STUDI PERKUATAN TANAH DASAR DI BAWAH EMBANKMENT MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI PRELOADING DAN PVD

by Dedy Dana Fahrur Rizal, Arief Alihudin, Adhitya Surya Manggala

Submission date: 08-Mar-2022 03:16PM (UTC+0800)
Submission ID: 1779272233
File name: na_Fahrur_Rizal,_2018_Arief_Alihudin,_Adhitya_Surya_Manggala.pdf (943.65K)
Word count: 3403
Character count: 19417

STUDI PERKUATAN TANAH DASAR DI BAWAH EMBANKMENT MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI PRELOADING DAN PVD

(Studi Kasus: Pembangunan Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi 2 Sta 15+500)

Dedy Dana Fahrur Rizal[1], Arief Alihudin[2], Adhitya Surya Manggala[3]

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember[1,2,3]
Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia
email: dedydanafr@gmail.com

Abstract

Stability of the subgrade is important as a support for the construction on it, especially on the paspro toll road, which is planned to be built on a pile with a relatively high elevation of 0 meters to 9 meters at STA 15 + 500 elv heaps of 8.5 meters. In addition, the investigation of the land at the location shows that the subgrade in the Paspro toll road plan is soft clay soil up to a depth of 10.36 meters so that it needs repairs to the subgrade. In the analysis of the subgrade there was a soil drop of 0.8 meters if it was burdened by a pile and was only able to carry a 1.5 meter high embankment. The method of soil improvement used is the method of preloading the surcharge system and the acceleration of compression time using PVD. The results of PVD installation with a triangle and square pattern with a distance of 1 meter can increase the degree of consolidation by 98% within 6 weeks which impacts on the carrying capacity of the subgrade to be able to withstand the load of 9 meters high embankment.

***Keywords**: Stability of embankment, settlement, carrying capacity, preloading, PVD.*

Abstrak

Stabilitas tanah dasar merupakan halpenting sebagai penopang konstruksi di atasnya khususnya pada tol paspro yang rencananya akan dibangun di atas timbunan dengan elevasi yg relatif tinggi yaitu 0 meter s/d 9 meter pada STA 15+500 elv timbunan 8.5 meter . Selain itu penyelidikan tanah di lokasi tersebut menunjukan bahwa tanah dasar pada rencana jalan tol Paspro merupakan tanah lempung lunak hingga kedalaman 10.36 meter sehingga diperlukan perbaikan tanah dasar. Dalam analisa tanah dasar terjadi penurunan tanah sebesar 0.8 meter jika di bebani oleh timbunan dan hanya mampu memikul beban timbunan setinggi 1.5 meter. Metode perbaikan tanah yg digunakan adalah metode *preloading* sistem surcharge dan percepatan waktu pemampatan menggunakan PVD. Hasil pemasangan PVD dengan pola segitiga dan bujur sangkar dengan jarak 1 meter mampu menaikan derajat konsolidasi sebesar 98% dalam waktu 6 minggu yang berimbas pada daya dukung tanah dasar menjadi mampu menahan beban timbunan setinggi 9 meter.

Kata kunci: Stabilitas *embankment, Settlement,* Daya dukung*, Preloading, PVD*.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Laju kegiatan ekonomi nasional setiap tahun mengalami peningkatan, sebesar 5,01% pada kuartal tahun 2017 (BPS, 2017). Pertumbuhan tersebut tidak terlepas dari lancarnya peranan transportasi sebagai media pengirim barang/jasa. Seiring peningkatan laju ekonomi, peningkatan laju transportasi juga pasti akan terjadi. Peningkatan laju transportasi ini ditandai dengan adanya kemacetan jalan sehingga diperlukan sebuah jalan baru dalam upaya memperlancar mobilitas arus barang dan manusia. Pembangunan sebuah jalan tol adalah salah satu solusi yang dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi suatu daerah serta dapat membantu mobilitas antara barang dan manusia lebih cepat. Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo (Paspro) merupakan salah satu perencanaan dari ruas Jalan Trans Jawa, yang menghubungkan Kota Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo. Pembanguan jalan tol ini di bagi menjadi 3

seksi yakni seksi 1 (sta 00+000 – 13+500), seksi 2 (sta 13+500 – 20+400), seksi 3 (sta 20+400 – 31+300).

Jalan tol ini akan dibangun di atas timbunan dengan elevasi yg relatif tinggi yaitu 0 meter s/d 9 meter. Pada seksi 2 khususnya di sta 15+500 timbunan setinggi 8.5 meter di bangun diatas tanah rawa, selain itu penyelidikan tanah menunjukan bahwa tanah dasar pada lokasi tersebut merupakan tanah hitam yang memiliki karakteristik lunak yang saat musim hujan dan pada saat musim kering mengeras (*silty clay*) hingga kedalaman 4.48 meter, diperlukan perbaikan tanah dasar yang tepat dan cepat agar pembangunan jalan tol tersebut bisa sesuai dengan rencana karena untuk perbaikan tanah yang di lakukan saat ini dengan menggunakan metode *Geotextile* dan *Sub draine* memerlukan waktu yang relatif lama untuk mencapai kemampatan yang maksimum yakni di perlukan waktu selama 6 bulan agar tanah dasar tersebut benar – benar stabil dan dapat menerima beban yang besar.

