soil reinforcement), relevan hanya dengan stabilisasi mekanis.

2.7 Perbaikan Tanah

Apabila mengacu pada klasifikasi dari stabilisasi tanah sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya, maka ruang lingkup dari perbaikan tanah meliputi dua klasifikasi, yakni:

Perbaikan tanah dengan menggunakan metode kimiaawi; yang selanjutnya dapat dibedakan dalam beberapa tinjauan, antara lain:

Ditinjau dari jenis bahan pencampur (additive); perbaikan tanah dengan metode kimiaawi, dibedakan atas perbaikan tanah dengan bubuk (powder stabilization). Serta perbaikan tanah dengan larutan (solvent stabilization)

Ditinjau dari jenis material bubuk (powder); perbaikan tanah dengan metode kimiaawi, dibedakan atas perbaikan tanah dengan semen (soil cement), dan perbaikan tanah dengan kapur (soil lime), Perbaikan tanah dengan abu (soil ash).

Ditinjau dari cara pencampuran; perbaikan tanah dengan metode kimiaawi, dibedakan atas perbaikan tanah dengan metode pengadukan (mixing method), serta perbaikan tanah dengan metode penyuntikan (grouting method).

Perbaikan tanah dengan metode fisik; yang bila ditinjau dari aspek metode pelaksanaannya dapat dibedakan dalam beberapa jenis, yaitu Pemadatan tanah (compaction), Konsolidasi tanah (consolidation or preloading), Pengeringan tanah (dewatering),

Penggantian tanah (replacement), Perekatan partikel tanah (permeation resin), dan lain-lain.

2.8 Perkuatan Tanah

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa perkuatan tanah (soil reinforcement), adalah suatu jenis stabilisasi tanah yang dimaksudkan untuk memperbaiki dan/atau mempertahankan kemampuan dan kinerja tanah sesuai syarat teknis yang dibutuhkan, dengan memberikan material sisipan ke dalam lapisan tanah tersebut.

Selanjutnya material lapisan tanah yang terbentuk dari hasil tindakan perkuatan tanah disebut tanah perkuatan (reinforced earth). Tanah perkuatan, adalah lapisan tanah yang telah diberikan material sisipan yang mampu membentuk suatu sistem yang dapat bekerja sebagai satu kesatuan, sehingga kemampuan dari sistem tersebut menjadi jauh lebih besar atau lebih optimal dari pada kemampuan awal dari lapisan tanah tersebut.

2.9 Subgrade

2.9.1 Parameter Tanah

Dalam mendesain bangunan geoteknik, diperlukan data tanah yang dapat mempresentasikan kondisi tanah. dilapangan. Data yang diperlukan dapat berupa data pengujian lapangan, sampel tanah dan laboratorium. yang dianggap mewakili lokasi sebenarnya.

Kelengkapan data dalam dalam penyelidikan lapangan sangat

menentukan akurasi dalam perencanaan, tetapi tidak semua data. dapat di peroleh dengan lengkap. Hal tersebut terkait dengan biaya. pengambilan sampel ataupun kendala non teknis yang terjadi dilapangan. Oleh karena itu , perencana. harus dapat mengambil asumsi yang dapat dipertanggung jawabkan dengan. nilai kesalahan yang minimal. Asumsi tersebut dapat. diperoleh dengan korelasi empiris yang telah dilakukan oleh ahli – ahli. geoteknik dan mengacu pada pemahaman mekanika tanah yang baik.

1. Berat isi

Berat volume. atau berat isi (γ) merupakan. berat tanah per satuan volume,

$$\gamma = \frac{\text{Berat isi } (W)}{\text{Volume } (V)}$$

Hubungan antara densitas dan berat volume :

$$\gamma \left(\frac{kN}{m^3} \right) = \frac{g \cdot \rho \left(\frac{kN}{m^3} \right)}{1000}$$

Dimana :

$$\rho = \frac{\text{Mass } (m)}{\text{Volume } (V)}$$

Untuk parameter beta berbagai jenis tanah. sebagai pendekatan jika data lapangan data laboratorium tidak ada.

Tabel 2.1 Korelasi Empiris antara nilai N-SPT dengan *Unconfined Compressive Strength* dan Berat jenis tanah jenuh untuk tanah kohesif

<i>N-SPT</i>	<i>Konsistensi</i>	<i>Qu</i> (Unconfined Compressive Strength) tons/ft ²
< 2	Very Soft	< 0.25
2 – 4	Soft	0.25 – 0.50
4 – 8	Medium	0.50 – 1.00
8 – 15	Stiff	1.00 – 2.00
15 – 30	Very Stiff	2.00 – 4.00
> 30	Hard	> 4.00

Sumber: Lambe & Whitman – 1948

Tabel 2.2 Korelasi Berat Jenis untuk tanah Non kohesif dan Kohesif

<i>Cohesionless Soil</i>			
<i>N</i>	0 – 10	11 – 30	31 – 50
<i>Unit Weight γ (kN/m³)</i>	12 – 16	12 – 18	16 – 20
<i>Angle of Friction ϕ</i>	25 – 32	28 – 36	30 – 40
<i>State</i>	Loose	Medium	Dense
<i>Cohesive</i>			
<i>N</i>	< 4	4 – 6	6 – 15
<i>Unit Weight γ (kN/m³)</i>	14 – 18	16 – 18	16 – 18
<i>Angle of Friction ϕ</i>	< 25	20 – 50	30 – 60
<i>State</i>	Very Loose	Soft	Medium

Sumber: William T. Whitman, Robert V. - 1962

Tabel 2.3 Korelasi Berat Jenis untuk tanah Non kohesif

<i>Description</i>	<i>Very Loose</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	<i>Very Dense</i>
<i>N-SPT</i>					
<i>Fine</i>	1 – 2	3 – 6	7 – 15	16 – 30	
<i>Medium</i>	2 – 3	4 – 7	8 – 20	21 – 40	
<i>Coarse</i>	3 – 6	5 – 9	10 – 25	26 – 45	
<i>Angle of Friction ϕ</i>					
<i>Fine</i>	26 – 28	28 – 30	30 – 34	33 – 38	
<i>Medium</i>	27 – 28	30 – 32	32 – 36	36 – 42	
<i>Coarse</i>	28 – 30	30 – 34	33 – 34	40 – 50	
<i>γ_{sat} (kN/m³)</i>	11 – 16	14 – 18	17 – 20	17 – 22	

