

STUDI PENGGUNAAN TURAP KAYU GALAM UNTUK STABILITAS TANAH TIMBUNAN DI DAERAH RAWA KALIMANTAN TENGAH

Adiresido¹, Akhmad Gazali², Hendra Cahyadi³

¹ Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin (Mahasiswa)

² Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin (Dosen)

³ Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin (Dosen)

Email: adiresido.ambeng@gmail.com / HP 0853 4801 9077

ABSTRAK

Tanah rawa merupakan jenis tanah sangat lunak, maka pembangunan badan jalan diatas tanah dasar yang sangat lunak memerlukan usaha perbaikan. Salah satu daerah yang banyak memiliki lahan rawa adalah Kalimantan Tengah. Penggunaan kayu galam ialah salah satu alternatif untuk konstruksi penahan kelongsoran pada tepi jalan di daerah rawa. Kelongsoran sering terjadi pada tepi timbunan jalan di daerah rawa. Tidak jarang terjadi kerusakan akibat kelongsoran pada beberapa ruas jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perkuatan turap kayu galam terhadap peningkatan daya dukung tanah dan stabilitas tanah timbunan akibat bekerjanya gaya luar. Faktor keamanan lereng timbunan secara manual dengan metode irisan fellenius didapatkan hasil $SF = 0,857 < 1,0$ "tidak aman" sehingga akan terjadi keruntuhan pada lereng timbunan. Maka dilakukan analisis stabilitas timbunan secara bertahap, hingga diperoleh kenaikan dari $c_u = 1,04 \text{ t/m}^2$ menjadi $c_u = 1,8 \text{ t/m}^2$. Hasil analisis yang dilakukan secara manual diketahui total penurunannya adalah $= 284,62 \text{ cm} \approx 285 \text{ cm}$. Untuk hasil simulasi dengan program PLAXIS menunjukkan bahwa terjadi penurunan sebesar 3,1 cm.

Kata Kunci: lahan rawa, kayu galam, perkuatan turap, Kalimantan Tengah

ABSTRACT

The use of galam wood is an alternative to the construction of landslide resistors on the roadside in swamp areas. One area that has a lot of swamp land is Central Kalimantan. Landslides often occur on the edge of road piles in swamp areas. Not infrequently damage due to landslides on several roads. This study aims to determine the effect of galam wood plaster reinforcement on increasing soil carrying capacity and stability of embankment due to the operation of external forces. The factor of manual embankment slope safety with the fellenius slice method shows that $SF = 0.857 < 1.0$ "is not safe" so there will be a collapse on the slope of the embankment. Then the embankment stability analysis is carried out gradually, so that an increase from $c_u = 1.04 \text{ t/m}^2$ to $c_u = 1.8 \text{ t/m}^2$. The results of the analysis carried out manually revealed that the total decrease was $= 284.62 \text{ cm} \approx 285 \text{ cm}$. For the simulation results with the PLAXIS program, it shows that there is a decrease of 3.1 cm.

Keywords: *swamp land, galam wood, sheet pile reinforced, Central Kalimantan*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kalimantan Tengah dengan luas rawa 2.659.000 ha atau 17% dari luas wilayah Kalimantan Tengah. Namun sayangnya masih banyak daerah rawa yang belum diperhatikan.

Dalam melaksanakan proyek pembangunan jalan, hal utama diperhatikan adalah bagaimana kondisi tanah di tempat tersebut, karena pada kenyataan tidak semua tanah dalam kondisi baik. Wilayah dan letak geografis suatu daerah yang berbeda beda. Sifat tanah yang lunak juga berpengaruh pada stabilitas tanah timbunan di atasnya.

Beberapa masalah yang mungkin terjadi pada timbunan badan jalan yang di bangun diatas tanah rawa adalah :

- Keruntuhan timbunan yang mungkin gempa keruntuhan kemiringan (tanah longsor)
- Jalan – jalan yang bergelombang akibat penurunan yang berbeda pada suatu timbunan.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh perkuatan turap kayu galam terhadap peningkatan daya dukung tanah.

Batasan Penelitian

Mengingat luasnya pembahasan, maka penelitian ini hanya dibatasi pada perhitungan daya dukung dan stabilitas tanah. Adapun penurunan badan jalan tidak ditinjau karena memerlukan waktu pengamatan yang cukup lama. Di Kabupaten Kapuas, provinsi Kalimantan Tengah.