Dari masalah tersebut penulis mencoba merencanakan perbaikan tanah yang lebih cepat, dengan menggunakan metode *preloading* yang di kombinasikan dengan PVD (*pabricated vertical draine*) yang di harapkan dapat mempercepat proses pemampatan tanah sehingga efisiean dalam waktu pengerjaan.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pada rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi geoteknis lapisan tanah dasar STA 15+500 ?
2. Bagaimana tinggi timbunan perencanaan STA 15+500 ?
3. Bagaimana cara perencanaan PVD untuk jangka waktu tertentu?
4. Bagaimana daya dukung timbunan menggunakan metode *preloading*?

3. Tujuan

1. Mengetahui dan memperhitungkan kondisi geoteknis tanah dasar STA 15+500
2. Merencanakan perhitungan tinggi timbunan STA 15+500
3. Mengetahui pola pemasangan dan jarak antar *vertical draine*
4. Mengetahui daya dukung timbunan dengan metode *preloading*

4. Maksud

Adapun maksud penulisan tugas akhir ini adalah menaganalisa stabilitas timbunan dengan kombinasi metode *preloading* dan PVD, mengetahui nilai faktor keamanan dan dapat memberikan informasi kepada para pembaca

5. Batasan Masalah

1. Tidak menghitung metode pelaksanaan
2. Tidak menghitung RAB

6. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

- Bab I Pendahuluan, menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfat dan sistematika penulisan laporan.
- Bab II Dasar teori meliputi teori sebagai landasan penyusunan tugas akhir.
- Bab III Metodologi, merupakan prosedur kerja yang digunakan dalam tugas akhir.
- Bab IV, Analisa Data dan Pembahasan, merupakan suatu tahap pengolahan dan analisa data yang didapatkan selama tugas akhir.
- Bab V Penutup, merupakan bagian penutup tugas akhir yang meliputi Kesimpulan dan Saran.

7. Tinjauan Pustaka

Pengertian Dan Jenis Tanah

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

Tanah terdiri atas agregat dan mineral – mineral yang padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain. Tanah bersifat heterogen yaitu dapat mempunyai sifat - sifat yang

berbeda pada jarak yang berbeda disebabkan oleh faktor ukuran, bentuk komposisi kimia dari butiran, sehingga setiap tanah memiliki paremeter tanah yang berbeda-beda. Parameter-parameter tanah dapat ditentukan berdasrkan uji laboratorium, uji lapangan maupun berdasarkan korel[14] parametrik tanah. *(Braja M. Das, 1990)*

Kondisi geoteknik erat hubunganya dengan jenis tanah. Tanah dalam p[2]gertian teknik secara umum dapat diartikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) minera-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lainya dan dari bahan - bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Butiran-butiran mineral yang membentuk bagian padat dari tanah merupakan hasil dari pelapukan batuan. Ukuran setiap butiran padat tersebut sangat bervariasi dan sifat 7 fisik dari tanah bergantng pada faktor ukuran, bentuk, dn komposisi kimia butiran.

Secara garis besar karakteristik dari tanah dapat diu[5]ikan sebagai berikut :

1. Pasir lepas
   Suatu deposit pasir dengan kepadatan yang rendah. Beban bergetar cenderung akan memadatkan deposit ini, sehingga getaran akan dapat mengakibatkan penurunan yang tidak dpat ditoleransikan pada tanah jenis ini.
2. *Tanah looses*
   Suatu deposit tanah yang relatif seragam, tanah lanau bawaan angin. Tanah ini memiliki permeabilitas vertikal yang relatif tinggi, tetapi *permeabilitas horozonta*l yang relatif rendah. Tanah jenis ini akan menjadi sangat *compressible* apabila dalam keadaan jenuh.
3. Lempung terkonsolidasi normal *(normally consolidated clay)*
   Tanah lempung yang tidak pernah menderita tekanan yang lebih besar daripada tekanan yang ada saat sekarang. Tanah ini cenderung *compressible,* memiliki daya dukung *ultimit* yang rendah dan permeabilitas yang juga rendah
4. Lempung terkonsolidasi lebih *(over consolidated clay)*
   Tanah lempung yang pada masa silam pernah menderita beban yang lebih besar daripada beban yang ada sekarang ini. Lempung jenis ini cenderung akan memiliki daya 8 dukung ultimit yang lebih tinggi dan relatif tidak *compressible*
5. Bentonit
   Lempung yang mempunyai plastisitas tinggi yang dihasilkan dari dekomposisi abu vulkanis. Tanah ini bersifat ekspansif yang akan mengembang cukup besar pada kondisi jenuh.
6. [10]mbut
   Bahan organis setegah lapuk berserat atau suatu tanah yang mengandung bahan organis berserat dalam jumlah besar. Gambut mempunyai angka pori yang sangat tinggi dan juga sangat *compressible*.

