

Analisis Penurunan Tanah Lunak di Area Pembangunan CBD Teluk Bayur Kota PangkalPinang

AKBAR¹, HERMAN², DESTI SANTI PRATIWI³

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi
Nasional Bandung

Email : akbarotherz01@gmail.com

ABSTRAK

Area kontruksi yang dilakukan pembangunan jalan pada tahun 2019 merupakan area yang memiliki tanah lunak sehingga terjadi penurunan. Setelah dilakukan penelitian kemudian dilakukan perbaikan tanah menggunakan metode Pre Loading tanpa PVD. Analisis penurunan tanah lunak dilakukan menggunakan analisis metode numerik berbasis elemen hingga. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin dalam tanah asli yang dilakukan replacement, maka penurunan konsolidasi yang terjadi akan semakin kecil. Selain itu, perbaikan tanah berupa replacement dapat mereduksi nilai penurunan konsolidasi sebesar 83,75 %. Dapat disimpulkan bahwa dengan adanya timbunan pada perbaikan tanah hasil dari penurunan jauh berbeda sebelum dilakukan perbaikan tanah. Setelah dilakukan perbaikan tanah dilanjutkan dengan perencanaan kontruksi jalan menggunakan perhitungan tebal perkerasan lentur dengan metode AASHTO 1993. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan jalan didapatkan hasil dengan tebal perkerasan pondasi bawah sebesar 36 cm, tebal pondasi atas sebesar 15 cm dan tebal perkerasan sebesar 19 cm.

Kata Kunci : *Perbaikan Tanah, Penurunan Tanah, PLAXIS 2D, Perencanaan Tebal Perkerasan.*

ABSTRACT

The road construction area in this construction is a construction area that was built in 2019. The area of construction being carried out by road construction is an area that has soft soil so that there is a decline. After conducting the research, soil improvement was carried out using the Pre Loading method without PVD. Soft soil subsidence analysis was performed using Plaxis 2D analysis. The results of the analysis show that the deeper the original soil is replaced, the smaller the consolidation settlement will be. More over, soil improvement in the form of replacement can reduce the consolidated impairment value by 83,75 %. It can be equated that the embankment in soil improvement results from settlement is much different before soil improvement is carried out. After repairing the soil with road construction planning using the calculation of flexible pavement thickness with the AASHTO method 1993. From the calculation of the pavement, the results show that the pavement thickness for the bottom foundation is 36 cm, the thickness of the upper foundation is 15 cm and the thickness of the pavement is 19 cm

Keyword : *Soil Improvement, Soil Subsidence, Finite Element Based Numerical Method Analysis, Pavement Thickness Planning.*

1. PENDAHULUAN

Tanah lunak merupakan tanah yang bermasalah dalam konstruksi karena memiliki karakteristik yang tidak baik. Tanah lunak juga memiliki kompresibilitas yang tinggi disebabkan angka pori yang tinggi. Jika beban kendaraan yang membebani tanah lunak maka tanah tersebut akan mengalami penurunan konsolidasi yang disebabkan oleh air dan udara yang keluar dari tanah tersebut. Penurunan konsolidasi merupakan penurunan yang disebabkan adanya beban pada sebuah konstruksi yang terjadi secara perlahan. Untuk menghitung besarnya penurunan konsolidasi yang terjadi bisa menggunakan aplikasi Plaxis 2D. perbaikan tanah merupakan satu upaya agar tidak terjadi nya penurunan konsolidasi pada sebuah konstruksi. Pembangunan jalan CBD teluk bayur ini dimulai dari tanggal 21 Mei 2019 dan selesai pada tanggal 15 Desember 2019. Sebagian jalan yang dibuat terdapat tanah lunak, yang menyebabkan adanya penurunan pada tanah akibat adanya beban kendaraan. Untuk mengatasi penurunan pada tanah lunak tersebut perlu dilakukan perbaikan tanah. Lokasi yang ditinjau pada tugas akhir ini adalah lokasi pembangunan jalan yang memiliki tanah lunak pada titik sta 0+000 sampai 0+270 dan titik sta 0+850 sampai 1+400. Pada daerah tersebut terdapat tanah lunak sampai kedalaman 6 meter, sehingga terjadi penurunan yang cukup besar. Maka dari itu, perlu adanya perbaikan tanah untuk mengatasi penurunan pada daerah tersebut. Metode perbaikan tanah yang digunakan akan ditentukan apabila hasil dari pengujian tanah tersebut dilakukan. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tebal perkerasan jalan yang digunakan agar tidak terjadinya penurunan pada jalan tersebut. Tujuan penelitian diantara lain menghitung penurunan konsolidasi yang terjadi pada tanah lunak menggunakan aplikasi Plaxis 2D.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah didefinisikan oleh Das (1995) sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya (Hardiyatmo, 2006).

Tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara bagian-bagian tersebut berisi udara dan air. (Verhoef, 1994).

Sedangkan Pengertian Tanah menurut (E. Saifudin Sarief, 1986) adalah benda alami yang terdapat di permukaan bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan dan bahan organik "pelapukan sisa tumbuhan dan hewan" yang merupakan medium pertumbuhan tanaan dengan sifat-sifat tertentu yang terjadi akibat gabungan dari faktor-faktor alami, iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan.