Perkuatan Tanah

Perkuatan sebagai suatu inklusi (penggabungan) yang bertujuan untuk menaikkan perilaku mekanis.

Penggunaan teknis perkuatan tanah secara modern pertama kali dilaksanakan oleh Henri Vidal, seorang arsitek Perancis pada tahun 1966. Sistem perkuatan ini dipatenkan dengan nama Terre – Armee di Perancis dan di Amerika Serikat dengan nama *Reinforcement Earth*.

Sistem perkuatan tanah secara modern dipakai pertama kali pada bangunan jalan bebas hambatan di Nice tahun 1966, dan di Amerika Serikat tahun 1972 untuk bangunan jalan bebas hambatan di Pegunungan San Gabriel (di Negara bagian California Jalan Raya No. 39).

Sistem perkuatan tanah sejak saat itu sangat pesat terutama untuk penggunaan pada struktur dinding

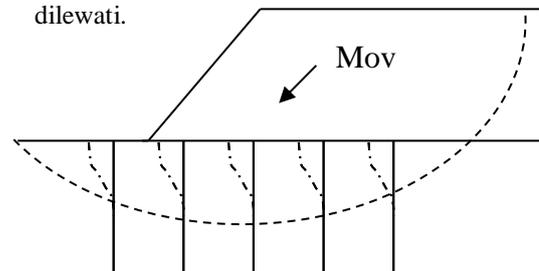
penahan tanah, badan jalan tanah dan usaha mendapatkan kenaikan kekuatan geser langsung di lapangan. Meskipun demikian, jauh sebelum perkuatan modern dilaksanakan manusia telah berusaha mendayagunakan suatu system perkuatan tanah yang menjadi cikal bakal dari sistem perkuatan tanah modern, misal:

1. Menara keagamaan di Mesopotamia sekitar 2500 B.C

Pada menara ini terdapat perkuatan tanah berupa lapisan-lapisan material terbuat dari semacam rumput diletakkan horisontal pada masa lumpur. Tambahan perkuatan berupa jalinan tali dengan diameter 5 cm diletakkan tegak lurus pada dinding dengan jarak teratur dalam arah vertikal maupun horizontal.

2. Penggunaan bantalan kayu atau ranting pada badan jalan yang lunak

Sejak jaman dahulu manusia berusaha menaikkan kekuatan geser dilapangan dengan menaruh bantalan kayu melintang pada tubuh jalan kayu yang lunak, sehingga dengan pemberian bantalan kayu tubuh jalan menjadi lebih kuat dan mudah dilewati.



Gambar 1. Contoh potongan melintang lereng badan jalan yang distabilkan dengan kontruksi cerucuk kayu (NAVFAC DM-7,1971)

Menurut Mac Farlane, rawa adalah tempat pembentukan gambut yang prosesnya dipengaruhi dan dikontrol oleh iklim, hujan, peristiwa pasang surut, jenis vegetasi rawa, topografi, dan beberapa aspek geologi dan hidrologi lainnya. Lahan gambut yang luas akan membentuk rawa. Tanah gambut umumnya mempunyai kandungan air (kadar air) yang cukup tinggi, daya dukung tanah yang rendah.

Kayu Galam

Menurut Sardjono (1996), keuntungan pemakaian kayu galam adalah:

- a. Mudah dipotong.
- b. Kayu galam cukup fleksibel dan lentur sehingga jika menerima gaya horisontal akan segera

melentur dan akan kembali semula setelah gaya tersebut tidak bekerja lagi.

Adapun kerugian pemakaian kayu galam menurut Sardjono (1996) adalah:

- Karena tiang harus selalu dalam keadaan terendam agar tahan lama maka jika air tanah terendam letaknya sangat dalam akan ada penggalian terlebih dahulu.
- Tiang kayu galam mempunyai umur lebih kecil dibandingkan tiang baja.
- Jika kayu galam kurang lurus maka pada waktu pemancangan akan menyebabkan penyimpangan terhadap arah semula.