Besar Pemampatan Tanah

[4] Penurunan tanah pada umumnya disebabkan oleh pembebanan, dapat dibagi dua kel[7]npok besar yaitu:

1. Penurunan segera *(immediate settlement)* yaitu penurunan yang diakibatkan oleh perubahan bentuk elastis tanah tanpa perubahan kadar air. Penurunan segera pada umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastisitas. (Das, Braja M. 1991).
2. Penurunankonsolidasi *([13]nsolidation settlement)* yaitu penurunan yang diakibatkan oleh perubahan volume tanah jenuh air akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.

Berdasarkan teori Terzaghi (1925) untuk perhitungan pemampatan pada tanah lempung adalah:

1. Untuk tanah terkonsoldasi normal *(Normally Consolidated Soil)*

$$S_{ci} = \left[\frac{C_c}{1+e_0} log \frac{p'_0+\Delta p}{p'_0}\right] \times H_i \qquad (1)$$

2. Untuk tanah *terkonsolidasi* lebih *(Over Consolidated Soil)*

Jika $p'_o + \Delta p < P'_c$ maka:

$$S_{ci} = \left[\frac{C_s}{1+e_o} log \frac{p'_o+\Delta p}{p'_o}\right] \times H_i \quad (2)$$

Jika $p'_o + \Delta p > p'_c$ maka:

$$S_{ci} = \left[\frac{C_s}{1+e_o} log \frac{p'_c}{p'_o} + \frac{C_c}{1+e_o} log \frac{p'_o+\Delta p}{p'_c}\right] \times H_i \quad (3)$$

Dimana:

Sc_i: pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ke-I yang ditinjau

H_i: tebal lapisan tanah ke-i

e_o: angka pori awal dari lapisan tanah ke-i

C_c: indeks kompresi dari lapisan ke-i

C_s: indeks mengembang dari lapisan ke-i

P_o': Tegangan *Overburden* efektif

P_c': Tegangan prakonsolidasi efektif

Δp: penambahan beban vertikal pada lapisan yang ditinjau akibat bebantimbunan dihitung dengan persamaan: $\Delta p = I \times q$

Waktu Konsolidasi

Menurut Terzaghi dalam Das (1985), lama waktu konsolidasi (t) dapat dihitung dengan persamaan

$$t = \frac{T_v (H_{dr})^2}{C_v} \quad (4)$$

Dimana:

Tv: faktor waktu, tergantung dari derajat konsolidasi U

H_{dr}: tebal lapisan yang mengalami konsolidasi (panjang aliran yang harus ditempuh air pori)

Cv: koefisien konsolidasi untuk aliran air pori arah vertical

t: lama waktu untuk menyelesaikan konsolidasi *(Mochtar, 2000)*

Untuk menentukan derajat konsolidasi akibat aliran air pori secara vertikal, digunakan persamaan berikut:

Untuk Uv anatara 0% s/d 60%

$$\overline{U}_v = \left(2\sqrt{\frac{T_v}{\pi}}\right) \times 100\% \quad (5)$$

Untuk Uv > 60%

$$\overline{U}_v = (100 - 10^a)\% \quad (6)$$

Dimana:

$$a = \frac{1.781 - T_v}{0.933} \quad (7)$$

$$T_v = \frac{t \times C_v}{{H_{dr}}^2} \quad (8)$$

Tinggi Timbunan Awal (H initial)

Untuk terjadinya pemampatan pada tanah dasar maka dilakukan pemberian beban berupa timbunan tanah (*surcharge*) atau disebut dengan *preloading*. Fungsinya sebagai beban untuk mempercepat pemampatanan, mengisi ruang yang diakibatkan oleh pemampatan dan meningkatkan daya dukung tanah di bawahnya. Setelah pemampatan tanah dasar terjadi, tinggi timbunan awal (H_{awal}) yang direncanakan akan sesuai dengan dengan tinggi timbunan yang direncanakan (H_{akhir}). Penentuan tinggi awal pada saat pelaksanaan (dengan memperhatikan penurunan), dapat hitung dengan persamaan berikut:

$$q_{akhir} = q = (H_{awal} - S_c)\gamma_{timb} + S_c(\gamma_{sat\ timb} - \gamma_w)$$

$$q = H_{awal} \times \gamma_{timb} - S_c \times \gamma_{timb} + S_c \times \gamma'_{timb}$$

$$q = H_{awal} \times \gamma_{sat} - S_c(\gamma_{timb} - \gamma')$$

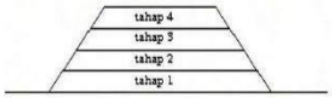
Jadi, $H_{awal-i} = \frac{q_i + S_{ci}(\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})}{\gamma_{sat}}$

$$H_{akhir-i} = H_{awal-i} - S_{ci} \quad (9)$$

Preloading Tanah Timbunan

Pemberian timbunan dengan system bertahap

Dengan beban bertahap, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketinggian timbunan rencana cukup lama dan tergantung pada peningkatan daya dukung tanah dasarnya. Penambahan beban setiap lapisan beban *preloading* mengacu pada ketinggian yang masih mampu dipikul H kritis oleh tanah dasarnya agar tidak terjadi kelongsoran. Untuk menentukan H kritis digunakan program bantu *GEO* 5. Pemberian timbunan secara bertahap dapat dilihat pada Gambar 1.