Tanah merupakan suatu hal yang harus diperhatikan karena jenis tanah pada suatu daerah berbeda-beda dan mempunyai karakteristik yang berbeda. Tanah yang berada di lapangan harus dalam keadaan yang sesuai persyaratan agar mampu menahan beban-beban suatu bangunan, maka apabila suatu tanah dalam keadaan yang tidak sesuai dengan persyaratan tanah tersebut harus dilakukan perbaikan sehingga mampu menahan beban-beban tersebut.

2.2 Tanah Lunak

Menurut Panduan Geoteknik 1 Proses Pembentukan dan Sifat-Sifat Dasar Tanah Lunak (2002), penggunaan istilah "tanah lunak" berkaitan dengan tanah-tanah yang jika tidak dikenali dan diselidiki secara seksama dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang yang tidak dapat ditolerir, tanah tersebut mempunyai kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang tinggi.

Umumnya lapisan tanah yang disebut lapisan yang lunak adalah lempung (*clay*) atau lanau (*silt*) yang mempunyai nilai pengujian penetrasi standar (*standard penetration test*) yang lebih kecil dari 4 atau tanah organik seperti gambut yang mempunyai kadar air alamiah yang sangat tinggi. Demikian pula lapisan tanah berpasir yang dalam keadaan lepas mempunyai nilai *N* kurang dari 10, diklasifikasi sebagai lapisan yang lunak (Bowles, 1986). Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari sebagian besar butir-butir yang sangat kecil seperti lempung atau lanau. Braja M. Das (1995) mendeskripsikan lempung dan lanau sebagai berikut:

a) Lempung (*clay*)

Sebagian besar terdiri dari partikel *microscopic* dan *submicroscopic* (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempengan (*clays minerals*) dan mineral-mineral yang sangat halus lainnya. Grim (1953) menyatakan dari segi mineral (bukan ukuran), tanah lempung (dan mineral lempung) adalah yang mempunyai partikel-partikel mineral tertentu yang "menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air".

b) Lanau (*silt*)

Sebagian besar merupakan fraksi *microscopic* (berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran *quartz* yang sangat halus, dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral-mineral mika.

2.3 Penurunan (*settlement*)

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah, berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapisan tanah itu karena air pori di dalam tanah berpasir dapat mengalir keluar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi secara bersamaan (Das, 1985). Beberapa atau semua factor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Secara umum, penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi ke dalam dua kelompok besar, yaitu:

1. Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah. Penurunan konsolidasi dibagi menjadi dua, yaitu penurunan konsolidasi primer dan penurunan konsolidasi sekunder.
2. Penurunan seketika (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Perhitungan penurunan segera umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastisitas.

Bilamana suatu lapisan tanah jenuh air diberi penambahan beban, angka tekanan air pori akan naik secara mendadak. Pada tanah berpasir yang tembus air (*permeable*), air dapat mengalir dengan cepat sehingga pengaliran air pori keluar sebagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah; berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapisan tanah itu. Karena air pori di dalam tanah berpasir dapat

mengalir ke luar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi secara bersamaan.

2.4 Penurunan Konsolidasi

Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tegangan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang (Craig,1994). Jangka waktu terjadinya konsolidasi tergantung pada bagaimana cepatnya tekanan air pori yang berlebih akibat beban bekerja dapat dihilangkan. Karena itu koefisien permeabilitas merupakan faktor penting di samping penentuan berapa jauh jarak air pori yang harus dikeluarkan dari pori-pori yang ukurannya bertambah kecil untuk dapat meniadakan tekanan yang berlebihan.

2.5 Perbaikan Tanah

Perbaikan tanah merupakan suatu upaya stabilisasi tanah dengan memperbaiki karakteristik tanah asli. Perbaikan tanah dilakukan setelah tanah tersebut dilakukan pengujian dilapangan dan dilaboratorium apabila hasil dari pengujian tersebut kurang dengan syarat yang ditentukan. Pada suatu konstruksi terdapat karakteristik dan mutu berbeda sehingga metode perbaikan tanah yang dilakukan berbeda-beda. Setelah dilakukan perbaikan tanah, maka tanah dilakukan pengujian lagi untuk memastikan bahwa tanah sudah sesuai dengan syarat yang ditentukan.

Dalam perbaikan tanah lunak ada masalah-masalah pada pekerjaan seperti penurunan, daya dukung, kepadatan, pekerjaan galian dan lain sebagainya. Perbaikan karakteristik tanah yang akan diadakan dengan maksud untuk memperbaiki kondisi tanah pondasi itu, dapat dibagi sebagai berikut :

1. Perbaikan karakteristik geseran bertujuan untuk menghindarkan kerusakan tanah pondasi, menghindarkan deformasi geseran dan pengurangan tekanan tanah.
2. Perbaikan kemampatan bertujuan untuk memperpendek waktu penurunan karena konsolidasi dan menghindarkan penurunan residual.
3. Pengurangan permeabilitas bertujuan untuk menghindarkan bocoran.
4. Perbaikan karakteristik yakni bertujuan untuk mengurangi vibrasi dan juga menghindari terjadinya likuifaksi sewaktu terjadi gempa bumi.
5. Perbaikan tanah menggunakan metode *preloading* merupakan perbaikan tanah yang dilakukan dengan cara meletakkan beban timbunan pada tanah yang digunakan untuk mempercepat waktu penurunan konsolidasi.

