

KAJIAN DESAIN PENANGANAN OPRIT JEMBATAN (STUDI KASUS: JEMBATAN DESA PIHANIN KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN)

Markawie¹

¹ Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 35,8 Kalimantan Selatan, Indonesia

ABSTRACT

The landslide on the Pihanin Bridge oprit towards Pihanin Village resulted in the interruption of land transportation routes and it was deemed necessary to repair. The landslide on the oprite was caused by the inability of the subgrade, which is relatively soft to support the Laterite embankment load as high as 4.5 m, with a specific gravity of 1.85 ton/m³. The methodology used in handling the oprit is collecting secondary data in the form of road/bridge geometric data, soil investigation data (CPT/Sondir test and N-SPT test), soil data analysis, landslide analysis using GeoStudio 2012 software to estimate the landslide area with trial parameters. soil, so that $sf < 1$ is obtained which can be considered as a landslide field and the representative soil parameters are the same as those in the field. The next step is to calculate the load that refers to the SNI 1725:2016. From the results of the analysis, the design for handling landslides on the Pihanin bridge using box culvert type triple reinforcement with dimensions of length $p = 8$ m; width $l = 10.2$ m; height $t = 1.75$ m, supported by 18×18 cm² square piles, 12 m long. Analysis of the external stability of the slide shows the safety factor $SF = 0.999$ without reinforcement (existing condition) and $SF = 2.622$ with reinforcement (final condition). From the calculation of the forces acting on the pile in the form of an axial amount of 141.99 kN, with an allowable axial force capacity of 181.66 kN, while the lateral force that occurs is 4.96 kN with an allowable lateral force capacity of 216 kN.

Kata kunci: landslide analysis, loading, safety factor

ABSTRAK

Kelongsoran pada oprit Jembatan Pihanin arah Desa Pihanin mengakibatkan terputusnya jalur transportasi darat dan dinilai perlu dilakukan perbaikan. Kelongsoran pada oprit tersebut disebabkan ketidak mampuan tanah dasar, yang kondisinya relatif lunak untuk memikul beban timbunan Laterit setinggi 4.5 m, dengan berat jenis 1,85 ton /m³. Metodologi yang digunakan pada penanganan oprit tersebut yaitu pengumpulan data sekunder berupa data geometrik jalan/jembatan, data penyelidikan tanah (uji CPT/Sondir dan uji N-SPT), analisa data tanah, analisa kelongSORan menggunakan software GeoStudio 2012 untuk mengestimasi bidang kelongSORan dengan trial parameter tanah, sehingga didapatkan $sf < 1$ yang mana dapat dianggap sebagai bidang longSOR dan parameter tanah yang refresentatif sama dengan yang terjadi dilapangan. Berikutnya melakukan perhitungan pembebanan yang mengacu pada peraturan SNI 1725:2016. Dari hasil analisa diperoleh desain penanganan longSORan pada jembatan Pihanin menggunakan perkuatan box culvert type triple dengan dimensi panjang $p = 8$ m; lebar $l = 10,2$ m; tinggi $t = 1,75$ m, yang didukung oleh tiang pancang persegi 18×18 cm², panjang 12 m. Analisa Stabilitas eksternal kelongSORan menunjukkan safety factor $SF = 0,999$ kondisi tanpa perkuatan (kondisi existing) dan $SF = 2,622$ dengan perkuatan (kondisi akhir). Dari hasil perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada tiang pancang berupa axial sebesar 141,99 kN, dengan kapasitas gaya axial yang diijinkan sebesar 181,66 kN, sedangkan gaya lateral yang terjadi sebesar 4,96 kN dengan kapasitas gaya lateral yang diijinkan sebesar 216 kN.

Kata kunci: analisa kelongSORan, pembebanan, safety factor

Correspondence: Markawie
Email: markawie@ulm.ac.id

1 PENDAHULUAN

Jembatan Pihanin merupakan sarana pendukung yang menghubungkan Desa Balah Paikat dan Desa Pihanin Raya yang terletak di Desa Belah Paikat, Kecamatan Daha Utara, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, jembatan tersebut terdiri dari Rangka baja B-60 m sebagai bentang utama, dan Pile Slab B-20 m, arah Desa Balah Paikat dan Pihanin sebagai bentang pendekat. Pada sisi Oprit arah Pihanin telah terjadi longsor yang mengakibatkan terputusnya jalur transportasi darat, dan di nilai perlu dilakukan perbaikan. Kelongsoran tersebut terjadi karena tanah dasar yang relatif lunak tidak mampu memikul beban timbunan laterit setinggi 4,5 m dengan berat jenis sebesar $1,85 \text{ ton/m}^3$.

