

Tinjauan Analisa Stabilitas Lereng Timbunan Di Daerah Rawa

G. J. Winston Fernandez



Penanganan masalah stabilitas lereng timbunan di daerah rawa atau tanah lembek, dapat dilakukan dengan berbagai cara dan metoda analisa.

Di dalam tulisan ini dibahas metoda analisa penanggulangan masalah stabilitas lereng dengan menggunakan sistem 'reinforcing mats'. Dua hal yang penting dalam analisa, yaitu pertimbangan-pertimbangan dalam menentukan faktor keamanan dan analisa keseimbangan.

Penggunaan metoda analisa untuk penanganan stabilitas timbunan ini mempergunakan data dari proyek pembangunan jalan Akses Cengkareng. Dengan menggunakan sistem analisa tersebut telah dicoba pada data-data lapangan yang ada seperti pada pembahasan.

Kesimpulan pokok penggunaan metoda ini, adalah bahwa dengan menggunakan sistem reinforcing mats diperoleh kenaikan faktor keamanan pelaksanaan yang tergantung dari nilai kekuatan tarik geotextiles.

PENDAHULUAN

Seringkali di dalam pelaksanaan pembangunan jalan, tidak ada alternatif lain dalam menentukan trase pembuatan jalan, selain melewati daerah rawa dengan kondisi tanah dasar di bawahnya yang pada umumnya lembek sekali. Timbulah permasalahan penanganannya. Masalah yang akan dihadapi tentunya antara lain mengenai stabilitas dan konsolidasi.

Dalam pembahasan ini dicoba menyajikan suatu evaluasi penanganan stabilitas timbunan yang dilakukan pada suatu kondisi tanah dasar dengan tebal lapisan lumpur sekitar 50 cm, dan tanah dasar lembek mencapai tebal 8.00 meter. Tinggi timbunan umumnya antara 2.50 — 3.25 meter, sedangkan timbunan tinggi pada oprit jembatan mencapai 6.00 meter.

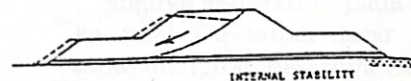
Fokus pembahasan hanya pada stabilitas jangka pendek dalam pelaksanaan timbunan tinggi oprit jembatan.

Data-data yang disajikan ini tentunya masih sangat terbatas, mengingat tidak adanya monitoring dengan instrumentasi di lapangan sehingga tentulah kurang dapat memuaskan kita semua, tetapi kami percaya bahwa dengan telah dimulainya teknik penanggulangan ini sangat menggembarakan teknisi-teknisi Indonesia.

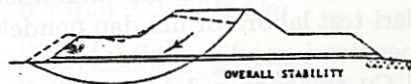
MEKANISME KERUNTUHAN

Modus keruntuhan timbunan ditinjau dari mekanismenya dapat berupa:

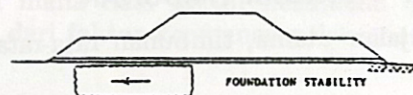
- * Internal stability
Tinjauan hanya terhadap blok timbunan di atas tanah pendukungnya.



- * Overall stability
Tinjauan terhadap blok timbunan dan tanah pendukungnya.



- * Foundation stability
Tinjauan lateral displacement hanya pada tanah pendukungnya.

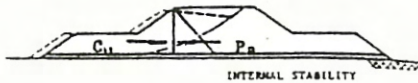


PERSAMAAN KESEIMBANGAN

Persamaan keseimbangan yang dipakai dalam menentukan tingkat keamanan timbunan berupa perbandingan antara momen/gaya penahan dengan momen/gaya pendorong.