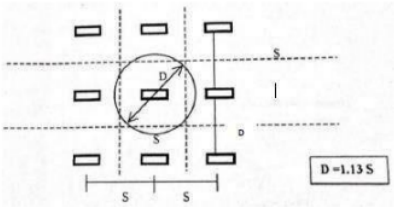
Gambar 1. Pemberian Preloading Secara Bertahap

Metode Percepatan Pemampatan Dengan PVD (Prefabricated Vertical Drain)

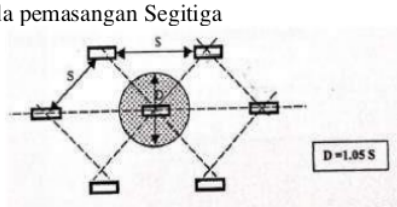
PVD berbentuk pita dengan tampang empat persegi panjang dengan lebar 100 mm dan tebal 4mm dan dibuat dari *geosintetis* yang menyelubungi inti plastik. Selubung luar umumnya dibuat dari *geotekstil* nir-anyam (*non-woven*) yang terbuat dari *polyester* atau *polypropylene*. Inti plastik berfungsi sebagai

penahan selubung *filter*, dan untuk memberikan aliran longitudinal di sepanjang PVD. Inti, umumnya terdiri dari lipatan plastik atau rajutan benang – benang plastik atau material lainnya. Selubung PVD berfungsi sebagai pemisah aliran air terhadap tekanan tanah di sekitarnya, dan merupakan filter agar butiran halus tidak masuk ke dalam luasan inti.

Pola pemasangan Bujur sangkar



Pola pemasangan Segitiga



Kenaikan Daya Dukung Tanah

Sebagai akibatnya terjadinya konsolidasi pada suatu lapisan tanah, maka lapisan tanah yang bersangkutan menjadi lebih padat yang berarti kekuatan tanah juga meningkat sebagai akibat kenaikan harga Cu (*undrained shear strength*).

Untuk mendapatkan kenaikan daya dukung tanah perlu ditinjau tegangan tanah awal (po') dan juga penambahan tegangan beban. Untuk penambahan tegangan beban digunakan persamaan berikut (dalam t_1 dan U_1):

$$\Delta P_{U1} = \left(\frac{\sigma'_1}{p'_o}\right)^{U1} . p'_o - p'_o \qquad (10)$$

Dengan adanya penambahan beban, tegangan tanah di lapisan yang ditinjau menjadi (dalam t_1 dan U_1):

$$\sigma'_{(baru)} = p'_o + \left[\left(\frac{\sigma'_1}{p'_o}\right)^{U1} . p'_o - p'_o\right] \qquad (11)$$

Dari pengamatan dan penelitian diketahui adanya hubungan antara kekuatan geser undrained (Cu = *undrained shear strength*) dengan tegangan tanah vertikal efektif (p') yang bekerja pada tanah yang sedang mengalami konsolidasi, harga p' berubah dengan waktu. Harga σ'_{baru} dipakai untuk mencari Cu baru sebagai parameter kekuatan daya dukung tanah dasar setelah terjadi konsolidasi selama t waktu.

- Untuk PI <120% :

$$Cu\ (kg/cm^2) = 0{,}0737 + (0{,}1899 - 0{,}0016\ .\ PI).\ \sigma p' \qquad (12)$$

- Untuk PI >120% :

$$Cu\ (kg/cm^2) = 0{,}0737 + (0{,}0454 - 0{,}00004\ .\ PI).\ \sigma p' \qquad (13)$$

Setelah perhitungan peningkatan Cu, kemudian dihitung penurunan yang diakibat timbunan bertahap. Menggunakan persamaan berikut:

- Apabila $p'_0 + \Delta p1 \leq p_c'$

$$Sc = \frac{C_s H}{1+e_o} log\left(\frac{p'_o+\Delta p1}{p'_o}\right) \qquad (14)$$

- Apabila $p'_0 + \Delta p1 + \Delta p2 > p_c'$

$$Sc = \frac{C_s H}{1+e_o} log\left(\frac{p'_c}{p'_c+\Delta p1}\right) + \frac{C_c H}{1+e_o} log\left(\frac{p'_o+\Delta p1+\Delta p2}{p'_c}\right) \qquad (15)$$

- Apabila $p'_0 + \Delta p1 + \Delta p2 + \Delta p3 > p_c'$

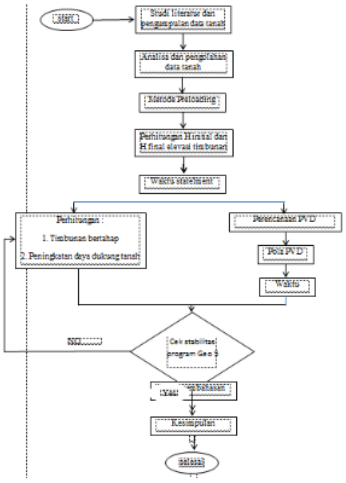
$$Sc = \frac{C_c H}{1+e_o} log\left(\frac{p'_o+\Delta p1+\Delta p2+\Delta p3}{p'_o+\Delta p1+\Delta p2}\right) \qquad (16)$$

METODOLOGIPENELITIAN

1. Lokasi Proyek

Lokasi proyek jalan tol secara administrasi berada di pada dua Kabupaten yakni Kabupaten pasuruan dan Kabupaten Probolinggo Jawa Timur sepanjang 31,2 Km yang menghubungkan Pasuruan dengan Probolinggo. Untuk lokasi pembahasan studi kasus terdapat pada section 2 (seksi 2) yang secara administrasi berada di Kabupaten Probolinggo.