Sumber: William T. Whitman, Robert V. - 1962

2.10 CFG (Cement Fly-Ash Gravel) Pile

CFG adalah Cement Fly-ash Gravel Teknologi pondasi komposit CFG adalah sebuah teknologi perbaikan tanah baru yang dikembangkan oleh China Academy of Buliding Science Foundation di Taiwan pada akhir tahun 1980-an. CFG Pile adalah kekuatan. ikatan tinggi yang terbuat dari semen, abu terbang, kerikil dan pasir dengan menambahkan air dan. pencampuran pada tahun 1992.

Teknologi ini awalnya diterapkan pada bangunan bertingkat, dan sekarang telah banyak digunakan di gedung. bertingkat tinggi dan di beberapa daerah menjadi salah satu

metode. perawatan dasar yang paling umum digunakan.

Namun teknologi pondasi tiang pancang CFG. masih merupakan teknologi yang sedang berkembang. Metode ini masih terus. mempelajari karakteristik dan parameternya dalam. aplikasi plaxis

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir. ini penulis menggunakan jenis penelitian kualitatif sekunder dimana penulis memiliki tujuan menganalisis. secara mendalam dan kontekstual dari suatu fenomena. Serta data yang dikumpulkan sudah tersedia. dari peneliti lain.

3.2 Data dan Sumber Data

Data yang diperoleh. dalam penyusunan skripsi ini adalah. dari proyek dimana penulis melakukan. penelitian, yaitu dari proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung section 3, Cikalong Wetan, Bandung Barat. Dengan cara meninjau langsung di lapangan. dan menanyakan langsung dengan staff lapangan serta staff engineering di Section 3.

3.2.1 Data Sekunder

- 1 Jenis Tanah Pada *Subgrade* 47
- 2 Nilai Sondir di area *Subgrade* 47

3.2.2 Data Teknis CFG-Pile (Cement Fly-ash Gravel)

- 1 Mutu Beton : C25 (setara dengan K250)
- 2 Diameter CFG-Pile : 50cm
- 3 Panjang CFG-Pile : 26m
- 4 Slump Test : 18cm

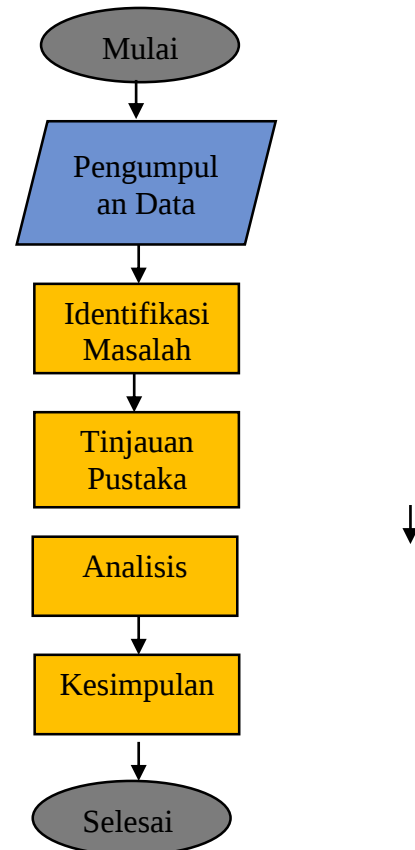
3.3 Metode Pengambilan Data dan Analisis Data

Untuk mencapai maksud. dan tujuan dari pembuatan skripsi ini, maka dilakukan tahapan. yang diperlukan secara garis besar yaitu. sebagai berikut :

- 1 Tahapan pertama adalah melakukan studi terhadap jurnal atau sumber lain sebagai acuan penulisan skripsi terkait dengan Batasan masalah yang di tentukan oleh penulis
- 2 Tahapan kedua yaitu paninjauan secara langsung ke lokasi proyek dan pengambilan data data yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini. Diantara lain sebagai berikut :
 - a. Data *Boring Log*
 - b. Data teknis *CFG-Pile*
 - c. Data lain yang diperlukan

3.4 Bagan Alur Penelitian

Ini adalah bagan alur penelitian untuk tugas akhir ini



Gambar 3.3 Bagan Alur Metode Penelitian

4. ANALISA HASIL PENELITIAN

4.1 Data Perencanaan

Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung merupakan proyek pembangunan kereta cepat pertama di Indonesia. Dalam pengerjaannya, dibagi menjadi dua bagian dan salah satunya adalah pekerjaan Subgrade. Analisis Perbaikan Tanah yang dilakukan oleh pihak perencana untuk tanah – tanah yang bertipe lempung dalam pekerjaan Subgrade adalah menggunakan Cement Fly-Ash Grvel-Pile (CFG-Pile) yang berfungsi sebagai pondasi utama pencegah penurunan tanah dan

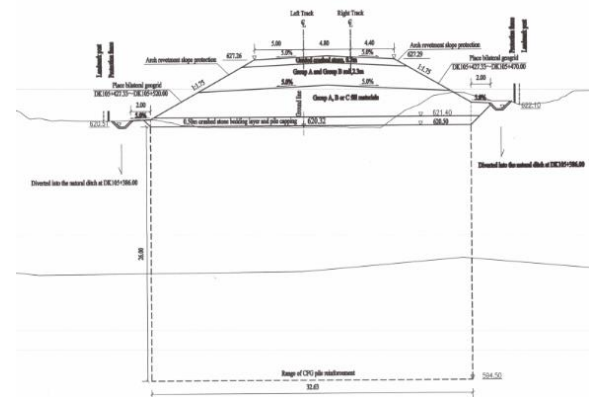
gaya geser terhadap jalur kereta cepat.