2.6 Tahapan Aplikasi PLAXIS 2D

PLAXIS 2D adalah salah satu program aplikasi komputer yang menghitung konsolidasi dengan menggunakan teori konsolidasi Biot. Program ini melakukan perhitungan berdasarkan metode elemen hingga yang digunakan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik. Program ini menerapkan metode antarmuka grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri dan jaring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi yang ingin dianalisis.

2.7 Kontruksi Jalan

Jalan merupakan prasarana mobolisasi yang sangat penting bagi masyarakat untuk melakukan aktivitas sehari-hari dalam mempelancarkan perekonomian masyarakat. Kontruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku merupakan kontruksi jalan yang sering dipakai di Indonesia. Menurut Sukirman (1999), perkerasan jalan adalah lapisan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi,

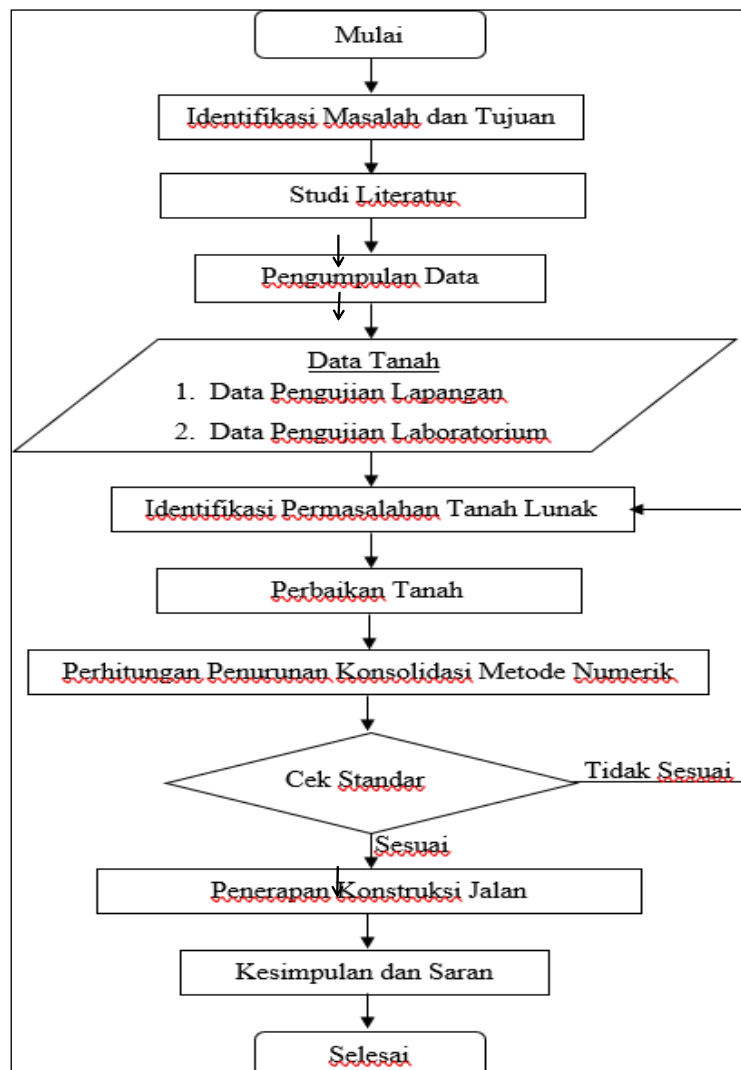
dan selama pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Berdasarkan pengikatnya, kontruksi perkerasan jalan (menurut Sukirman 1999), dapat dibedakan menjadi:

- 1 Kontruksi Perkerasan Lentur (*Flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya mempunyai bahan dan fungsi yang berbeda dan bersifat memikul beban kendaraan yang diteruskan ke tanah dasar.
- 2 Kontruksi Perkerasan Kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Perkerasan kaku menggunakan plat beton yang diletakan di atas tanah dasar sebagai pemikul beban kendaraan.
- 3 Kontruksi Perkerasan Komposit (*composite pavement*), yaitu kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku dan perkerasan kaku di atas perkerasan lantur.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Urutan dan tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis disajikan pada bagan alir **Gambar 1.1**



Gambar 1. Bagan Alir

3.2 Pengumpulan Data

Dalam kegiatan ini dilakukan pengumpulan data sekunder penelitian berasal dari hasil penyelidikan di atas permukaan yang dilakukan didaerah penelitian terdiri dari data CBR lapangan dan CBR laboratorium. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan cara mempelajari dan mengkaji parameter geoteknik hasil penyelidikan lapangan, dan pengujian laboratorium.