Akibat dari kelongsoran tersebut maka di rasa perlu suatu penanganan kelongsoran yang tepat dan dapat dikerjakan dilapangan sekaligus relatif murah. Dari beberapa alternatif penanganan, maka dipertimbangkan setelah memperhatikan kondisi aktual di lapangan dan hasil dari data penyelidikan tanah, bahwa konstruksi yang dapat digunakan adalah *box culvert* yang didukung oleh pondasi tiang pancang, pemilihan ini dipilih selain biaya yang relatif lebih murah juga mudah dalam pelaksanaannya.

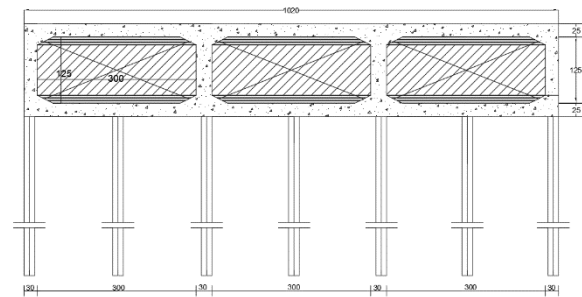
2 METODE

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah kelongsoran tersebut : pertama-tama melakukan perhitungan konstruksi berdasarkan data-data desain, yang akan digunakan seperti data geometrik jalan/jembatan, penyelidikan tanah, dan melakukan analisa kestabilan eksternal lereng baik kondisi awal (tanpa perkuatan) maupun kondisi akhir (dengan perkuatan) dengan menggunakan Aplikasi GeoStudio 2012, dengan menerapkan SNI 1725 : 2016 tentang Pembebanan Untuk Jembatan, dilanjutkan lagi dengan analisa kekuatan internal konstruksi.

3 HASIL KERJA

1. Dimensi Box Culvert

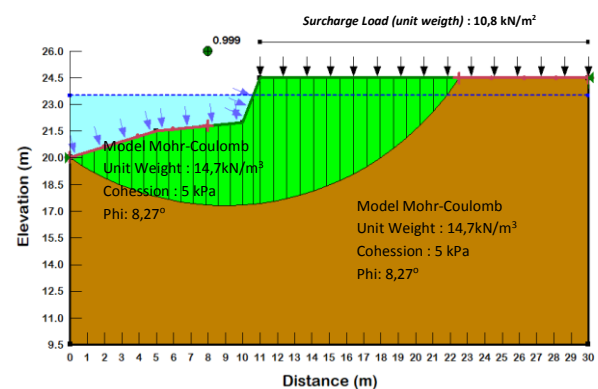
Dari data geometrik longsor, tinggi longsor (H) = 4,5 m. Penentuan dimensi *box culvert* dibuat menyesuaikan dengan geometrik kelongsoran; dimensi box Culvert seperti pada Gambar 1 yaitu panjang 8,00 m ; lebar 10,20m ; tinggi 1,75m dan tebal 0,3 m



Gambar 1. Tampak Potongan melintang *Box Culvert* dengan Tiang Pancang

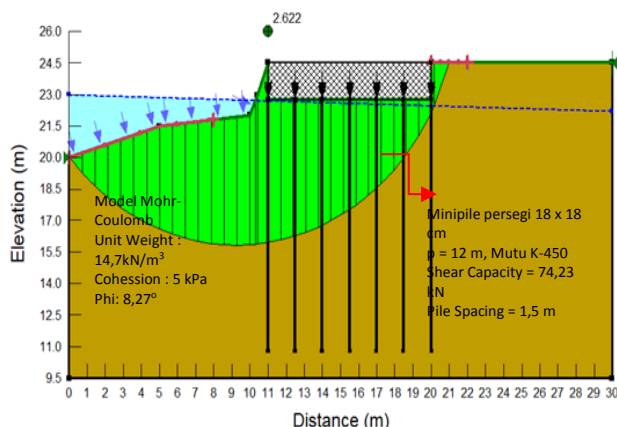
2. Analisa Stabilitas Eksternal Lereng Kondisi Awal (Tanpa Perkuatan) dan Kondisi Akhir dengan Perkuatan.