Data tanah pada perancangan Subgrade. yang diperoleh dari hasil penyelidikan tanah oleh tim perancang Proyek Kereta Cepat Jakarta – Bandung adalah data Boring Log yang berfungsi. sebagai acuan kedalaman berapa bertemu dengan tanah keras atau batuan. Untuk pengambilan data Borelog area Subgrade 47 didapat hasil bahwa lapisan batuan. berada di kedalaman 4.6m untuk lebih detailnya mengenai hasil boring log pada pekerjaan Subgrade 47 terdapat. pada lampiran satu.

Data data yang menunjang dalam. penyusunan penelitian ini merupakan data yang telah ada sebelumnya. dan peneliti hanya menyusun sesuai apa yang akan penulis tuangkan dalam hasil. penelitian.

4.2. Permodelan Analisa Perhitungan

Penelitian ini akan menganalisa tentang bagaimana perilaku kondisi tanah Subgrade dengan kekuatan daya dukung tanah dengan menggunakan metode CFG-Pile dengan jarak rencana antar kekuatan adalah 2m, diameter CFG-Pile adalah 0.5m. perhitungan akan dilakukan dengan mengambil sampel pada potongan Cross Section Subgrade #47 DK105+430.00 dengan data tanah 16-ZD-223 seperti gambar dibawah.



Gambar 4.4 Cross Section DK105+430

Tabel 4.4 Parameter Tanah Asli

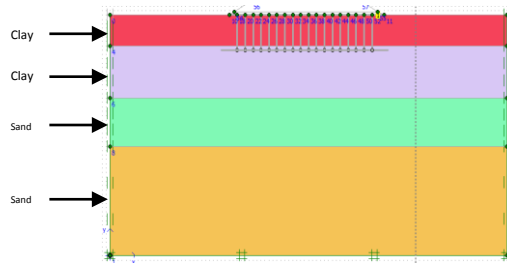
		Clay 1	Clay 2	Sand	Sand
Material model		Mohr - Coulomb			
Material type		Undrained		Drained	
γ_w	kN/m ³	10	10	10	10,0
N-SPT		2,7	9,7	13,2	45,9
e		0,35	0,35	0,3	0,3
γ_{unsat}	kN/m ³	14,0	14,0	14,0	16,0
γ_{sat}	kN/m ³	16,0	16,0	16,0	18,0
E	kN/m ²	1067	3867	9240	32141,7
v		0,35	0,35	0,3	0,3
c	kN/m ²	5,33	19,33	5	5,0
ϕ	°	5,0	5,0	32,59	43,5

4.3 Data Tanah

Data perencana pada makalah ini menggunakan data hasil Boring Log/Standart Penetration Test (SPT) pada subgrade 47 yaitu pada DK105+430 (16-ZD-223) dimana terdapat beberapa lapisan tanah dan untuk Ground Water Level diambil dari data Boring Log dan diketahui bahwa Geound Water Level berada pada kedalaman 4,6 m. Untuk data parameter tanah didapatkan dari hasil korelasi nilai N pada data boring log dimana parameter tanah yang dibutuhkan yaitu :

Tabel 4.5 Kebutuhan Parameter Tanah

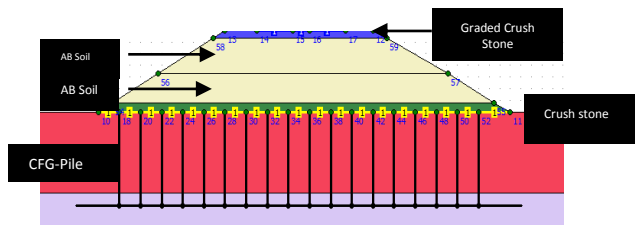
γ_{dry}	Berat jenis tanah kering [kN/m ³]	c	Kohesi [kN/m ²]
γ_{sat}	Berat jenis tanah jenuh [kN/m ³]	ϕ	Sudut geser [°]
k	Permeabilitas [m/day]	v	Poisson ratio
E_{ref}	Modulus Elastisitas [kN/m ²]	ψ	Sudut dilatasi



Gambar 4.5 Kondisi Eksisting Tanah pada DK105+430

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang (A)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times (0,5)^2 \\ &= 0,2 \text{ m}^2 \\ EA &= 27805574,98 \text{ kN/m}^2 \times 0,2 \text{ m}^2 \\ &= 5459611,88 \sim 5459612 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.4 Data Timbunan



Gambar 4.6 Permodelan Desain Timbunan pada DK105+430

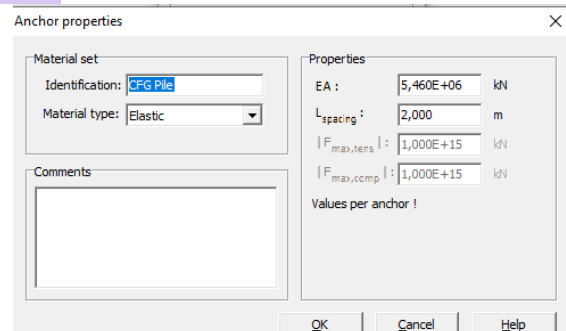
Gambar 4.7 rameter Tanah Asli

Lapisan	Tipe Perilaku material	Berat Jenis Tanah		Permeabilitas		Modulus Elastisitas	Poisson Ratio
		ysat kN/m3	yunsat kN/m3	Kx m/day	Ky m/day	Eref kN/m2	
Graded Crush Stone	Drained	16	16	0,086	0,086	55000	0,2
AB Soil	Drained	16	16	4,32	4,32	40000	0,2
Crush Stone	Drained	16	16	0,864	0,864	55000	0,2

4.4.1 CFG-Pile

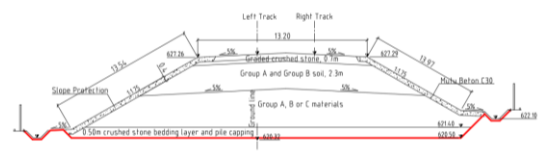
Dalam makalah ini akan dilakukan analisa ground treatment pada subgrade menggunakan CFG Pile dengan parameter sebagai berikut :