3.3 Perhitungan Analisis

Perhitungan analisis penurunan menggunakan software PLAXIS 2D yang berbasis *Finite Element Method*. Pada program PLAXIS 2D terdiri dari empat sub program yaitu; masukan, perhitungan, pengeluaran, dan kurva. Setelah dilakukan perhitungan penurunan konsolidasi dilanjutkan dengan melakukan penerapan kontruksi jalan pada tanah lunak yang akan dibahas pada Bab IV.

3.4 Analsis Pembahasan

Analisis dan pembahasan dilakukan dengan cara menghitung penurunan konsolidasi sebelum dan setelah dilakukan perbaikan tanah dengan menggunakan metode aplikasi PLAXIS 2D dan melakukan metode perbaikan tanah lunak dan melakukan penerapan kontruksi jalan pada tanah lunak.

4. HASIL dan PEMBAHASAN

4.1 Data hasil pengukuran

Pada lokasi pembangunan jalan dilakukan pengambilan sample tanah yang akan di uji dilaboratorium. Data dilaboratorium ini digunakan untuk menghitung penurunan konsolidasi pada tanah tersebut. **Tabel 4.1** merupakan tabel data hasil pengujian dilaboratorium yang akan digunakan untuk menghitung penurunan konsolidasi yang terjadi sebelum dan setelah dilakukan perbaikan tanah.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sondir Titik S1

Kedalaman (h)	qc	T_f	Fr	Fs
[m]	[kg/cm²]	[kN/m]	[%]	[kg/cm²]
1,00	3,00	5,00	6,398	0,179
2,00	5,00	7,00	4,135	0,179
3,00	9,00	11,00	2,487	0,179
4,00	4,00	6,00	5,281	0,179
5,00	4,00	6,00	5,386	0,179
6,00	15,00	18,00	2,284	0,269
7,00	25,00	30,00	2,132	0,448
8,00	45,00	52,00	1,619	0,628
9,00	50,00	60,00	2,005	0,897
10,00	70,00	80,00	1,458	0,897
11,00	95,00	105,00	1,092	0,897
12,00	160,00	180,00	1,215	1,794

(Sumber : Pengolahan Data, 2021)

Tabel 4.2 Tabel Pengujian CBR Tanah Asli

WAKTU [Min]	[Inchi]	PEMBACAAN		Load [Lbs]	
		ATAS	BAWAH	ATAS	BAWAH
0	0	0		0	
0,25	0,0125	1		30,90	
0,5	0,025	1,5		46,35	
1	0,05	2		61,79	
1,5	0,075	3		92,69	
2	0,1	4,5		139,04	
3	0,15	12		370,76	
4	0,2	13		401,66	
6	0,3	15		463,455	
8	0,4	16		494,352	
10	0,5				

(Sumber : CV. Bumi Elang Perkasa)

Hasil pengujian CBR tanah asli menunjukkan nilai CBR sebesar 4,63 %.

Tabel 4.3 Tabel Pengujian CBR Tanah Timbunan

Time [Min]	Pent [Inchi]	PEMBACAAN		Load [Lbs]	
		ATAS	BAWAH	ATAS	BAWAH
0	0	0		0	
0,25	0,0125	1		30,897	
0,5	0,025	3		92,691	
1	0,05	5		154,485	
1,5	0,075	8,25		247,176	
2	0,1	9		278,070	
3	0,15	13		401,661	
4	0,2	17		525,249	
6	0,3	18		556,146	
8	0,4	19		587,043	
10	0,5				

(Sumber : CV. Bumi Elang Perkasa)

Hasil pengujian CBR tanah timbunan menunjukkan nilai CBR sebesar 8,5 %.

Tabel 4.4 Data Properti Material Tanah Asli

Properti Tanah	Kedalaman					
	1-2	2-4	5-6	7-8	9-10	11-12
qc [kg/cm ²]	4	6,5	9,5	35	60	127
Jenis tanah	Humus/Lempung sangat lunak	Pasir kelanauan lepas	Lempung lembek	Pasir kelanauan	lempung	Pasir padat
Berat volume kering/ γ_{unsat} [kN/m ³]	8	12	12	14	16	18
Berat volume jenuh [kN/m ³]	14	16	16	17	18	20
Kohesi efektif [kN/m ²]	8	8	9	15	15	8
Sudut geser dalam [°]	20	30	30	35	35	45
Poisson's ratio	0,4	0,3	0,3	0,35	0,4	0,2
Permeabilitas [m/h]	0,000000864	0,00864	0,0000864	0,00864	0,0000864	4,320
Modulus Elastisitas [kN/m ²]	300	3000	3500	20000	25000	60000

(Sumber : Pengolahan Data, 2021)

Tabel 4.5 Properti Material Tanah Timbunan

Pemeriksaan	Hasil
Berat isi kering (Density)	[Gr/Cc] 1,740
Kadar air optimum	[%] 15,30
Berat jenis gabungan	[Gr/Cc] 2,586
Batas cair (LL)	[%] 36,70
Batas plastis (PL)	[%] 22,32
Plastisitas indeks (PI)	[%] 14,39
C B R	[%] 8,50
Kohesi efektif (c')	[kg/cm ²] 0,27
Berat jenis (<i>Spesific gravity</i>)	2,63
Sudut geser dalam (ϕ)	[°] 14