Hasil analisa kesetabilan eksternal lereng pada kondisi awal (tanpa perkuatan) dengan menggunakan program *Geostudio* 2012 didapatkan angka keamanan $SF_{longsor} = 0,999$ lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Analisa Kelongsoran dengan *GeoStudio* 2012 pada Oprit Jembatan tanpa Perkuatan

Untuk melakukan perkuatan pada tebing yang telah mengalami longsor, maka digunakan konstruksi *triple box culvert* yang didukung dengan tiang pancang dan dari hasil analisa stabilitas eksternal lereng yang diperkuat



dengan tiang SF 2,622 > 1,50, seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Analisa Kelongsoran dengan GeoStudio 2012 pada Oprit Jembatan yang diperkuat dengan tiang.

3. Perhitungan Pembebanan Struktur Bawah box

Box Culvert direncanakan sebagai perkuatan pada struktur oprit jembatan dan dianggap sebagai pelat dan sebagai penyalur beban dari struktur atas ke pondasi. Beban yang bekerja pada *box culvert* adalah sebagai berikut pada Tabel 1 :

Tabel 1. Hasil kombinasi ultimit

Jenis Beban	Faktor Beban	Kombinasi Beban Vertikal (kN)	Kombinasi Beban Horizontal (kN)	Kombinasi Momen Horizontal (kNm)
Beban Mati (berat sendiri box culvert)	1.3	3191.76	-	
Beban mati tambahan	2	1636.90	-	
Tekanan tanah pada dinding normal	1.25	-	242.89	170.45
Beban hidup D	1.8	1586.30	-	
Total		6414.96	242.89	170.45

3. Distribusi Pembebanan pada Struktur Bawah

Pemasangan tiang pancang dengan penampang 18x18 cm dengan kedalaman

berdasarkan data sondir (H) = 12 m dengan formasi tiang dan titik berat tiang pancang sesuai kebutuhan seperti pada Gambar 4.

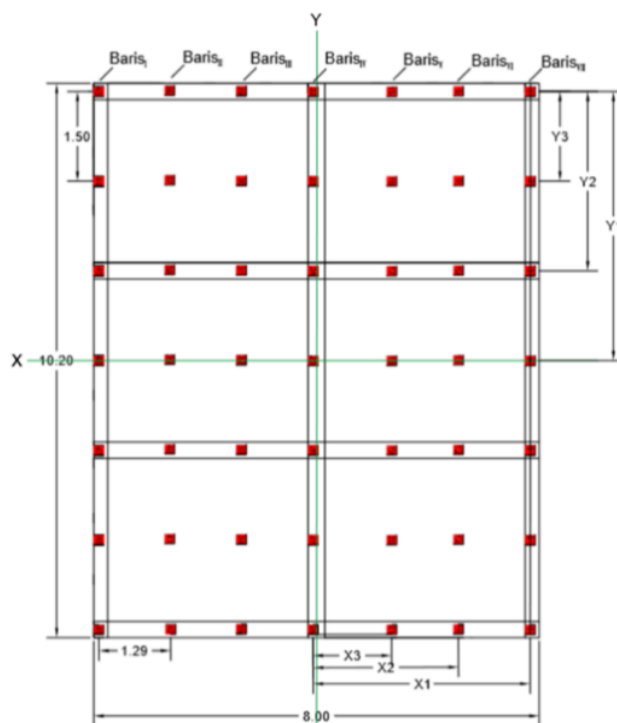
Distribusi gaya terhadap tiang dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{\Sigma v}{n} + \frac{Mox \cdot y_{max}}{\Sigma y_i^2}$$

Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut pada Tabel 2 :

Tabel 2 Distribusi Gaya TerhadapTiang

Tiang	Jarak (m)	Vertikal (kN/tiang)	Aksial (kN/tiang)	Lateral (kN/tiang)
Baris 1	-4.5	132.66	132.66	4.96
Baris 2	-3	132.08	132.08	4.96
Baris 3	-1.5	131.50	131.50	4.96
Baris 4	0	130.92	130.92	4.96
Baris 5	1.5	130.34	130.34	4.96
Baris 6	3	129.76	129.76	4.96
Baris 7	4.5	129.18	129.18	4.96