2. Flow chart



3. Hipotesis

H1. Hipotesis Stabilitas tanah dasar di bawah *embankment* (timbunan)

H0 : ada kelongsoran pada tanah dasar

Ha : tidak ada kelongsoran pada tanah dasar

H2. Hipotesis perbaikan tanah dasar di bawah *embankment* (timbunan)

H0 : ada perbaikan daya dukung tanah dasar

Ha : tidak ada perbaiakan daya dukung tanah dasar

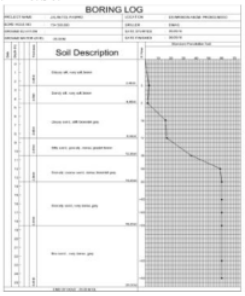
H3. Hipotesis penggunaan metode *preloading* dan PVD

H0 : ada percepatan kenaikan daya dukung tanah setelah perbaikan

Ha : tidak ada percepatan setelah perbaikan tanah dasar

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data Tanah Dasar



Gambar 2. Data Boring Log (STA 15+500)

Tabel 1. Hasil Data Bore Log

KEDALAMAN (M)	RATA-RATA NILAI N-SPT	KONSISTENSI TANAH MENURUT TABEL 2.1
(m)		
H1 4.48	2.5	SANGAT LUNAK (VERY SOFT)
H2 5.88	17.8	LUNAK
H3 14.64	57.5	KERAS (HARD)

Tabel 2. Harga Parameter Tanah dasar

jenis tanah	DEPHT	N-SPT	γ	γd	e₀	n	Wnat	γsat	K	Cv	pc	ms=1/E	θ	Cc	Cr	Cα	γ'	PI'
			ton/m³	g/cm³			%	ton/m	cm/s	cm²/s	ton/m	cm²/kg		kN/m²				g/cm³
timbunan	H1	2.5	16	0.8	2.38	0.7	80	15		0.0002	5.20	10	15	1.50	0.020	0.1286	14	3.2
pasir lanau	H2	17.8	18	1.0	1.7	0.63	63	16.3	1.10^{-5}	0.0005	9.790	0.5	10	10.00	0.0146	0.1449	15.3	7.6
pasir	H3	57.5	20	2.5	0.38	0.074	2.38	23.7			51.4	0.01	10	34.50	0.0340	0.000003	24.7	20.4

Data Tanah Timbunan

Material timbunan jalan yang digunakan berasal dari quarry di dekat proyek jalan tol tersebut. Spesifikasi teknis dari material adalah sebagai berikut:

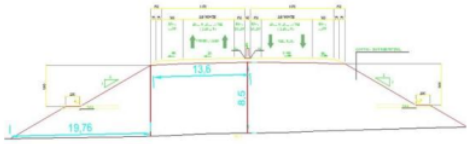
Tabel 3. Data Tanah Timbunan

Cu (Kn/m²)	γsat (t/m³)	γt (t/m³)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	OMC(%)
82.7	1.34	1.6	48.05	37.48	10.57	34.55

Geometri Timbunan

Data-data perencanaan dari geometri timbunan adala sebagai berikut:

- Tinggi timbunan hingga 8.5 m.
- Lebar atas timbunan 27.2 m.
- Kemiringan timbunan 2:1.



1. Analisa Beban Di Atas Embankmnet (Timbunan)

Beban Perkerasan

Berikut ini adalah analisa beban perkerasan terhadap timbunan jenis perkerasan yang di pakai adalah perkerasan kaku.

no	Jenis perkerasan	Tebal (m)	Berat jenis t/m³	Berat perkerasan t/m²
1	RIGID	0.31	2.2	0.682
2	LC	0.11	2.2	0.242
3	LPA	0.12	1.8	0.216
			TOTAL	1.14 t/m²

Dengan total tebal perkerasan 0.54 m maka q total perkerasan adalah 1,14 t/m²

Beban Lalulintas

Untuk beban lalu lintas menggunakan grafik hubungan tinggi timbunan dan beban lalu lintas pada

Tabel 4. Hubungan Beban Traffic Dan Tinggi Timbunan

Tinggi timbunan (m)	2	3	4	5
H bongkar Traffic (m)	1.119	0.896	0.597	0.448

2. Penambahan Tegangan (Δp) Timbunan

Penambahan tegangan berasal dari beban timbunan, dalam perhitungan ini beban pemisalan timbunan yang dipakai adalah q = 5 t/m^2. Untuk menghitung Δp meggunakan persamaan, dengan data sebagai berikut.