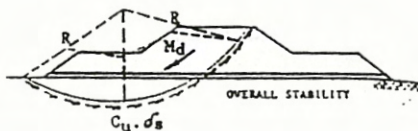
Faktor keamanan:
$$SF = \frac{R}{D}$$

* Internal stability



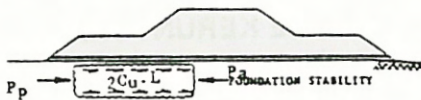
$$SF = \frac{Cu \cdot L}{1/2 \cdot \varphi \cdot H^2 \cdot \tan^2 (45 - \phi/2)}$$

* Overall stability



$$SF = \frac{(\sum Cu \cdot \delta s) \cdot R}{W \cdot x_w}$$

* Foundation stability



$$SF = \frac{P_p + 2 \cdot Cu \cdot L}{P_a}$$

KONDISI TANAH DASAR

Umumnya kondisi perlapisan tanah dasar terdiri dari lempung abu-abu lembek yang kompresibel dengan ketebalan rata-rata antara 8.00 – 10.00 meter. Nilai kuat geser undrained Cu diperoleh dari test laboratorium dan pendekatan dari nilai penetrasi sondir antara 1,15 – 1,45 t/m² (Nilai Cu rata-rata = 1,19 t/m²). Kondisi muka air tanah di lapangan berupa genangan air rawa yang menutupi seluruh permukaan tanah.

KONDISI TIMBUNAN

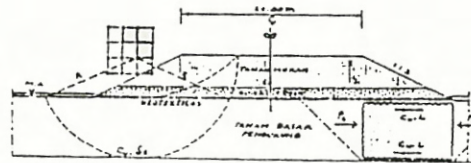
Pada jalan utama, timbunan rata-rata men-

capai 2.50 – 3.25 meter sedangkan pada oprit jembatan mencapai lebih kurang 6.00 meter.

Material yang digunakan adalah coral sand dengan nilai $c = 0$, $\phi = 25^\circ$ dan $\varphi = 1.89 \text{ t/m}^3$, dan laterite (tanah merah) dengan nilai $c = 2 \text{ t/m}^2$, $\phi = 18^\circ$ dan $\varphi = 1.56 \text{ t/m}^3$.

Tebal coral sand pada timbunan tinggi adalah 1.50 meter dengan ketebalan 0,50 meter terletak di bawah genangan air rawa, sedangkan sisanya menggunakan tanah merah.

Dimensi timbunan sesuai sket di bawah ini:



EVALUASI STABILITAS (tanpa reinforcing mats).

* Tinjauan terhadap internal stability.
timbunan: coral sand:

$$\varphi = 1.89 \text{ t/m}^3$$

$H = 1.50$ meter (0.5 meter terendam di bawah air rawa).

$$c = 0, \phi = 25^\circ.$$

Tanah merah:

$$\varphi = 1.56 \text{ t/m}^3$$

$H = 4.50$ meter

$$c = 2 \text{ t/m}^2, \phi = 18^\circ.$$

$L = 9.50$ meter.

$$Pa = 1/2 \cdot \varphi \cdot H^2 \cdot \tan^2 (45 - \phi/2) = 8,766 \text{ t/m}^2$$

$$Pr = Cu \cdot L = 19 \text{ t/m}^2$$

$$SF = Pr/Pa = 2.17$$

Faktor keamanan yang direkomendasikan terhadap lateral spreading (internal stability) = 2.

* Tinjauan terhadap overall stability.
tanah dasar pendukung :

$$c = 1.19 \text{ t/m}^2, \phi = 0$$

$$R = 13.13 \text{ meter}$$

$$\delta s = 30.70 \text{ meter}$$

$$\text{timbunan: } W = 116.41 \text{ ton}$$

$$x_w = 6.85 \text{ meter}$$

Mengingat tension crack $h = 2c/\varphi$ pada timbunan hampir sepanjang tinggi timbunan, maka shear strength timbunan tidak diperhitungkan dalam Mr.

$$Mr = (\sum Cu \cdot \delta s) \cdot R = 479.68 \text{ t.m}$$

$$Md = W \cdot X_w = 797.41 \text{ t.m}$$

$$SF = Mr/Md = 0.60$$

* Tinjauan terhadap foundation stability.

tanah dasar pendukung:

$$c = 1.19 \text{ t/m}^2, \phi = 0$$

$$\gamma = 1.39 \text{ t/m}^3$$

$$L = 12 \text{ meter}$$

$$P_p = 1/2 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \tan^2 (45 + \phi/2) + 2 \cdot C_u \cdot h = 63.52 \text{ t/m}'$$

$$P_a = 1/2 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \tan^2 (45 - \phi/2) - 2 \cdot C_u \cdot h + q \cdot h = 100.28 \text{ t/m}'$$

$$SF = \frac{P_p + 2 \cdot C_u \cdot L}{P_a} = 0.92$$

PENANGANAN STABILITAS DENGAN "REINFORCING MATS"