Gambar 4. Denah Konfigurasi Tiang Pancang

Dari Tabel 2 maka didapat gaya-gaya maksimum yang bekerja sebagai berikut:

- Gaya vertikal maksimum (V) = 132,66 kN
- Gaya horisontal maksimum (H) = 4,96 kN
- Gaya aksial maksimum (Vn) = 132.66 kN

$$P_{kerja} = V_n + W_{tiang}$$

$$= 132,66 + 9,331$$

$$= 141,99 \text{ kN}$$

4. Kapasitas Daya Dukung Tiang

Dengan metode *Meyerhoff* untuk perhitungan diambil data sondir pada titik S-1 kedalaman 12 m yaitu :

$$\text{Penampang} = 18 \times 18 \text{ cm}$$

$$q_c = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHP = 2632 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = 324 \text{ cm}$$

$$K = 72 \text{ cm}$$

$$SF1 = 3, SF2 = 5 \text{ (untuk material tanah berupa pasir)}$$

$$SF1 = 3-5, SF2 = 5-10 \text{ (untuk material tanah berupa lempung)}$$

$$\text{Digunakan } SF1 = 5, SF2 = 10$$

$$Q_{izin} = \frac{A \times q_c}{SF1} + \frac{JHP \times K}{SF2}$$

$$= \frac{324 \times 30}{5} + \frac{2632 \times 72}{10} = 20,89 \text{ ton}$$

$$= 208,9 \text{ kN}$$

5. Efisiensi Kelompok Tiang

Formula *Converse – Labarre*

Diketahui :

$$m = 7$$

$$n = 7$$

$$d = 0,18 \text{ m}$$

$$s = 1,5 \text{ m}$$

$$\theta = \arctan \frac{d}{s} = 6,843^\circ$$

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1).m + (m-1).n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 6,843 \frac{(7-1).7 + (7-1).7}{90.7.7}$$

$$= 0,8696 = 86,96\%$$

6. Kontrol Daya Dukung Terhadap Beban Vertikal (axial)

Diketahui:

$$Q_{ult} = 208,9 \text{ kN}$$

$$Eff = 0,8696$$

$$Q_{kerja} = 141,99 \text{ kN}$$

$$Q_{ijin} = Q_{ult} \cdot Eff = 208,9 \text{ kN} \cdot 0,8696 = 181,66 \text{ kN}$$

$$Q_{ijin} = 181,66 \text{ kN} > Q_{kerja} = 141,99 \text{ kN} \quad (\text{aman})$$

7. Kontrol Daya Dukung Tiang Terhadap Beban Lateral

Diketahui:

$$H_{kerja} = 4,96 \text{ kN}$$

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

$$d = 0,18 \text{ m}$$

$$C_u = q_c/15 = 30/15 = 2 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$w = 972 \text{ cm}^3$$

$$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 8748 \text{ cm}^4$$

$$E = 4700 \sqrt{f_c'} = 25742,96 \text{ MPa}$$

$$= 257429,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$n_h = 277 \text{ kN/m}^3 = 2,77 \cdot 10^{-4} \text{ kg/cm}^3$$

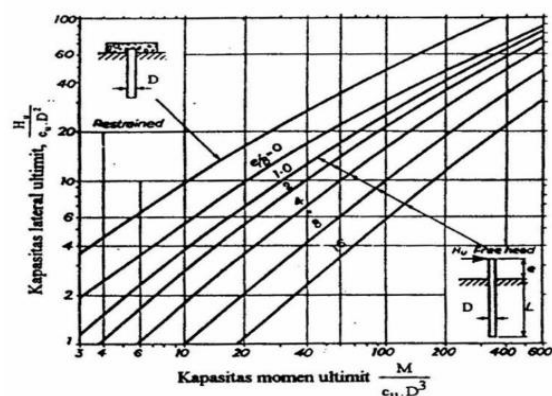
(Davisson – Prakash)

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{nh}} = \sqrt[5]{\frac{257429,6 \cdot 8748}{0,0277}}$$

$$= 381,9 \text{ cm} = 3,819 \text{ m}$$

Sehingga dianggap tiang panjang lentur (*long flexible pile*) jika $L/T \geq 4$

$$L/T = 12/3,819 \quad L/T = 3,14 \text{ m} \geq 4 \text{ (Tiang Panjang Lentur)}$$