(Sumber : CV. Bumi Elang Perkasa)

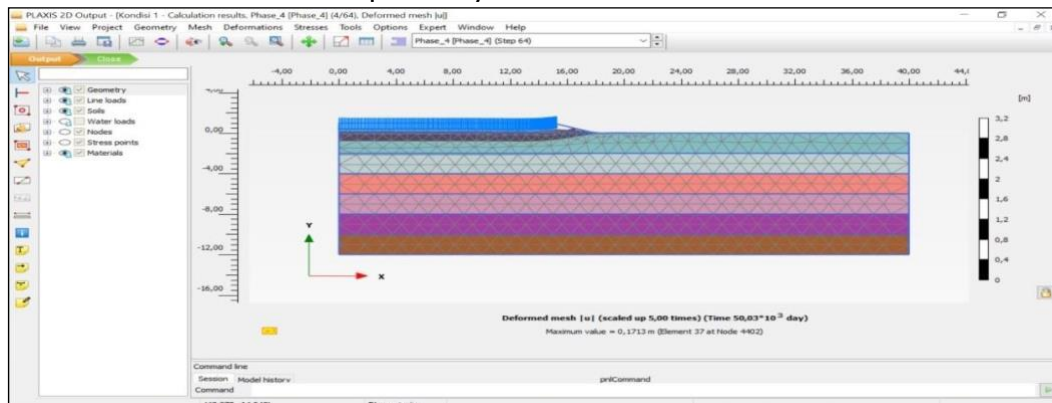
4.2 Perhitungan Konsolidasi menggunakan metode numerik.

Analisis penurunan konsolidasi pada penelitian ini menggunakan dua kondisi pemodelan. Kondisi pemodelan pertama yaitu pemodelan dengan menggunakan tanah asli ditambah dengan timbunan tanah puru setinggi satu meter di atas tanah asli.

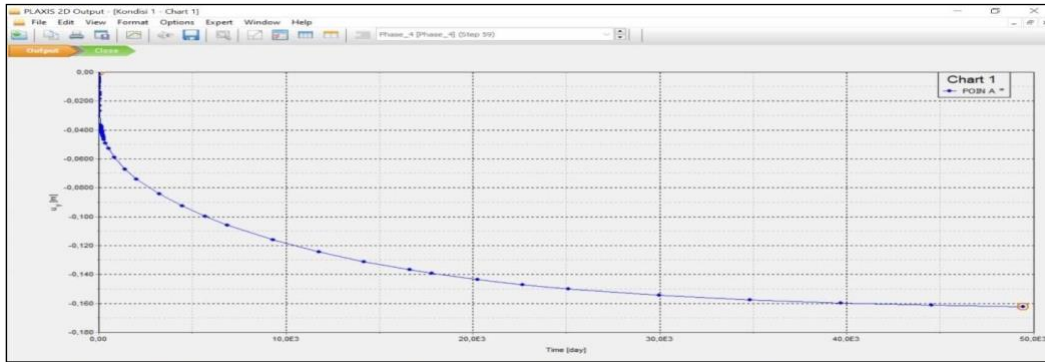
4.2.1 Analisis Konsolidasi

Output penurunan konsolidasi ditampilkan dalam 4 kondisi, yaitu kondisi tanpa adanya timbunan dan kondisi setelah adanya timbunan. Hal tersebut dilakukan untuk melihat pengaruh tanah timbunan terhadap penurunan konsolidasi yang terjadi.

- Penurunan konsolidasi tanpa adanya tanah timbunan kondisi 1



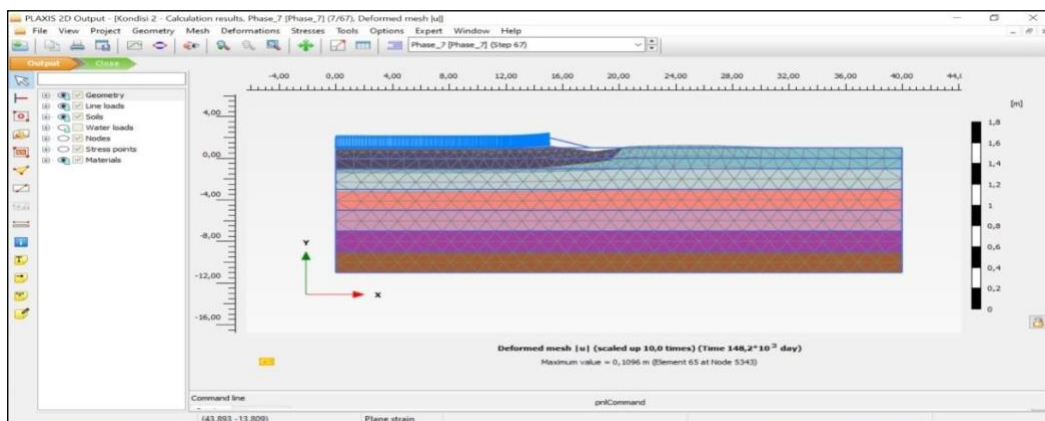
Gambar 4.1 Output Penurunan Konsolidasi Kondisi 1