Untuk mengatasi stabilitas timbunan terutama timbunan tinggi maka dilakukan penanganan dengan sistem reinforcing mats. Dalam teknis pelaksanaan lapangan, geotextiles yang dipakai dipasang setelah terlebih dahulu lumpur rawa didorong ke samping dengan mendesakkan material timbunan.

Lebar pemasangan geotextiles sama dengan lebar alas timbunan badan jalan. Gaya sobek bahan geotextiles yang digunakan adalah sebesar 200 kN/m lebar.

Evaluasi dengan sistem ini memberikan tambahan momen/gaya penahan.

EVALUASI STABILITAS (dengan reinforcing mats).

* Tinjauan terhadap internal stability.

$$P_a = 8.766 \text{ t/m}'$$

$$P_r = 1/2 \cdot \gamma \cdot H \cdot L \cdot \tan \phi_{sf} \text{ dimana :}$$

L = setengah lebar alas timbunan.

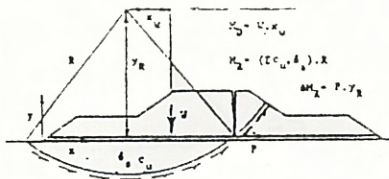
ϕ_{sf} = sudut geser antara tanah dengan geotextile.

(diambil $\phi = 25$)

$$= 52.35 \text{ t/m}'$$

$$SF = P_r/P_a = 5.97$$

* Tinjauan terhadap overall stability.



Tambahan momen penahan akibat adanya geotextiles adalah:

$$\Delta m_r = P \cdot y_R = c \cdot L_f \cdot y_R$$

Tanah dasar pendukung :

$$h = 8.00 \text{ meter}$$

$$C_u = 1.19 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma = 1.39 \text{ t/m}^3$$

timbunan :

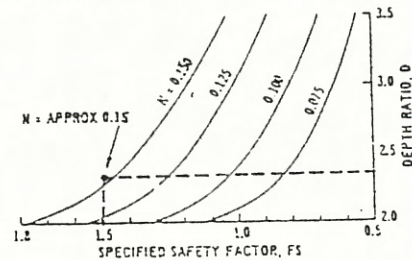
$$H = 6.00 \text{ meter}$$

$$L_f = 18.00 \text{ meter}$$

$$Y_R = 12.08 \text{ meter}$$

$$\text{Depth ratio : } D = \frac{H + h}{H} = 2.333$$

Jika di dalam pelaksanaan $SF = 1.50$, maka dari grafik I didapat nilai $N : 0.150$.



$N = N_u + N_f$, maka didapat $N_f = 0.008$

Nilai kohesi dari geotextiles: $C_f = N_f \cdot \phi \cdot H = 0.067 \text{ t/m}^2$

Nilai kohesi tanah dasar pendukung dan geotextiles :

$$C = C_f + C_u = 1.257 \text{ t/m}^2 .$$

Momen tambahan setelah dipasang geotextiles adalah:

$$\Delta M_r = C \cdot L_f \cdot y_R = 273.32 \text{ t.m.}$$

Faktor keamanan : $SF =$

$$\frac{M_r + \Delta M_r}{M_d} = 0.944$$

* Tinjauan terhadap foundation stability.

Dengan dipasangnya geotextiles pada alas timbunan maka nilai C_u tanah dasar pendukung mendapat tambahan, dan besarnya C_u menjadi 1.257 t/m^2 .

$$P_p = 1/2 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \tan^2 (45 + \phi/2) + 2 \cdot C_u \cdot h = 64.592 \text{ t/m}'$$

$$P_a = 1/2 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \tan^2 (45 - \phi/2) - 2 \cdot C_u \cdot h + q \cdot h = 99.208 \text{ t/m}$$

$$SF = \frac{P_p + 2 \cdot C_u \cdot L}{P_a} = 0.955$$

Dengan memperhatikan evaluasi stabilitas baik overall stability maupun foundation stability, di mana nilai faktor keamanan SF masih kurang dari faktor keamanan pelaksanaan, maka

untuk mencapai $SF = 1.50$ dilakukan pengamanan tambahan dengan memasang geotextiles sebanyak 2 lapis yang disertai juga pemasangan beban kontra (counterweight).