Gambar 5. Grafik Brooks

Dengan metode *Brooms* dengan grafik

$$\frac{M_y}{C_u \cdot d^3}$$

didapatkan hasil :

$$\frac{H_u}{C_u \cdot d^3} = 100$$

$$H_u = 100 \cdot C_u \cdot d^2 = 100 \cdot 2 \cdot 18^2$$

$$= 64800 \text{ kg} = 648 \text{ kN}$$

$$H_{ijin} = \frac{H_u}{sf} = \frac{648}{3} = 216 \text{ kN}$$

$$H_{ijin} = 216 \text{ kN} > H_{kerja} = 4,96 \text{ kN} \text{ (aman)}$$

8. Penulangan Box Culvert

Penulangan pada box culvert didapatkan hasil sebagai berikut :

Bagian plat atas :

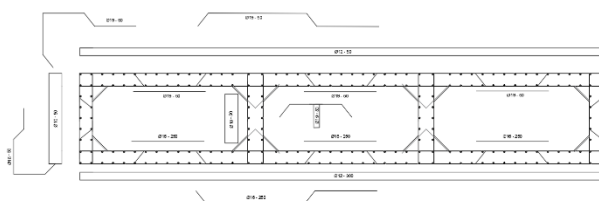
- M ult (tumpuan) = 169,643 kNm
- Tul. Tumpuan = D19-50
- Tul. Lapangan = D19-50
- M ult (lapangan) = 92,7603 kNm
- Tul. Bagi = D12-50
- Tul. Bagi = D12-50

Bagian plat bawah

- M ult (tumpuan) = 32 kNm
- Tul. Tumpuan = D16-50
- Tul. Lapangan = D16-250
- M ult (lapangan) = 16 kNm
- Tul. Bagi = D12-300
- Tul. Bagi = D12-300

Bagian Dinding

- M ult = 158,717 kNm
- Tul. Utama = D16-50
- Tul. Bagi = D10-50



Gambar 6. Penulangan Box Culvert

4 KESIMPULAN

Desain penanganan kelongsoran pada oprit jembatan Pihanin dengan kekuatan berupa *box culvert triple* dengan panjang 8 m, lebar 10,2 m dan tinggi 1,75 m dan didukung oleh tiang pancang persegi 18x18 cm² dengan kedalaman 12 m. Analisa keruntuhan eksternal lereng sebelum ada kekuatan menggunakan *software geostudio* menunjukkan nilai *sf* 0,999 dan setelah ada kekuatan nilai *sf* sebesar 2,622 > 1,5 sehingga kekuatan ini dapat dikatakan aman. Hasil Desain tersebut telah di Implimentasikan dilapangan dari tahun 2106, dan menunjukkan hasil memuaskan hingga sekarang.

Ucapan Terimakasih.

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Dinas pekerjaan Umum Kabupaten Hulu Sungai Selatan, yang telah memberikan kesempatan kepada Penulis untuk Mendesain Penanganan Longsor Jembatan Pihanin.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional, 2004. *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan RSNI T-12-2004*. Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional, 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2016. *Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725:2016*. Jakarta.
- Bagemann, H. K.S. 1965. *The Maximum Pulling Force on A Single Tension Pile Calculated on The Basis of Results of The Adhesion Jacked Cone*, Proc. of the 6th International conf. SMFE. Paris.
- Bowles, JE.,1989. *Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah*, Erlangga. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Gorong-Gorong Persegi Beton Bertulang (Box Culvert) Menggunakan Pembebanan Jembatan dan Jalan Raya*. Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta.

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987. *Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Kelongsoran*. Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2003. *Mekanika Tanah II. Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pangular, D.1985. *Petunjuk Penyelidikan & Penanggulangan Gerakan Tanah*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum.
- Santoso, Budi, dkk., 1998. *Dasar Mekanika Tanah*, Gunadarma. Jakarta.
- Suyono Sosrodarsono Ir. dan Kazuto Nakazawa, 1981. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT. Pradnya Pramita. Jakarta.
- Terzaghi, K., Pect, R.B. and Mesri, G., 1996. *Soil Mechanics in Engineering Practice*, 3 rd. Ed. John Wileyand Sons. New York.