Lapisan Pertama (H1)

a= 17 m z= 2.24 m

b= 13.6 m a/z= 7.59 m

b/z= 6.07m

I= 32

Menghitung Δp memerlukan nilai I, dan distribusi tegangan pada timbunan dianggap distribusi bentuk trapezium, sedangkan nilai I didapat dari Persamaan grafik NAVFAC dengan distribusi bentuk trapesium yaitu I = 45 .

Penggunaan grafik NAVFAC (gambar 2.2) hanya untuk setengah timbunan, jadi untuk perhitungan timbunan yang utuh nilai I dikalikan 2

$\Delta p = 2 \times q \times I$

$= 2 \times 5\ t/m^2 \times 32$

$= 3.2\ t/m^2$

Tabel 5. Penambahan Tegangan Δp (Timbunan)

	lapisan		
ΔP	H1	H2	H3
5	3.2	1.3	0.7
7	4.48	1.82	0.98
9	5.76	2.34	1.26
12	7.68	3.12	1.68
18	11.52	4.68	2.52

3. Pemampatan (Sc)

Untuk menghitung pemampatan harus memperhatikan dari sifat tanah, apakah *normally consolidated* atau *over consolidated*. Untuk perhitungan kali ini di tentukan sifat tanah yakni *over consolidated* untuk sifat tanah *over consolidated* dengan Po'+ Δp ≤ Pc', dan persamaan 2.8 untuk sifat tanah *over consolidated* dengan Po'+ Δp > Pc'. Pehitungan untuk q design beban 5 ton/m^2 yang menghasilkan sattlement sebesa 0.74 m bisa dilihat di tabel 4.8, untuk design beban selanjutnya tedapat pada tabel 4. 9.

TEBAL LAPISAN	Z	e0	Cs	Cc	γ	pc	po	i	Δp	Δp + po	Sc	Sc cum
	m				t/m³	t/m²	t/m²		t/m²	t/m²	m	m
4.48	2.24	2.38	0.127	0.633	1.6	5.20	3.20	32.00	3.20	6.40	0.53	0.53
5.88	2.94	1.7	0.145	0.725	1.8	9.79	7.79	13.00	1.30	9.09	0.17	0.70
14.64	7.32	0.08	0.007	0.084	2	31.44	29.44	7.00	0.70	30.14	0.00	0.70
										total	0.70	

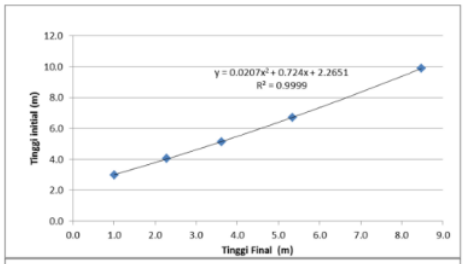
Tabel 6. Hasil Pemampatan Terhadap Beban Design (q)

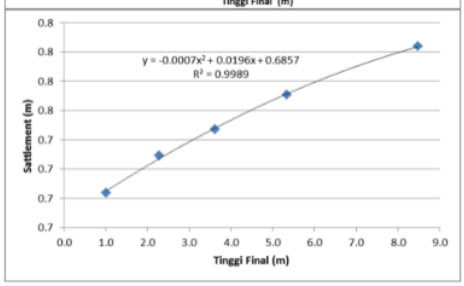
q (beban)	Sc(sattlement)
t/m²	m
5	0.7
7	0.73
9	0.75
12	0.77
18	0.8

4. Penambahan Tegangan (Δp) Perkerasan

Penambahan tegangan akibat perkerasan menghasilkan pemampatan yang berbeda dari beban timbunan. Jarak lapisan bawah perkerasan ke tanah dasar ditambah dengan tinggi timbunan, dan distribusi tegangan perkerasan menggunakan distribusi tegangan persegi.

TEBAL LAPISAN	Z	e0	Cs	Cc	γ	p c	po	i	Δp	Δp + po	Sc	Sc cum
	m				t/m³	t/m²	t/m²		t/m²	t/m²	m	m
4.48	2.24	2.38	0.127	0.638	1.6	5.20	3.20	32.00	1.14	6.40	0.5821	0.53
5.88	2.94	1.7	0.145	0.725	1.8	9.79	7.79	13.00	1.14	9.09	0.1702	0.70
14.64	7.32	0.08	0.007	0.008	2	31.44	29.44	7.00	1.14	30.14	0.0016	0.70
										total	0.70	





5. Waktu Pemampatan

Setelah didapatkan besar pemampatan yang terjadi akibat beban timbunan dan beban *surcharge,* dilakukan perhitungan waktu

konsolidasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan tersebut menggunakan Persamaan 2.8. Hal ini dilakukan untuk menentukan perlu atau tidaknya perbaikan tanah dasar untuk mempercepat waktu pemampatan yang terjadi