Daya Dukung Tiang Kayu Galam

Yudiawati (2005) telah melakukan penelitian bahwa jika didiamkan lebih dari 15 hari memang masih terjadi peningkatan daya dukung ultimit tetapi sangat kecil atau hampir konstan. Pada pelaksanaan konstruksi di lapangan, jika waktu didiamkannya tiang setelah waktu penanaman terlalu lama akan berakibat pada lambatnya waktu penyelesaian konstruksi. Sehingga dengan usia penanaman sekitar 2 minggu sudah sangat baik daya dukung tiangnya.

Banyak hal yang dapat dikaji terhadap perilaku pondasi cerucuk galam di lapangan. Adapun alasan mengapa studi mengenai pengaruh penggunaan kayu galam pada pembangunan jalan dilakukan antara lain:

- Tiang galam masih jarang digunakan pada pembangunan jalan;
- Perencanaan pondasi cerucuk sering diperhitungkan hanya berdasarkan daya dukung tiang teoritis; dan
- Tidak adanya kepastian bahwa pemancangan cerucuk galam memiliki atau tidak memiliki pengaruh perkuatan timbunan badan jalan terhadap daya dukung tanah.

Penggunaan Konstruksi Cerucuk Untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah

Untuk menghitung kebutuhan cerucuk per-meter, terlebih dahulu ditentukan kekuatan 1 (satu) tiang/cerucuk untuk menahan gaya horizontal. Kemudian berdasarkan perbandingan dari besarnya momen penggerak dengan momen penahan yang dibutuhkan jumlah tiang/cerucuk yang diperlukan. Sesuai dengan syarat kestabilan lereng, maka dengan pemberian cerucuk harga angka keamanan dari kestabilan lereng harus dibuat menjadi sekurang-kurangnya 1.50 untuk kondisi hanya beban timbunan embankment saja.

Perkuatan Turap Kayu Galam

Metode perbaikan yang dipakai pada cara ini adalah menggunakan perkuatan tanah dengan cerucuk galam. Metode ini sebagai perkuatan yang termurah dan memungkinkan. Sistem ini lebih sesuai untuk lapisan tanah yang selalu basah atau muka air selalu dipermukaan.

Prinsip dasar yang harus dipahami adalah beban timbunan dan lalu lintas diatas tanah dasar adalah harus lebih kecil dari daya dukung tanahnya.

- Beban Timbunan

$$P = \gamma_t(H + 0,8) \dots\dots\dots(7)$$

dimana: P = beban timbunan + beban lalu lintas

γ_t = berat volume tanah timbunan

0,8 = H_{ek} = beban lalu lintas ekuivalen

H = tinggi timbunan

- Tinggi Timbunan Kritis

$$H_k = \frac{5,14 \cdot cu}{\gamma} \dots\dots\dots(8)$$

pada kondisi: $H + 0,8 < H_{cr}$ tidak perlu cerucuk

$SF < 1,0$ cari metode perkuatan/perbaikan lainnya
 $1 < SF < 1,5$ perhitungan diulang jarak cerucuk diperkecil

METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan penelitian ini metode penulisan yang digunakan berupa tahapan-tahapan dimulai dari tahapan studi literatur, survey lapangan, tahap pengumpulan data, tahap analisis dan tahap mengambil kesimpulan.

Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan yang dilakukan meliputi:

- Studi literatur
Mengkaji buku-buku atau sumber pustaka yang ada kaitannya dengan tujuan penulisan.
- Survey lapangan
Untuk melihat dan mendokumentasikan kondisi sebenarnya di lapangan dan untuk mengumpulkan data yang diperlukan.

Pengumpulan Data

Untuk menunjang perhitungan lama timbunan, tebal timbunan, dan Faktor Keamanan diperlukan data penyelidikan tanah adalah sebagai berikut:

- Data sondir; untuk mendapatkan kedalaman tanah keras, tahanan konus (qc) dan rehetan tanah (fs).
- Data laboratorium; sampel tanah US undisturbed

Analisis Data

Dari data yang telah ada kemudian dilakukan analisa untuk menghitung Faktor Keamanan (SF). Perhitungan (manual) kemudian dibandingkan terhadap hasil perhitungan cara komputasi.