- Mutu beton (f_c) = C35 ~ 35 mPa
- Modulus Elastisitas (E) = $4700 \times \sqrt{f_c}$
 $= 4700 \times \sqrt{35} \times 1000$
 $= 27805574,98 \text{ kN/m}^2$



Gambar 4.8 Penginputan Data CFG-Pile

4.4.2 Slope Protection

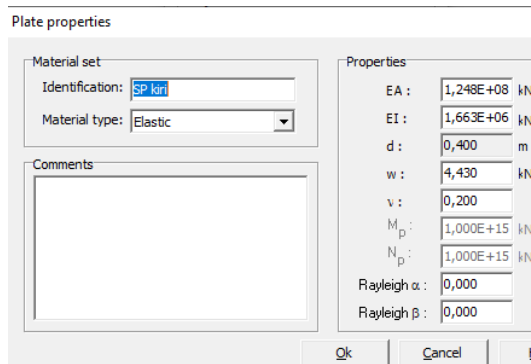


Gambar 4.9 Dimensi Slope Protection

Untuk menjaga stabilitas lereng maka digunakan Slope protection dengan parameter sebagai berikut :

- 1 Slope Protection Kiri
- Mutu beton = C30 ~ 20 mPa

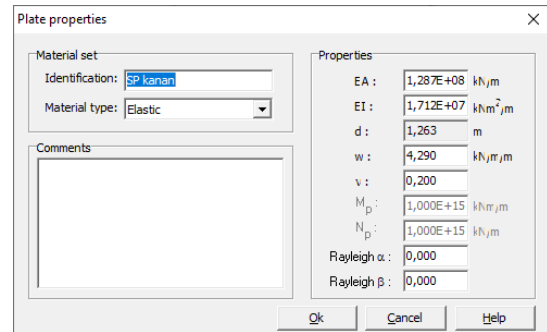
- Modulus Elastisitas (E) = $4700 \times \sqrt{f_c}$
 $= 4700 \times \sqrt{24} = 23025204 \text{ kN/m}^2$
- Luas Penampang (A) = $13,54 \times 0,4$
 $= 5,42$
- Berat (W) = BJ Beton x Luas penampang
 $= 24 \text{ kN/m}^3 \times 5,42 \text{ m}^2 = 130,08 \text{ kN}$
- Section Inertia (I) = $1/12 \times b \times h^3$
 $= 1/12 \times 13,54 \times 0,4^3 = 0,072 \text{ m}^4$
- EA = $23025204 \text{ kN/m}^2 \times 5,42 \text{ m}^2$
 $= 124796606 \text{ kN}$
- EI = $23025204 \text{ kN/m}^2 \times 0,072 \text{ m}^2$
 $= 1662727 \text{ kN}$



Gambar 4.10 Input Parameter Slope Protection Kiri

2 Slope Protection Kanan

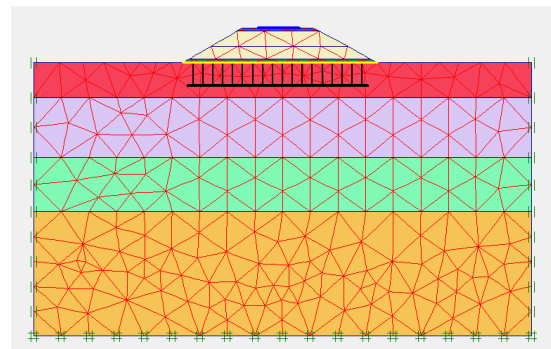
- Mutu beton = C30 ~ 20 mPa
- Modulus Elastisitas (E) = $4700 \times \sqrt{f_c}$
 $= 4700 \times \sqrt{24} = 23025204 \text{ kN/m}^2$
- Luas Penampang (A) = $13,97 \times 0,4 = 5,59$
- Berat (W) = BJ Beton x Luas penampang
 $= 24 \text{ kN/m}^3 \times 5,59 \text{ m}^2 = 134,16 \text{ kN}$
- Section Inertia (I) = $1/12 \times b \times h^3$
 $= 1/12 \times 13,97 \times 0,4^3 = 0,075 \text{ m}^4$
- EA = $23025204 \text{ kN/m}^2 \times 5,58 \text{ m}^2$
 $= 128664838 \text{ kN}$
- EI = $23025204 \text{ kN/m}^2 \times 0,075 \text{ m}^2$
 $= 1715531 \text{ kN}$



Gambar 4.11 Input Parameter Slope Protection Kanan

4.4.3 Penyusunan Mesh Indinite Element

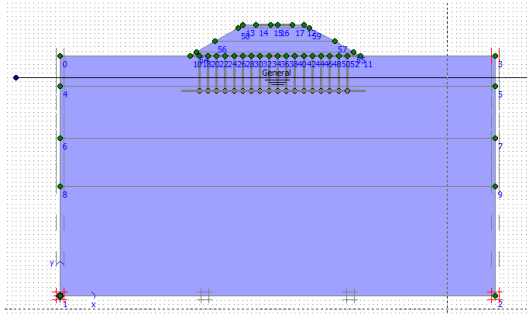
Selanjutnya yaitu membuat elemen pada aplikasi plaxis sehingga model geometri seperti gambar yang ditampilkan berikut :



Gambar 4.12 Generate Mesh pada Plaxis

4.4.4 Permodelan Muka Air Tanah (Ground Water Level)

Berdasarkan desain Subgrade 47 yang telah dibuat oleh pihak konsultan perencanaan, yaitu pada Construction Drawing JBHSR-1-RS-DR-20 GWL/Ground Water Level pada Subgrade 47 berada pada kedalaman 4,6m – 13,8m dan untuk pemodelan ini diambil pada kedalaman 4,6m dari permukaan tanah. Sehingga pada permodelan Plaxis akan seperti berikut :



Gambar 4.13 Permodelan Muka Air Tanah

4.5 Perhitungan Model

Pada tahap ini data parameter tanah dan CFG-Pile telah dipersiapkan. Selanjutnya adalah menganalisa penurunan tanah sebelum dan sesudah menerapkan metode CFG-Pile.