T = 90%

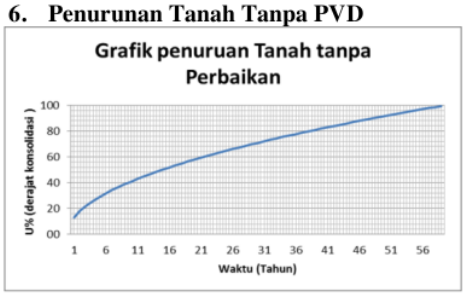
Hdr = 10.36 m

Cv =0.014112 m²/minggu

t = T90% x (Hdr)² /Cv rata-rata

t = 48 Tahun

6. Penurunan Tanah Tanpa PVD



7. Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal (Uv)

Dalam hal ini besarnya U_v diasumsikan kurang dari 60% sehingga digunakan Persamaan 2-11.Berdasarkan persamaan, untuk menghitung nilai Uv membutuhkan faktor nilai Tv. Nilai Tv dapat dihitung menggunakan Persamaan 2-23, dan dalam perencanaan ini t (waktu) dibuat dalam satuan minggu

Tabel 7. Perhitungan Tv

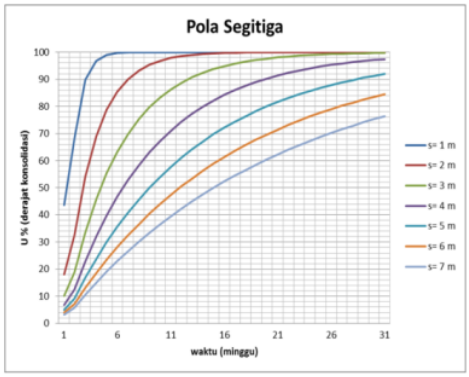
T (minggu)	Tv
0.5	8.99719E-05
1	0.000179944
2	0.000359888
3	0.000539832
4	0.000719776
5	0.000899719
6	0.001079663
7	0.001259607
8	0.001439551
9	0.001619495
10	0.001799439

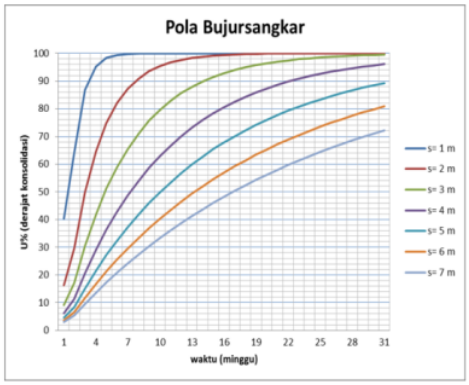
Tabel 7. Perhitungan Uv

T (minggu)	UV
0.5	0.01070579
1	0.015140274
2	0.02141158
3	0.026223723
4	0.030280547
5	0.033854681
6	0.037085945
7	0.040057399
8	0.042823161
9	0.045420821
10	0.047878

8. Derajat Konsolidasi Horizontal

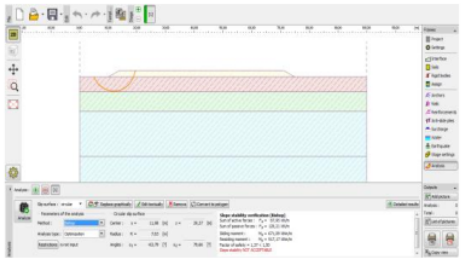
Derajat konsolidasi horizontal diperoleh dari Persamaan 2-25. Dalam perhitungan Uh dibutuhkan beberapa parameter seperti F(n), Ch, dan D. Untuk parameter Ch dibutuhkan perbandingan parameter koefisien permeabilitas horisontal (Kh)dan koefisien permeabilitas vertikal (Kv), namun hal tersebut harus berdasarkan penelitian. Jadi dalam perencanaan iniperbandingan Kh dan Kv berdasarkan perkiraan interval 2 - 5.Perhitungan berikut menggunakan pola pemasangan segitiga dan bujur sangkardengan spasi 1 m.





9. Perhitungan Tinggi H Kritis

Pehitungan Tinggi H kritis di fungsikan untuk melihat stabilitas atau kemampuan tanah dasar untuk menerima beban dari timbunan agar tidak tejadi kelongsoran saat tahap penimbunan di laksanakan, untuk perhitungan ini di gunakan software program GEO 5, yang dapat di lihat pada gambar 4.12 berikut:



Pada gambar 4.10 di lakukan percobaan timbunan dengan ketinggian Timbunan 2 meter dengan nilai Cu tanah yang lama didapatkan SF sebesar 1,37 lebih kecil dari SF keamanan sebesar 1,50 yang berarti pada timbunan tersebut terjadi kelongsoran, dan perlu di *design* lagi tinggi timbunan agar tidak terjadi longsor, di dapatkan SF yang aman sebesar 1,73 dengan tinggi timbunan 1,5 meter. berarti di tentukan pada tahap awal penimbunan sebagai upaya menaikan Cu adalah dengan penimbunan bertahap setinggi sampai dengan 1,5 meter