Perhitungan Daya Dukung dan Stabilitas Tanah

Perhitungan

Tinggi timbunan ditentukan berdasarkan daya dukung tanah asli yang terletak dibawahnya. Pada prinsipnya beban akibat berat timbunan tidak boleh melampaui daya dukung tanah, jika melebihi akan terjadi keruntuhan.

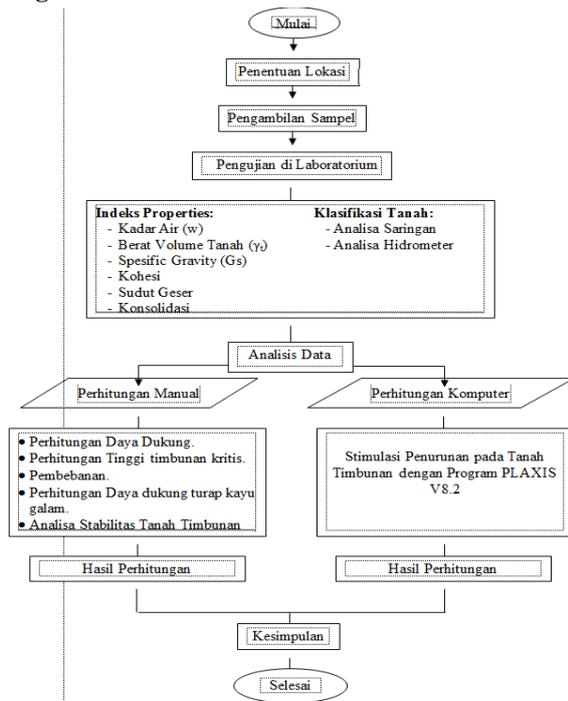
Perhitungan pembebanan

Beban yang diperhitungkan berupa berat sendiri timbunan setinggi H timbunan. Perhitungan ini menggunakan program PLAXIS V8.2.

Tahap Akhir

Dari tahapan yang telah dilakukan kemudian dibuat kesimpulan. Kesimpulan yang diperoleh harus menjawab permasalahan, sehingga tujuan yang telah direncanakan dapat dicapai. Selanjutnya dapat memberikan saran-saran yang berguna bagi penelitian selanjutnya dan praktek di lapangan.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Data Tanah

Data Tanah Asli

Data tanah asli ini diambil dari hasil penelitian di Kabupaten Kapuas yaitu di Desa Sei Asam, Kecamatan Kapuas Hilir, Kalimantan Tengah.

Tabel 1. Parameter Data Tanah Dasar

Lokasi	Depth (m)	γ (t/m^3)	q_u (kg/cm^2)	c (kg/cm^2)	ϕ (°)	Plasticity chart classification
Desa Sei Asam	2,0-2,5	1,53	0,208	0,100	0	OH/MH
Kecamatan Kapuas Hilir	4,0-4,5	1,53	0,208	0,100	0	OH/MH
Kab. Kapuas	5,0-6,0	1,53	0,236	0,100	0	OH/MH

Data Tanah Timbunan

Data timbunan berupa tanah lempung berplastisitas sedang, yang diambil di Gunung Kupang, Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan.

Data tanah timbunan sebagai berikut :

Kohesi (c)	= 0,308 kg/cm^2
Daya Dukung Batas (q_u)	= 1,792 t/m^2
Sudut geser dalam (ϕ)	= 15 ⁰
γ_t	= 1,86 gr/cm^3
IP	= 9,7 %

Deskripsi Studi

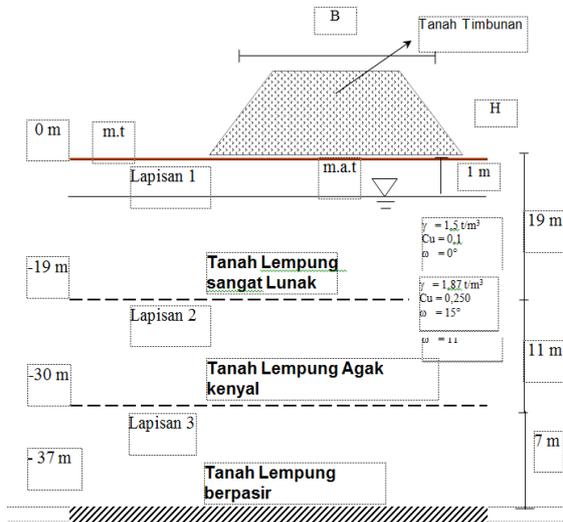
Berdasarkan hasil penyelidikan tanah di lapangan berupa penyondiran yang terdiri atas 1 (satu) titik penyondiran, diketahui jenis tanah di lokasi berdasarkan perkiraan sebagai berikut