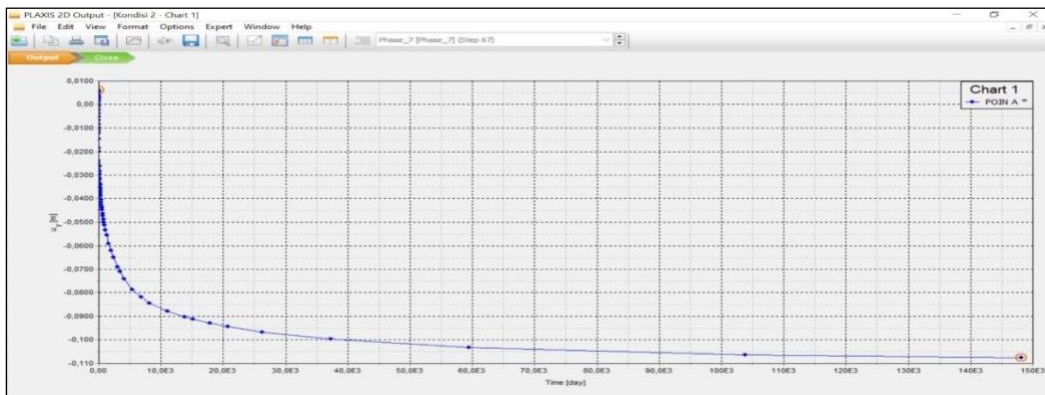
Gambar 4.2 Hubungan Waktu Konsolidasi dan Nilai Penurunan Konsolidasi Kondisi

Dari gambar 4.1 dan 4.2 diketahui bahwa besarnya penurunan konsolidasi pada kondisi 1 sebesar 16 cm. selain itu didapatkan waktu konsolidasi selama 50.032,505 hari.

- Penurunan Konsolidasi Dengan Timbunan kondisi 2



Gambar 4.3 Output Penurunan Konsolidasi Kondisi 2



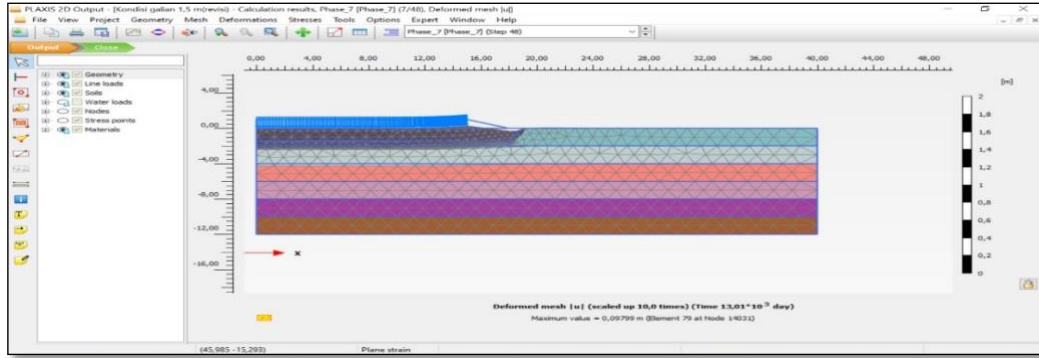
Gambar 4.4 Hubungan Waktu Konsolidasi dan Nilai Penurunan Konsolidasi Kondisi 2

Dari gambar 4.3 dan 4.4 diketahui bahwa besarnya penurunan konsolidasi pada kondisi 2 sebesar 11 cm. selain itu didapatkan waktu konsolidasi selama 14.826,157 hari.

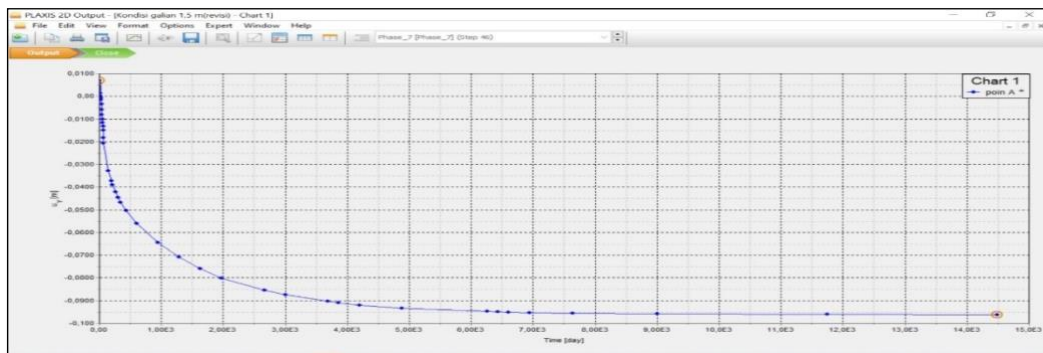
FTSP Series 2 :