KESIMPULAN

1. Dalam menganalisa stabilitas lereng timbunan terutama di daerah rawa/tanah lembek, tinjauan harus dilakukan terhadap ketiga mekanisme keruntuhan yaitu internal stability (sliding failure), overall stability (rotational failure) dan foundation stability (bearing failure).

2. Penggunaan sistem 'reinforcing mats' sebagai perkuatan alas timbunan dalam mengatasi permasalahan stabilitas lereng sangat membantu (lihat adanya kenaikan SF). Metoda analisa pendekatan di dalam perhitungan teoritis ternyata sesuai dengan hasil pengamatan di lapangan.

3. Nilai kekuatan tarik geotextiles merupakan besaran yang sangat menentukan, antara lain tergantung dari faktor besar dan jenis material timbunan, panjang pemasangan geotextiles dan sudut geser antara tanah dengan geotextiles.

4. Dari data pelaksanaan lapangan dengan menggunakan geotextiles menunjukkan bahwa stabilitas timbunan dengan perhitungan di atas masih kurang dari faktor keamanan yang diperlukan dalam pelaksanaan ($SF = 1.50$). Hal ini terutama diakibatkan oleh pemasangan geotextiles yang hanya selebar alas timbunan. Setelah dilakukan penambahan satu lapis geotextiles dan pembuatan beban kontra, keadaan timbunan menjadi cukup aman.