Tabel 2. Data Uji Sondir di Desa Sei Asam Kecamatan Kapuas Hilir Kabupaten Kapuas

Kedalaman (meter)	Jenis Tanah
0.00 – 19.00	Lempung sangat lunak
19.00 – 30.00	Lempung atau lempung kelanauan lembek
30.00 – 37.00	Lempung berpasir

Kondisi muka air tanah pada tanah dasar di bawah timbunan adalah berkisar satu meter (1 m), yakni pada kondisi muka air normal sungai.

Suatu timbunan badan jalan yang dibuat di atas tanah dasar yang lunak, dimana lapisan tanah keras baru ditemukan setelah mencapai kedalaman 37,0 m dengan nilai perlawanan konus $\geq 200 \text{ kg/cm}^2$, rencana timbunan badan jalan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3. Lapisan tanah dari rencana timbunan

Menghitung Daya Dukung Tanah Dasar

Untuk menghitung kapasitas daya dukung tanah dasarnya (Ultimate Bearing Capacity) digunakan persamaan umum menurut Terzaghi (1943) dengan menganggap bahwa timbunan sebagai pondasi menerus / memanjang.

Kapasitas daya dukung tanah (Terzaghi 1943) :

$$q_u = c \cdot N_c + \gamma_{\text{timb}} \cdot D \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

Untuk tanah kohesif pada kondisi *takterdrainase* dengan ($\phi = 0^\circ$), kapasitas daya dukung tanah menjadi :

$$\phi = 0^\circ \longrightarrow \begin{aligned} N_c &= 5,7 \\ N_q &= 1 \\ N_\gamma &= 0 \end{aligned}$$

$$c_u = \frac{1}{2} q_u$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,208 = 0,104 \text{ kg/cm}^2$$

maka :

$$q_u = c \cdot N_c + \gamma \cdot D$$

dimana : c_u = kohesi undrained

$$= 0,104 \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = 1,04 \text{ (t/m}^2 \text{)}$$

N_c = faktor daya dukung kohesi = 5,7

D = kedalaman pondasi / timbunan
= 0 meter

γ_{timb} = berat isi tanah timbunan (t/m^3)

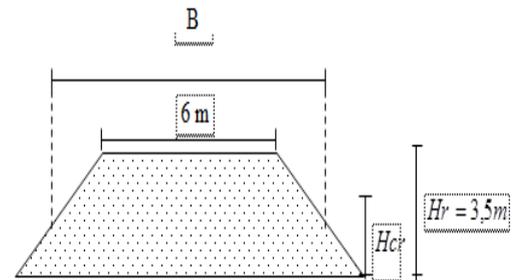
sehingga :

$$q_u = c \cdot u \cdot N_c$$

$$= 1,04 \text{ (t/m}^2 \text{)} \cdot 5,7$$

$$= 5,928 \text{ t/m}^2$$

Rencana Timbunan



➤ Beban dari timbunan

$$q_{\text{timb}} = (H + 0,8) \gamma_{\text{timb}}$$

dimana :

q_{timb} = kapasitas daya dukung tanah timbunan

γ_{timb} = berat isi tanah timbunan = $1,86 \text{ t/m}^3$

H_{timb} = tinggi timbunan = 3,5 meter

Beban lalu lintas yang besarnya ekuivalen dengan timbunan setinggi

$H_{\text{ek}} = H + 0,8 \text{ m}$.

maka :

$$\begin{aligned} q_{\text{timb}} &= (H + 0,8) \gamma_{\text{timb}} \\ &= (3,5 \text{ m} + 0,8) \cdot 1,86 \text{ t/m}^3 \\ &= 7,998 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

➤ Faktor Keamanan (FK)

$$FK = \frac{5,928 \text{ t/m}^2}{7,998 \text{ t/m}^2} = 0,74 < 1,0$$

$FK = 0,74 < 1,0$ (FK yang diizinkan jika tinggi timbunan $H_{\text{timb}} = 3,5$ meter)

Ditinjau dari konsepsi faktor keamanan maka $FK < 1,0$; timbunan "tidak aman" terhadap penurunan dan kemungkinan terjadi keruntuhan dasar lereng.