Seminar Nasional dan Desiminasi Tugas Akhir 2021

- Penurunan Konsolidasi Dengan Timbunan kondisi 3

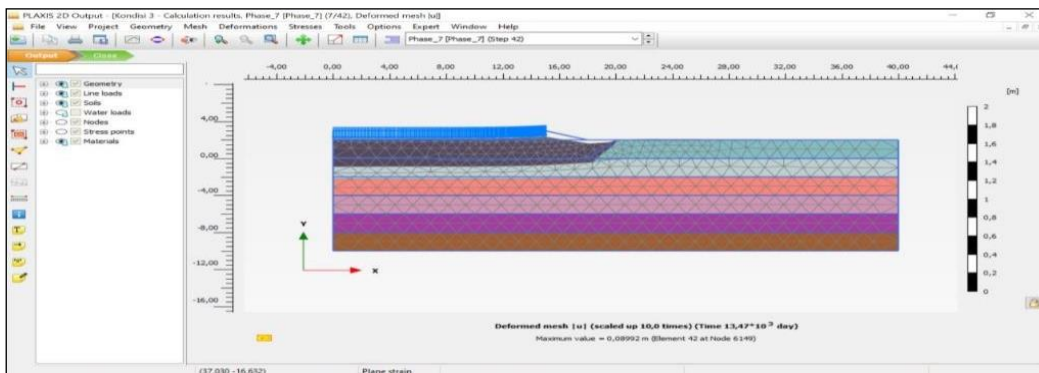


Gambar 4.5 Output Penurunan Konsolidasi Kondisi 3

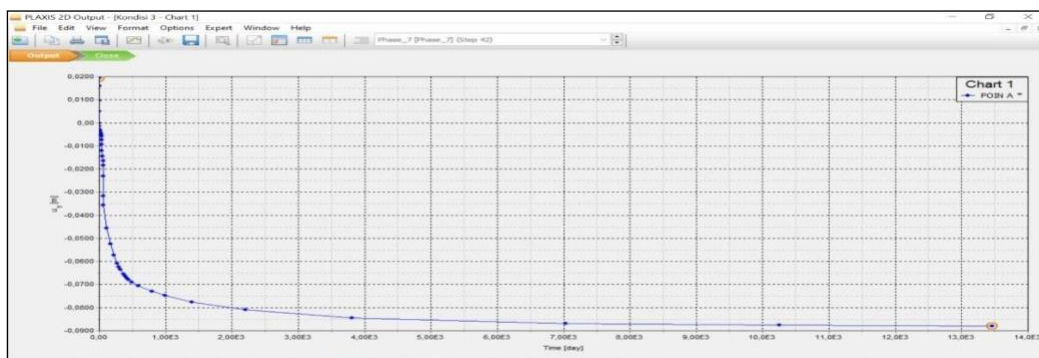


Gambar 4.6 Hubungan Waktu Konsolidasi dan Nilai Penurunan Konsolidasi Kondisi 3 Berdasarkan Gambar 4.6 di atas, diketahui besarnya penurunan konsolidasi kondisi 3 sebesar 0,096 m = 9,6 cm dengan lama waktu konsolidasi sebesar 14.391,216 hari.

- Penurunan Konsolidasi Dengan Timbunan kondisi 4



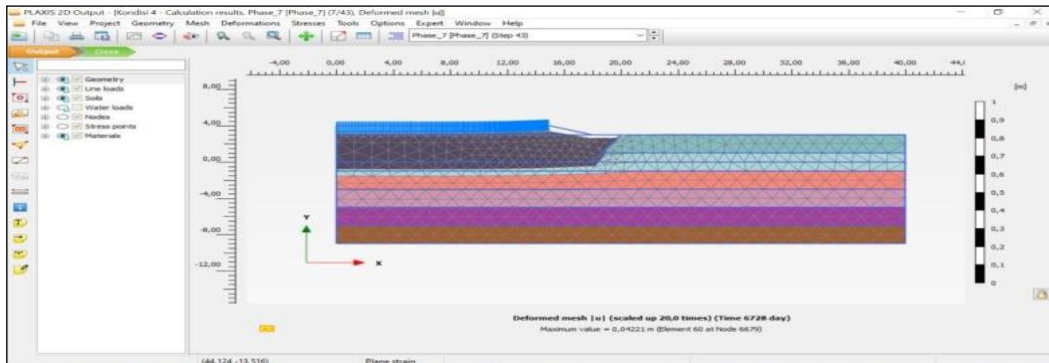
Gambar 4.7 Output Penurunan Konsolidasi Kondisi 3



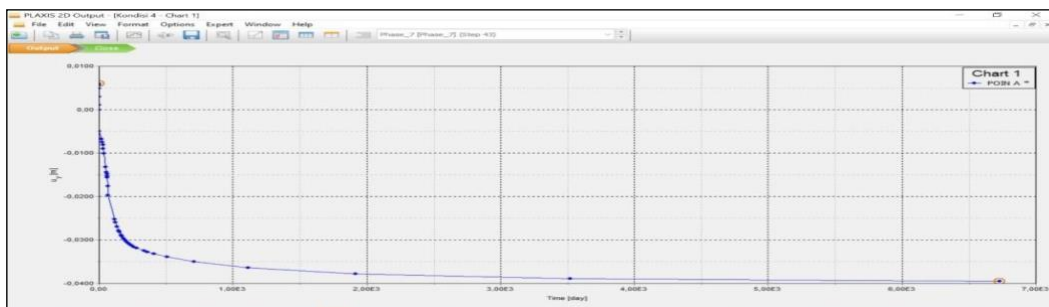
Gambar 4.8 Hubungan Waktu Konsolidasi dan Nilai Penurunan Konsolidasi Kondisi 4

Dari gambar 4.8 diketahui bahwa besarnya penurunan konsolidasi pada kondisi 4 sebesar 8 cm. selain itu didapatkan waktu konsolidasi selama 13.466,700 hari.