4.2.1 Analisis Penurunan Tanah Sebelum Pemasangan CFG-Pile

1. Input permodelan *Plaxis v8.6*

a. Model Geometri

Geometri menggunakan Plain Strain dimana CFG-Pile dipasang di dalam tanah sesuai desain. Satuan panjang yang digunakan adalah meter (m), satuan gaya yang digunakan adalah kilo Newton (kN) dan satuan waktunya adalah hari (day). Baik tanah maupun CFG-Pile dimodelkan dengan menggunakan elemen 15 titik nodal. Lapisan tanah dibagi menjadi 4 lapisan yaitu Clay 1 setebal 7 meter, Clay 2 Setebal 12 meter, Sand 1 setebal 9 meter, dan Sand 2 setebal 27 meter. Untuk parameter Embankment adalah Crush Stone setebal 0,5 m, A or B Soils setebal 5,89 m, dan Graded Crush Stone setebal 0,7m. Untuk kedalaman Ground Treatment sama yaitu 26 meter.

1) Kondisi Batas

Setelah permodelan selesai, Langkah selanjutnya adalah

mengaktifkan kondisi batas (*Standart fixities*). Pada prinsipnya seluruh batas harus mempunyai kondisi batas tiap arah. Jika Kondisi batas tidak dinyatakan secara eksplisit pada suatu batas tertentu (batas bebas) maka kondisi alami akan diterapkan yaitu dimana perpindahan adalah bebas.

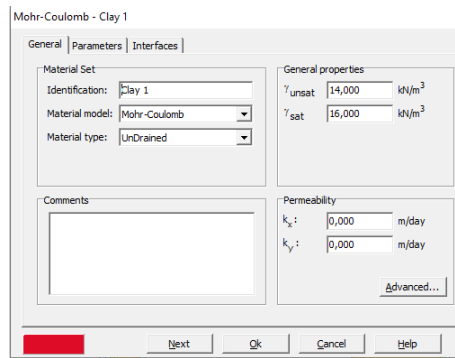
2) Sifat – Sifat Material

Lapisan tanah dimodelkan dengan menggunakan model *Mohr - Coulomb*. Perilaku material diatur sebagai terdrainase. Faktor reduksi kekuatan antar muka (*Rinter*) yang digunakan sebesar satu yang menyatakan kondisi material adalah kaku. Terdapat beberapa tipe dalam *Material Sets* untuk menginput data ke dalam program *PLAXIS v8.2*. Di antaranya : *Soil dan Interface, Anchors, dan Geogrid*.

Berikut adalah Langkah Langkah penginputan Material sts pada soil dan Interface :

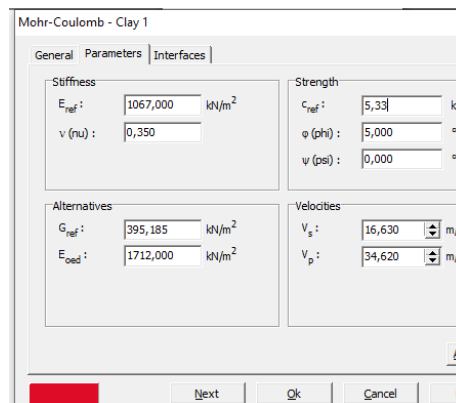
- Klik  Material Sets pada program *PLAXIS v8.2*
- Dalam lembar tab Material Sets, ubah Set type ke Soil and Interface.
- Klik New untuk membuka lembar tab berikutnya, didalamnya terdapat tiga parameter yang harus diisi yaitu General ; Parameters dan Interfaces.
- Pada lembar tab General, masukkan nilai kepadatan

kering (γ_{unsat}) dan kepadatan jenuh (γ_{sat}). Nilai Permeability tidak diisi karena tidak melibatkan analisis konsolidasi dan aliran air tanah.



Gambar 4.14 Penginputan Parameter tanah tab General

- e. Pada lembar tab *Parameters*, parameter yang akan di inputt yaitu parameter kekakuan (E dan ν) dan kekuatan (c, ϕ , dan ψ). Untuk parameter dilatansi (ψ), nilai akan dimasukkan jika $\psi = \phi - 30^\circ$



Gambar 4.15 Penginputan Parameter tanah tab *Parameters*

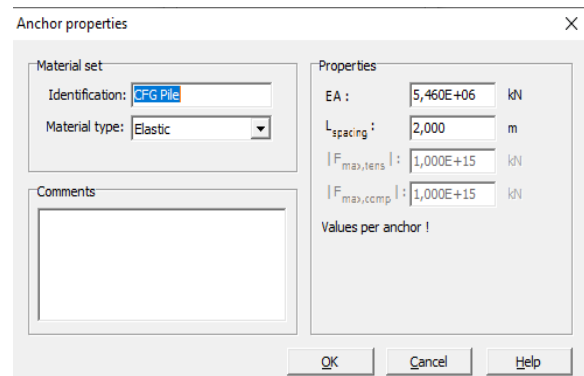
- f. Pada lembar tab *Interfaces*, parameter yang akan diinput berupa tingkat kekakuan tanah .