➤ Tinggi Timbunan Kritis

Kapasitas daya dukung tanah

$$q_u \text{ netto} = c_u \cdot N_c$$

Daya dukung tanah timbunan

$$q_{timb} = \gamma_{timb} \cdot H_u$$

$$\gamma_{timb} \cdot H_u = c_u \cdot N_c$$

$$H_u = \frac{c_u \cdot N_c}{\gamma_{timb}}$$

$$c_u = \frac{1}{2} qu$$

Jika faktor keamanan (FK) berdasarkan persyaratan yang telah ditentukan oleh Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah di Indonesia.

Berdasarkan Tabel 1 dengan kategori kelas jalan adalah jalan I dan II, maka faktor keamanan (FK) diambil 1,4.

- Tinggi timbunan kritis (Hcr)

$$\begin{aligned} FK = 1,4 \longrightarrow H_{cr} &= \frac{c_u \cdot N_c}{\gamma_{timb} \cdot 1,4} \\ &= \frac{0,896(t/m^2) \cdot 5,7}{1,86(t/m^3) \cdot 1,4} \\ &= \frac{5,1072(t/m^2)}{2,604(t/m^2)} \\ &= 1,961 \text{ meter} \approx 2 \text{ meter} \end{aligned}$$

Jika diketahui tinggi timbunan rencana (Hr = 3,5 m) sedangkan tinggi timbunan kritis (Hcr = 2 m), maka :

$$Hr = 3,5 \text{ m} > Hcr = 2 \text{ m}$$

adalah stabilitas timbunan "tidak aman".

Cerucuk galam harus kuat memikul beban sebagai berikut:

Analisa Stabilitas Lereng Timbunan

Hasil perhitungan faktor keamanan dengan program XTABL, untuk kondisi yang tidak diperkuat dengan cerucuk adalah 0,804. Hal ini menunjukkan bahwa lereng tidak aman terhadap longsor. Karena syarat keamanan dari kestabilan lereng sekurang-kurangnya 1,5 (NAVFAC, 1971).

Untuk mencegah hal tersebut, maka dalam hal ini lereng tersebut akan diberi perkuatan.

Kayu yang digunakan sebagai perkuatan lereng adalah:

- Kayu Galam (Kelas kuat III dan kelas awet I)
- Diameter (D) kayu = 10 cm

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI, 1992):

Elastisitas dasar kayu basah untuk galam:

$$E = 97,3 G + 13,1 (1000 \times \text{kg/cm}^2)$$

Tegangan lentur kayu basah untuk galam:

$$\sigma_{lt} = 173,3 G + 124,8 (1000 \times \text{kg/cm}^2)$$

dimana: G = berat jenis kayu kering udara (kg/cm³) yaitu 0,6 – 0,4

dengan asumsi berat jenis kayu kering udara = 0,5 didapat:

$$E = 97,3 \times 0,5 + 13,1 (1000 \times \text{kg/cm}^2)$$

$$= 61750 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{lt} = 173,3 \times 0,5 + 124,8 (1000 \times \text{kg/cm}^2)$$

$$= 211,45 \text{ kg/cm}^2 \approx 211,5 \text{ kg/cm}^2 = \sigma \text{ max bahan kayu}$$

Perhitungan kekuatan 1 buah tiang kayu terhadap gaya horisontal

1. Menghitung Faktor Kekakuan Relatif (T)

$$T = \left[\frac{EI}{f} \right]^{1/5}$$

dimana:

E = modulus elastisitas tiang (cerucuk), kg/cm²

I = momen inersia tiang (cerucuk), cm⁴

f = koefisien dan variasi modulus tanah, kg/cm³

T = faktor kekakuan relative, cm

$$I = \frac{\pi}{4} [5]^4 = 490,625 \text{ cm}^4$$

$$\text{Jika } c_u = 0,104 \text{ kg/cm}^2$$

$$qu = 2 \times 0,104 = 0,208 \text{ kg/cm}^2$$

Menurut grafik untuk mendapatkan f (dari Design Manual NAVFAC DM-7 1971)

didapatkan harga f = 0,0706 kg/cm²

$$T = \left[\frac{61750 \times 490,625}{0,0706} \right]^{1/5} = 53,27 \text{ cm}$$