- Penurunan Konsolidasi Dengan Timbunan kondisi 5



Gambar 4.9 Output Penurunan Konsolidasi Kondisi



Gambar 4.10 Hubungan Waktu Konsolidasi dan Nilai Penurunan Konsolidasi Kondisi 5

Dari gambar 4.10 diketahui bahwa besarnya penurunan konsolidasi pada kondisi 5 sebesar 4 cm. selain itu didapatkan waktu konsolidasi selama 6.727,820 hari.

4.3 Penerapan Kontruksi Jalan Pada Tanah Lunak

Pada analisis struktur yang dibahas adalah tebal struktur perkerasan jalan, khususnya perkerasan jalan pada sta 0 + 190 – sta 0 + 300 .

Dalam menganalisis struktur perkerasan jalan, digunakan analisa metode AASHTO 1993. Sebagai sampel analisis tebal sruktur jalan, bagian yang akan dianalisis adalah tebal perkerasan jalan pada sta 0 + 190 – 0 + 300. Untuk menganalisis tebal struktur perkerasan jalan ini duginakan metode AASHTO 1993.

Penerapan kontruksi jalan pada tanah lunak dihitung dengan menggunakan metode analisis AASTHO 1993. Pada saat perhitungan perapan kontruksi jalan dilakukan dengan memasukan data yang diasumsikan dan data dilapangan. **Tabel 4.2** dibawah menunjukan hasil perhitungan kontruksi jalan.

Tabel 4.2 Hasil Penerapan Kontruksi Jalan Pada Tanah Lunak

Lapisan Perkerasan Lentur	Tebal Perkerasan [cm]
Lapis Perkerasan Jalan	19
Lapis Pondasi Atas	15
Lapis Pondasi Bawah	36

Dari Tabel di atas dapat dilihat nilai lapisan perkerasan dengan menggunakan perhitungan analisis metode AASHTO 1993 didapat nilai tebal lapisan perkerasan sebesar 19 cm dan lapisan pondasi atas sebesar 15 cm dan lapisan pondasi bawah sebesar 36 cm.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Kontruksi jalan pada penelitian ini merupakan tanah lunak yang akan menyebabkan penurunan pada kontruksi jalan.
2. Perbaikan tanah dilakukan dengan menggunakan metode *replacement* untuk mengatasi terjadinya penurunan konsolidasi pada kontruksi jalan tersebut.
3. Besar penurunan konsolidasi tanpa dilakukan perbaikan tanah berdasarkan perhitungan menggunakan PLAXIS 2D sebesar 16 cm.
4. Besar penurunan konsolidasi setelah dilakukan perbaikan tanah dengan menggunakan metode *replace* berdasarkan perhitungan menggunakan PLAXIS 2D sebesar 8 cm pada kondisi 2.
5. Penurunan konsolidasi dengan dilakukan perbaikan tanah menggunakan metode preloading sangat jauh berbeda dibandingkan sebelum dilakukan perbaikan tanah pada area kontruksi jalan tersebut.

5.2 Saran

Penelitian ini dengan analisis penurunan konsolidasi berdasarkan perhitungan menggunakan PLAXIS 2D perlu dilakukan perbaikan tanah agar kontruksi jalan tersebut terjadi penurunan konsolidasi yang besar. Proses analisis sangat diperlukan data yang valid dan pemodelan yang tepat, sehingga mendapatkan hasil yang akurat dan dapat dikembangkan dengan penelitian dan berbagai macam perbaikan tanah lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Barimbing, Fanny Rumintha BR, Analisis Penurunan dan Waktu Konsolidasi Tanah Lunak Menggunakan Metode Preloading dan Pre-Fabricated Vertical Drain (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Bebas Hambatan Medan-Kualanamu STA 35+950)
- Bowles, J.E. 1986. *Sifat-sifat Tanah dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Bowles J. E., 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M., *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Terjemahan oleh Noor Endah & Indra Surya Mochtar. Jilid I, Jakarta : Erlangga 1995.
- Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C., 2006, *Mekanika Tanah I*, Edisi keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Rosmiyati A. Bella yang berjudul "Pemodelan Timbunan Pada Tanah Lunak Dengan Menggunakan PLAXIS 2D".
- Sarief, E. Saifuddin. 1985. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung. PT. Pustaka Buana.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung. Nova
- Terzaghi, Peck. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*
- Verhoef, P.N.W. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. PT. Erlangga. Jakarta.