10. Tahapan Penimbunan

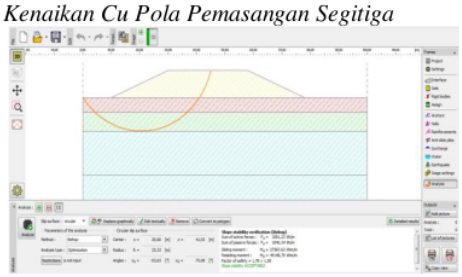
Pada perencanaan tinggi timbunan kritis di dapat design timbunan setinggi 1,5 meter, untuk itu perlu juga perencanaan tahapan penimbunan supaya usaha peningkatan nilai Cu tanah dapat tercapai, untuk tahapan penimbunan dilihat pada tabel 4.21.

no	Tinggi timbunan (m)	Waktu (minggu)					
		0.5	1	1.5		5	8.5
1	0.5	1 minggu					
2	1	2 minggu	1 minggu				
3	1.5	3 minggu	2 minggu	1 minggu			
4	Pendiaman selama 1 minggu						
5	5	5 minggu	3 minggu	2 minggu	1 minggu		
6	9	6 minggu	4 minggu	3 minggu	2 minggu	1 minngu	1 minggu

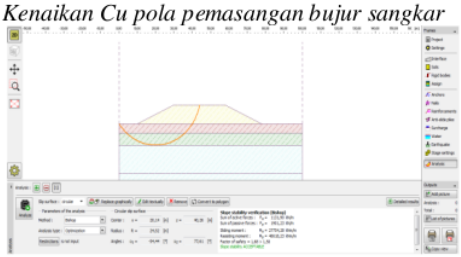
11. Perhitungan Daya Dukung Tanah

Dimisalkan pemasangan PVD dengan Jarak 1 m. Dapat dilihat di grafik Pola PVD (gambar 4.7 dan 4.8) hubungan antara U (derajat kejenuhan) dengan t (Waktu) dimana Pola PVD berpengaruh pada kecepatan kenaikan U derajat atau derajat konsolidasi dimana semakin rapat jarak pemasangan antara PVD makan kenaikan U / derajat konsolidasi juga semakin besar, karena 19apatan PVD makan juga akan mempecepat pengeluaran Air yang berada di dalam lapisan tanah yang terkonsolidasi.

Kenaikan Cu Pola Pemasangan Segitiga



Kenaikan Cu pola pemasangan bujur sangkar



KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

1. Lapisan Tanah Dasar pada STA 15+500 memiliki daya dukung yang rendah dilihat pada hasil Geo 5 hanya mampu

menerima beban timbunan setinggi 1.5 meter

2. Di perlukan tinggi timbunan initial setinggi 9.90 meter untuk mencapai tinggi rencana 8.5 meter
3. PVD direncanakan dengan menggunakan pola Segitiga dan bujur sangkar dengan jarak 1 meter dengan waktu pengerjaan sampai dengan H final dapat di kerjakan selama 6 minggu.
4. Preloading di laksanakan secara bertahap selama 6 minngu agar dapat memaksimalkan pemampatan sesuai dengan naiknya derajat konsolidasi yang semula Cu tanah dasar hanya mampu menahan beban timbunan setinggi 5 meter dengan kombinasi pemasangan PVD dengan pola segitiga dan bujur sangkar jarak 1meter dan penambahan beban tegangan (preloading) secara bertahap maka di dapatkan kenaikan derajat konsolidasi rata-rata sebesar 98% yang mengakibatkan tanah dasar mampu menahan beban setinggi 9 meter.

3. Saran

Perlunya kelengkapan data tanah baik laboratorium maupun test lapangan sebagai penunjang perhitungan yang lebih mendetail lagi untuk hasil yang maksimal serta mudah dalam hal pengontrolan dari hasil tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*, Jakarta: Erlangga.

Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

Herman *Bahan Ajar – Mekanika Tanah II*.

Mochtar, Indrasurya B. *Teknologi Perbaikan Tanah Masa Kini*.

Wahyudi, Herman. *Daya Dukung Pondasi Dangkal*.

STUDI PERKUATAN TANAH DASAR DI BAWAH EMBANKMENT MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI PRELOADING DAN PVD

ORIGINALITY REPORT

16%	16%	2%	5%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	id.scribd.com Internet Source	2%
2	fileq.wordpress.com Internet Source	2%
3	jurnal.unismabekasi.ac.id Internet Source	2%
4	ejurnal.itats.ac.id Internet Source	1%
5	volontegenerale.nl Internet Source	1%
6	ojs.uniska-bjm.ac.id Internet Source	1%
7	eprints.itenas.ac.id Internet Source	1%
8	sista.polindra.ac.id Internet Source	1%
9	digilib.uinsgd.ac.id Internet Source	1%

10	fliphtml5.com Internet Source	1 %
11	repository.warmadewa.ac.id Internet Source	1 %
12	Repository.Umsu.Ac.Id Internet Source	1 %
13	chodal18.com Internet Source	<1 %
14	www.prame.be Internet Source	<1 %
15	www.toddlerhouse.in Internet Source	<1 %
16	eprints.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
17	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
18	teras.unimal.ac.id Internet Source	<1 %
19	tr.scribd.com Internet Source	<1 %
20	eprints.akakom.ac.id Internet Source	<1 %
21	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %

22	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1%

Exclude quotes	On	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		