2. Menghitung gaya horisontal yang mampu ditahan oleh cerucuk

$$\sigma \text{ kayu} = 211,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{p\text{max}} \text{ 1 cerucuk} = \frac{\sigma \text{ max bahan} \times I_n}{C}$$

$$\frac{211,5 \times 490,625}{5} = 20753,438 \text{ kg cm}$$

Direncanakan bahwa panjang kayu yang tertahan di bawah/di atas bidang gelincir (L) = 3 meter, maka L/T = 5,632. Untuk L/T = 5,632 dan kedalaman z = 0 dengan memakai grafik antara L/T dengan F_M (NAVFAC DM-7 1971) didapat harga F_M = 0,9, maka besar gaya horizontal yang dipikul oleh 1 cerucuk:

$$P = \frac{M_p}{F_M \times T} = \frac{20753,438}{0,9 \times 53,27} = 432,877 \text{ kg}$$

3. Menghitung banyaknya cerucuk galam yang diperlukan untuk meningkatkan daya dukung tanah jika SF yang diinginkan = 1,5.

Dengan bantuan program komputer XTABL diperoleh SF untuk tanah yang tidak diperkuat adalah 0,804, jari-jari = 8 m dan momen penggerak sebesar $1,295 \cdot 10^4$ psf = 63227,48223 kgm.

Sehingga Jumlah cerucuk yang dibutuhkan (n):

$$n = \frac{(\text{SF yang diinginkan} - \text{SF yang ada}) \times \text{OM}}{\text{Pmax 1 cerucuk} \times R}$$

$$n = \frac{(1,5 - 0,709) \times 63227,48223}{432,877 \times 8} = 12,707 \approx 13 \text{ cerucuk/m}$$

Tabel 3. Tegangan Overburden efektif Po untuk tiap-tiap lapisan

Nomor Lapisan	H	Z	Tegangan Po t/m^2
	(m)	(m)	
1	1	0,5	0,75
2	1	1,5	1,25
3	1	2,5	1,75
4	1	3,5	2,25
5	1	4,5	2,75
6	1	5,5	3,25

7	1	6,5	3,75
8	1	7,5	4,25
9	1	8,5	4,75
10	1	9,5	5,25
11	1	10,5	5,75
12	1	11,5	6,25
13	1	12,5	6,75
14	1	13,5	7,25
15	1	14,5	7,75
16	1	15,5	8,25
17	1	16,5	8,75
18	1	17,5	9,25
19	1	18,5	9,75
20	1	19,5	10,4
21	1	20,5	11,05
22	1	21,5	11,7
23	1	22,5	12,35
24	1	23,5	13
25	1	28,5	13,65
26	1	29,5	14,3
27	1	30,5	14,95
28	1	31,5	15,6
29	1	32,5	16,25
30	1	33,5	16,9
31	1	34,5	17,77
32	1	35,5	18,64
33	1	36,5	19,51
34	1	37,5	20,38
35	1	38,5	21,25
36	1	39,5	22,12
37	1	40,5	22,99

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil analisa pada tanah rawa yang diteliti dapat disimpulkan sebagai berikut :

- ✚ Daya dukung tanah dasar :

$$q_u = 5,928 \text{ t/m}^2$$

- ✚ Beban ekuivalen Tanah timbunan :

$$q_{timb} = 7,998 \text{ t/m}^2$$

- ✚ Faktor Keamanan (FK)

$$FK = \frac{5,928 \text{ t/m}^2}{7,998 \text{ t/m}^2} = 0,74 < 1,0$$

FK = 0,74 < 1,0 (FK yang diizinkan jika tinggi timbunan H_{timb} = 3,5 meter)

FK < 1,0; timbunan "tidak aman" terhadap penurunan dan kemungkinan terjadi keruntuhan dasar lereng.