- g. Ulangi Langkah – langkah diatas untuk parameter tanah yang lainnya

2 Berikut adalah Langkah untuk menginput *Material Sets* Pada *Anchors*



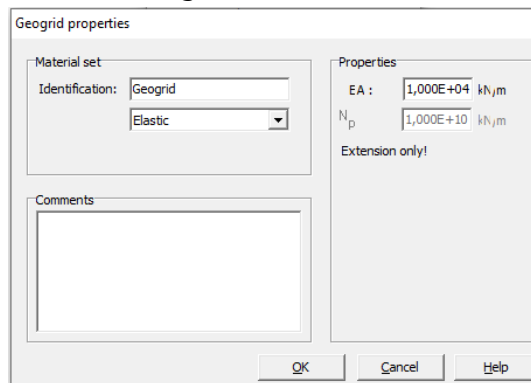
- Klik *Material Sets* pada program *PLAXIS v8.2*
- Dalam lembar tab *Material Sets*, ubah Set Type ke *Anchors*
- Klik *New* untuk membuka lembar tab berikutnya pada masing – masing *Set Type*.
- Pada lembar tab *Anchors*, masukkan *Material Type* menjadi *Elastic*. Masukkan nilai Kekakuan normal (EA) dan Spacing (L). Untuk nilai diameter akan terisi secara otomatis jika nilai dari EA telah diinput.
- Ulangi langkah – langkah di atas untuk material *Stone Column*



Gambar 4.16 Penginputan parameter material CFG-Pile

Berikut adalah langkah untuk menginput *Material Sets* pada *Geogrid* :

- b. Klik  *Material Sets* pada program PLAXIS v8.2
- c. Dalam lembar tab Material Sets, ubah Set Type ke Geogrid
- d. Klik *New* untuk membuka lembar tab berikutnya pada masing – masing *Set Type*
- e. Pada lembar tab *Geogrid*, masukkan *Material Type* menjadi *Elastic*. Input nilai Kekakuan normal (EA) *Geogrid*

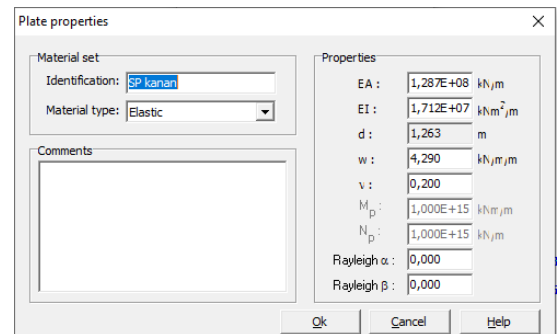


Gambar 4.17 Input parameter material Geogrid

Berikut adalah langkah untuk menginput Material Sets pada Plates :

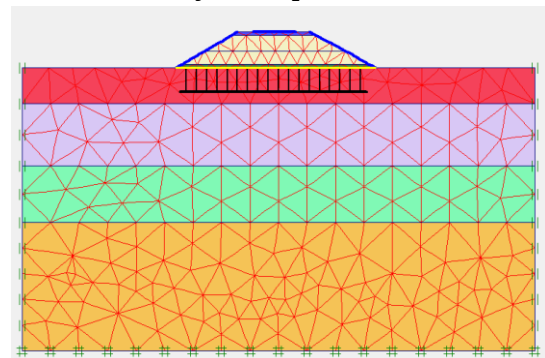
- a. Klik  *Material Sets* pada program PLAXIS v8.2
- b. Dalam lembar tab Material Sets, ubah Set Type ke Plates
- c. Klik *New* untuk membuka lembar tab berikutnya pada masing – masing *Set Type*
- d. Pada lembar tab *Geogrid*, masukkan *Material Type* menjadi *Elastic*. Input nilai Kekakuan normal (EA), Kekakuan Inertia (EI) , Berat

(W), dan *poisson ratio* (ν) *Plates*



Gambar 4.18 Input parameter material Slope Protection

- 3 Pembentukan Jaringan Elemen
Jaring elemen disusun dengan tingkat kekerasan global diatur sebagai “fine”. Hasil dari pembentukan jaring elemen ditunjukkan pada

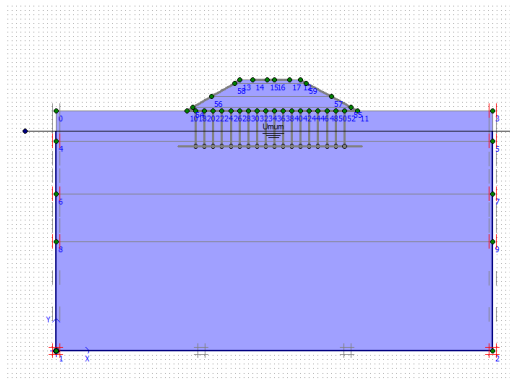


Gambar 4.19 Pembentukan Jaringan Elemen

4. Initial Conditio pada Plaxis
Setelah model geometri terbentuk dan jaring elemen yang telah sesuai disusun, maka kondisi tegangan awal dan konfigurasi awal harus ditentukan terlebih dahulu, kondisi awal terdiri dari tiga bagian yaitu modulus untuk menghitung tekanan air, modulus untuk spesifikasi dari konfigurasi awal geometri serta perhitungan tegangan efektif awal untuk di lapangan (modus konfigurasi geometri)

- a. Tekanan Air

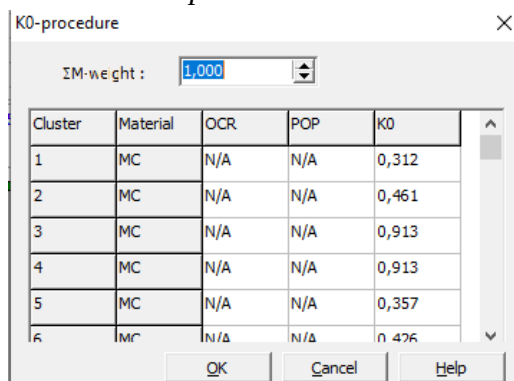
Muka air tanah atau garis freatik berada pada kedalaman 4.6 meter. Dari menu Generate Water Pressure didapatkan tekanan air pori hidrostatik yang dihitung terhadap seluruh model geometri berdasarkan garis freatik ini.