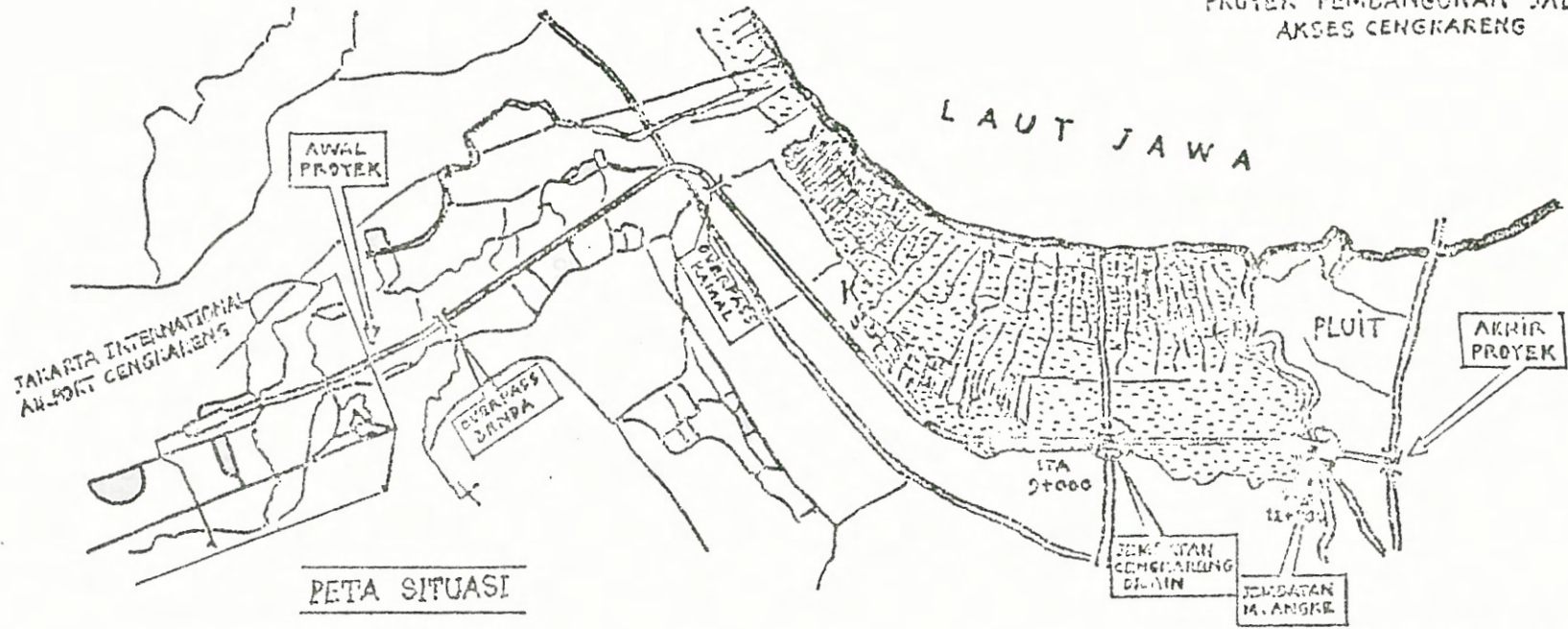
DAFTAR PUSTAKA

1. Fowler, J., 'Theoretical Design Considerations for Fabric-Reinforced Embankments', Proceedings Second International Conference on Geotextiles, (Las Vegas, USA, August 1 - 6, 1982), III, 665 - 670.
2. Jewell, R.A., 'A Limit Equilibrium Design Method for Reinforced Embankments on Soft Foundations', Proceedings Second International Conference on Geotextiles, (Las Vegas, USA, August 1 - 6, 1982), III, 671 - 676.
3. Direktorat Penyelidikan Masalah Tanah dan Jalan, 'Laporan analisa timbunan jalan bebas hambatan Akses Cengkareng', November 1983.
4. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, 'Penanggulangan kerusakan (sliding) oprit jembatan K. Angke', 28 Agustus 1984.
5. SOFOCO - ASEC, P.T. Yala Perkasa International, 'Report Test Embankment I : Geotechnical Evaluation, Road Project Pluit Cengkareng', 25 Agustus 1983.

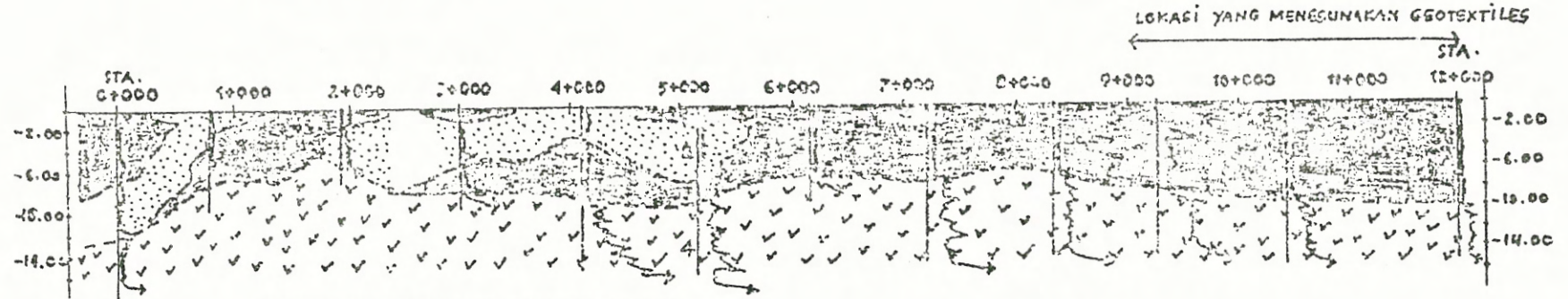
Penulis :

Ir. G.J. Winston Fernandez: Sarjana Teknik Sipil Unpar, adalah staf Balai Penyelidikan Tanah untuk Jalan, Puslitbang Jalan. Menekuni penelitian bidang Geo Teknik sejak tahun 1980.





PROYEK PEMBANGUNAN JALAN
AKSES CENKARENG



PETA SITUASI



STRATIGRAFI TANAH PASAR

- 1.  TANAH PENUTUP LEMPUNG KELANAUAN
- 2.  PASIR KELANAUAN
- 3.  LEMPUK K. IMPUNGAN
- 4.  PASIR KELANAUAN ACAK KIMPAK