Dalam mengatasi terjadinya keruntuhan tanah dasar dan kelongsoran lereng timbunan, alternatif yang dipakai adalah menggunakan cerucuk kayu galam sebagai perkuatan yang panjangnya 6 m dan diameternya 10 cm.

Untuk menahan berat sendiri timbunan dan beban lalu lintas diperlukan 22 buah cerucuk kayu galam/m².

✚ Tinggi kritis timbunan (H_{kr})

$$FK = 1,4 \longrightarrow H_{kr} = 2 \text{ m}$$

Untuk menahan berat sendiri timbunan dan beban lalu lintas diperlukan 14 buah cerucuk kayu galam/m².

✚ Tinggi Timbunan Aman

$$FK = 1,8 \longrightarrow H = 1 \text{ m}$$

Untuk menahan berat sendiri timbunan dan beban lalu lintas diperlukan 9 buah cerucuk kayu galam/m².

✚ Sedangkan untuk menahan kelongsoran leeng tersebut diperlukan cerucuk galam sebanyak 13 buah/m.

✚ Faktor keamanan lereng timbunan secara manual dengan metode irisan fellenius didapatkan hasil $SF = 0,857 < 1,0$ "tidak aman" sehingga akan terjadi keruntuhan pada lereng timbunan. Sedangkan secara komputasi dengan program bantu XSTABL didapatkan hasil $SF = 0,804 < 1,0$ "tidak aman". Maka dilakukan analisis stabilitas timbunan secara bertahap, hingga diperoleh kenaikan dari $c_u = 1,04 \text{ t/m}^2$ menjadi $c_u = 1,8 \text{ t/m}^2$.

✚ Hasil analisis yang dilakukan secara manual diketahui terjadi penurunan pada tanah dasar akibat beban ekuivalen timbunan dengan beban lalu lintas. Penurunan yang terjadi adalah total dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi primer. Penurunan segera (immediately settlement) adalah sebesar 21,514 cm dan penurunan konsolidasi primer selama = 133,0513321 tahun = 1596,615985 bulan sebesar 258,9 cm. Sehingga total penurunannya adalah = 284,62 cm \approx 285 cm \approx 2,85 m.

✚ Untuk hasil simulasi dengan program PLAXIS menunjukkan bahwa terjadi penurunan sebesar 3,1 m.

Saran

1. Adanya penelitian lanjutan yang menggunakan sampel penelitian yang lebih banyak khususnya pada tanah rawa.
2. Untuk mengurangi besarnya penurunan yang berlebihan sebaiknya di beri perkuatan pada tanah

dasarnya berupa kombinasi antara timbunan secara bertahap dan perkuatan kayu galam, penimbunan selalu di monitoring penurunannya, apabila dalam jangka waktu 3 bulan penurunannya kurang dari 2 cm, maka penimbunan dianggap selesai. Badan jalan dibangun sampai perkerasan sesuai rencana.

3. Adanya penelitian lanjutan mengenai pengaruh perkuatan kayu galam terhadap penurunan yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

Das, B. M., 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.

Hardiyatmo, H. C., 2002, *Mekanika Tanah 2*, Gadjah Mada University Press, Edisi-3, Yogyakarta.

Mengenal Tanah Lembek dan Problematikanya Dalam Pembangunan Jalan. Buku 1. Pusat Litbang Jalan Dinas PU Propinsi. Banjarmasin.

Mengenal Tanah Lembek dan Problematikanya Dalam Pembangunan Jalan. Buku 2. Pusat Litbang Jalan Dinas PU Propinsi. Banjarmasin.

Robby S. Dan Widya Oktavianti, 2008, *Skripsi Analisis Stabilitas Timbunan Secara Bertahap Oprit Jembatan Sarang Halang Kabupaten Paser Tanah Grogot Kalimantan Timur*, Universitas Lambung Mangkurat, Fakultas Teknik, Banjarbaru

Rusdiansyah, ST., 1999, *Penggunaan "Stable" Untuk Analisa Stabilitas Lereng*, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

Saleh, Adinus, Ir. H. *Mengenal Tanah Lunak dan Problematikanya Dalam Pembangunan Jalan*. RBO. Banjarmasin.

Soedarmo, G. D., (1997), *Mekanika Tanah 2*, Kamisius, Yogyakarta.