Gambar 4.20 Pembentukan Jaringan Elemen

b. Tenakanan Awal

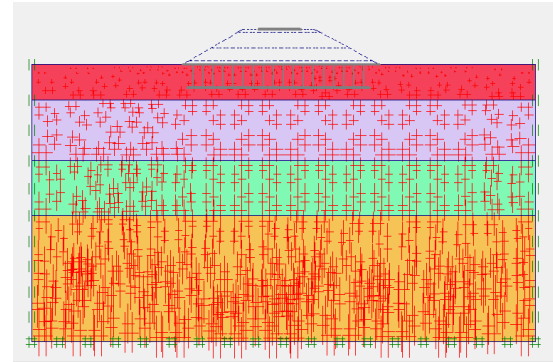
Tegangan efektif awal dihitung berdasarkan prosedur-Ko



Gambar 4.21 Tegangan Tanah pada Kondisi Awal

c. Perhitungan Plaxis v8.2

Untuk mengetahui penurunan sebelum menggunakan metode *CFG-Pile* pada desain. Untuk kondisi awal atau eksisting sudah diatur pada saat tahap *initial soil stress*. Berikut adalah tahapan dari proses konstruksi tersebut yang dimodelkan dalam *Plaxis v8.2* sebagai *Phase*.

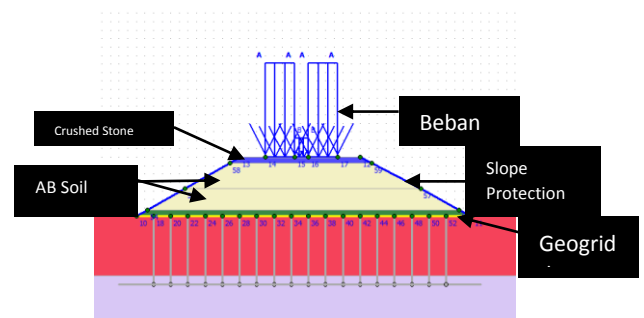


Gambar 4.22 Initial Soil Stress

d. Peng-inputan data beban

Berikut adalah Langkah untuk menginput beban-beban serta material sesuai desain :

Pilih tab Parameter lalu Stage Construction dan centang kotak Reset displacements to Zero dan Delete Intermediate Steps, atur Additional Steps kemudian klik define untuk mengaktifkan beban diatas tanah eksisting yang telah di tentukan sebelumnya diatas. (beban slope, beban Track, beban kereta itu sendiri) aktifkan juga AB Soils dan Geogrid dan Crush Stone



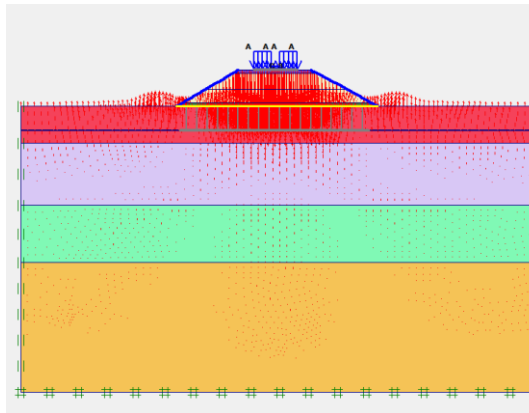
Gambar 4.23 Pengaktifan beban serta lapisan tanah sesuai desain

a. Lalu klik Calculate

4.2.2 Output Plaxis v8.2 Sebelum Menggunakan Metode CFG-Pile

Berdasarkan analisis menggunakan program Plaxis 8.2 maka didapat nilai Vertical displacement sebesar

320,77*10-3m. dan nilai Safety factor dari tidak menggunakan metode CFG-Pile adalah 1,228



Gambar 4.24 Hasil Perhitungan Vertical displacement

Informasi perhitungan

Pengali | Informasi tambahan | Informasi langkah |

Informasi langkah		
Langkah	125 dari 125	Faktor ekstrapolasi 0,500
Langkah Plastik		Kelakuan relatif 0,000

Pengali	Peningkatan faktor pengali	Faktor pengali total
Perpindahan tertentu	Mdisp: 0,000	Σ-Mdisp: 1,000
Sistem beban A	MloadA: 0,000	Σ-MloadA: 1,000
Sistem beban B	MloadB: 0,000	Σ-MloadB: 1,000
Berat tanah	Mweight: 0,000	Σ-Mweight: 1,000
Percepatan	Maccel: 0,000	Σ-Maccel: 0,000
Faktor reduksi kekuatan	Msf: 0,000	Σ-Msf: 1,228
Waktu	Peningkatan: 0,000	Waktu akhir: 0,000
Waktu dinamis	Peningkatan: 0,000	Waktu akhir: 0,000

Cetak

Gambar 4.25 Nilai Safety Factor dengan tidak menggunakan CFG-Pile

2.4 Analisis Penurunan Tanah Sebelum Pemasangan CFG-Pile

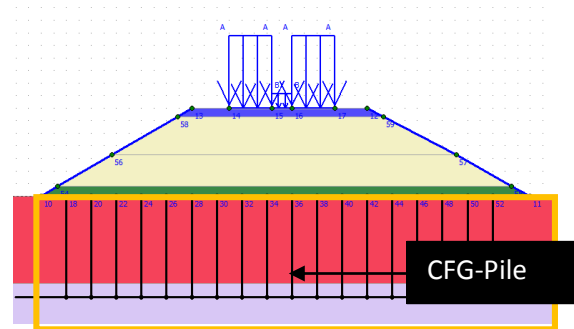
4.2.3 Peng-inputan data CFG-Pile

Dengan menggunakan tahapan yang sama seperti ingin mengetahui nilai Safety Factor dan Vertical displacement sebelum penggunaan metode CFG-Pile, namun perbedaannya ketika pada tahapan penginputan data, data CFG-Pile juga diikuti sertakan.

Berikut ini adalah Langkah-langkah untuk meng input data CFG-Pile :

- 1 Pilih tab Parameter lalu Stage Construction dan centang kotak

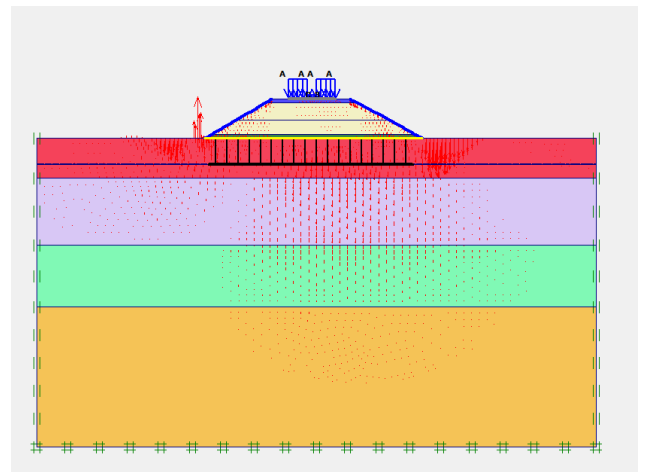
Reset displacements to Zero dan Delete Intermediate Steps, atur Additional Steps kemudian klik define untuk mengaktifkan CFG-Pile, kemudian klik Calculate



Gambar 4.26 Pengaktifan Material CFG-Pile

3.2.1 Output Plaxis v8.2 Setelah Menggunakan Metode CFG-Pile

Berdasarkan analisis menggunakan program Plaxis 8.2 maka didapat nilai Vertical displacement sebesar 375,98*10-6m. dan nilai Safety factor dari tidak menggunakan metode CFG-Pile adalah 2,333



Gambar 4.27 Hasil Perhitungan Vertical displacement

Informasi perhitungan		
[Pengali] Informasi tambahan Informasi langkah		
Informasi langkah		
Langkah	227 dari 227	Faktor ekstrapolasi 0,500
Langkah Plastis		Kekakuan relatif 0,000
Pengali		
	Peningkatan faktor pengali	Faktor pengali total
Perpindahan tertentu	Mdisp: 0,000	Σ-Mdisp: 1,000
Sistem beban A	MloadA: 0,000	Σ-MloadA: 1,000
Sistem beban B	MloadB: 0,000	Σ-MloadB: 1,000
Berat tanah	Mweight: 0,000	Σ-Mweight: 1,000
Percepatan	Maccel: 0,000	Σ-Maccel: 0,000
Faktor reduksi kekuatan	Mef: -0,002	Σ-Mef: 2,333
Waktu	Peningkatan: 0,000	Waktu akhir: 0,000
Waktu dinamis	Peningkatan: 0,000	Waktu akhir: 0,000
Cetak		

Gambar 4.28 Nilai Safety Factor dengan menggunakan CFG-Pile

4.7 Hasil Analisis

Berdasarkan analisis diatas penurunan sebelum penerapan metode CFG-Pile didapat hasil *Vertical Displacement* sebesar $320,77 \times 10^{-3} \text{m}$. dan *Safety Factor* sebesar 1,228.

Sedangkan analisis penurunan sesudah penerapan metode CFG-Pile didapat hasil *Vertical Displacement* berkurang menjadi $375,98 \times 10^{-6} \text{m}$. dan *Safety Factor* sebesar 2.333.

Sehingga pemasangan CFG-Pile menurunkan nilai *Vertical Displacement* sebesar 99.88%. Serta pemasangan CFG-Pile membuat *safety factor* naik dari 1.228 (dibawah persyaratan desain yaitu 1.25) menjadi 2.333.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis. perbaikan tanah menggunakan Cement Fly-Ash Gravel adalah sebagai berikut :

- 1 Penurunan tanah vertikal atau *Vertical Displacement* sebelum penggunaan metode CFG-Pile yaitu sebesar $320,77 \times 10^{-3} \text{m}$.

sedangkan ketika metode CFG-Pile diterapkan, meingkat 99.88%. menjadi $375,98 \times 10^{-6} \text{m}$. itu berarti metode CFG-Pile sangat mempengaruhi pencegahan penurunan tanah secara vertical.

- 2 *Safety Factor* yang dihasilkan dari analisis penurunan tanah dengan tidak menggunakan CFG-Pile berada dibawah batas minimum yaitu 1.25. sedangkan *Safety Factor* yang dihasilkan dari analisis penurunan tanah dengan menggunakan metode CFG-Pile berada di atas batas minimum yaitu sebesar 2.333.

5.2 Saran

Saran untuk pembangunan Kereta Cepat Jakarta – Bandung adalah sebagai berikut:

1. Data material yang di lapangan kurang lengkap sehingga perlu dilakukan kordinasi lebih lanjut kepada kantor pusat agar tiap *Section* memiliki data – data material yang diperlukan.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai CFG-Pile ini karena di Indonesia khususnya belum begitu banyak yang menerapkan metode CFG-

DAFTAR PUSTAKA

- Archenita, D. et al., 2015. Kajian land subsidence untuk perkuatan tanah. *Rekayasa Sipil*, Volume 12, pp. 1858-3695.
- Fahriani, F. & Apriyanti, Y., 2015. Analisis daya dukung tanah dan penurunan pondasi pada daerah pesisir pantai utara kabupaten

- bangka. *Jurnal Fropil*, Volume 3, p. 2.
- Hamrouni, A., Sbartaï, B. & Dias, D., 2018. Probabilistic analysis of ultimate seismic bearing capacity of strip foundation. *Probabilistic analysis of ultimate seismic bearing capacity of strip*, Volume 10, p. 717-724.
- Razzan, S., Keshavarz, A. & Mosallanezhad, M., 2018. Pullout behavior of polymeric strip in compacted dry granular soil under cyclic tensile load conditions. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, Volume 10, pp. 968-976.
- Xiao, D. et al., 2018. Influence of cement-fly ash-gravel pile-supported approach embankment on abutment piles in soft ground. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, Volume 10, pp. 977-985.
- Zeng, Y. et al., 2018. Blast-induced rock damage control in Fangchenggang nuclear power station, China. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, Volume 10, pp. 914-932.
- Zhang, W. et al., 2018. Influence of groundwater drawdown on excavation responses: A case history in Bukit Timah granitic residual soils. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, Volume 10, pp. 856-864.
- Zheng, G., Jiang, Y., Han, J. & Liu, Y.-F., 2011. Performance of Cement-Fly Ash-Gravel Pile-Supported High-Speed Railway Embankments over Soft Marine Clay. *Marine Georesources and Geotechnology*, Volume 29, p. 145-161.