

ANALISA PERKUATAN LERENG TEBING PADA TEROWONGAN PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN LAU-SIMEME KABUPATEN DELI SERDANG PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN METODE “SOIL NAILING GROUT”

Oleh :

Rama Anugrah Hulu ¹⁾

Piyen Jones Immanuel Yosua Ziliwu ²⁾

Masriani Endayanti ³⁾

Janner Napitupul ⁴⁾

Univertisitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3,4,5)}

E-mail : rahmadjhonhulu488@gmail.com ¹⁾

piyensilva@gmail.com ²⁾

endayanti22@gmail.com ³⁾

jannermh@gmail.com ⁴⁾

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 November 2021
Revised : 10 Desember 2021
Accepted : 23 Januari 2022
Published : 25 Februari 2022

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRACT

This study aims at finding out how to analyze the planning of cliff reinforcement in the Lau Simeme Dam tunnel, Deli Serdang Regency, North Sumatra and finding out how to design cliff slope reinforcement in the Lau Simeme Dam tunnel, Deli Serdang Regency, North Sumatra. The research location is the Lau Simeme Dam in Kuala Dekah Village, Sibiru-biru District, Deli Serdang Regency, North Sumatra Province. In planning the construction of the Lau Simeme Dam Tunnel, one of the parameter values that need to be considered is the value of the parameters c (cohesion) and (internal shear angle) in rocks whose parameter values are generated from Triaxial testing. Based on Triaxial testing on the Lau Simeme Dam Tunnel rock from 17.00 meters to 18.00 meters the cohesion value (c) = 0.23 kg/cm² and the shear angle in the rock is 30.66°. From the calculation of the reinforcement of the cliff using the soil nailing grout method, the drill length for the rock bolt is 4 m, with a diameter of 25 mm, which is drilled into the tunnel wall. The carrying capacity of 1 rock bolt is = 19,635 kg. rock bolt that serves to strengthen the cliff as much as 20 rock bolts (nailing). Based on the calculation of rock bolt 1 pcrb = 20 rock bolts, with the rock bolt the slope stability level increases to (Safety Factor) = $FK = 6.04 > 1.3$.

Keywords: Tunnel, Triaxial, Reinforcement of Cliffs, Rock Bolt

ABSTRAK

Tujuan studi ini adalah mengetahui cara menganalisis perencanaan perkuatan tebing pada terowongan Bendungan Lau Simeme Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara dan mengetahui bagaimana mendesain perkuatan lereng tebing pada terowongan Bendungan Lau Simeme Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara. Lokasi penelitian adalah di Bendungan Lau Simeme di Desa Kuala Dekah, Kecamatan Sibiru - biru, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Dalam perencanaan pembangunan Terowongan Bendungan Lau Simeme salah satu nilai parameter yang perlu diperhatikan adalah nilai parameter c (kohesi) dan ϕ (sudut geser dalam) pada batuan yang nilai parameter ini dihasilkan dari pengujian Triaxial. Berdasarkan pengujian Triaxial pada batuan Terowongan Bendungan Lau Simeme dari kedalaman 17.00 meter sampai 18.00 meter nilai kohesi (c) = 0,23 kg/cm² dan sudut geser dalam batuan adalah 30.66°. Dari hasil perhitungan perkuatan tebing dengan metode soil nailing grout didapat panjang bor untuk rock bolt 4 m, dengan diameter 25 mm,

yang di bor kan kedalam dinding terowongan. Daya dukung 1 rock bolt sebesar =19.635 kg. rock bolt yang berfungsi untuk perkuatan tebing sebanyak 20 rock bolt (nailing). Berdasarkan hasil perhitungan rock bolt 1 pcrb = 20 rock bolt, dengan adanya rock bolt tingkat stabilitas lereng naik menjadi (*Safety Factor*) = FK =6,04> 1,3.

Kata Kunci : Terowongan, Triaxial, Perkuatan Tebing, Rock Bolt.

1. PENDAHULUAN

Bendungan pada dasarnya terdiri atas banyak bangunan antara lain, bangunan pelimpah yang biasa disebut spillway, bangunan pengambil yang biasa disebut intake, bangunan pengelak berupa terowongan atau tunneldan bangunan lainnya. Pada awal pembangunan bendungan, bangunan pengelak merupakan salah satu konstruksi yang awal harus diselesaikan. Secara sederhana, bangunan pengelak merupakan konstruksi berupa terowongan yang berfungsi untuk mengalihkan atau memindahkan air sungai secara sementara agar kegiatan konstruksi lain seperti

i
Pada umumnya penggunaan terowongandibatasi oleh kondisilembahyang terdiri dari batuan dengan tebing yang curam .pada kontruksi terowongan bendungan lau simeme memiliki tebing yang ekstrim dimana, akan direncanakan konstruksi perkuatan lereng tebing . terjadinya langsor tebing pada terowongan diakibatkan oleh pergeser tanah dan getaran akibat peledakan (bom), sehingga material pada tebing mangalami keretakan akibat ledakan yg dilakukan dalam penggalian terowongan .
Tebing pada terowongan sangat fatal ketika mangalami

kelongsoran dan batuan yg berjatuhan akibat keretakan pada saat penggalian terowongan terlebih lagi diakibatkan oleh getaran ledakan. Tebing pada bangunan pengelak atau terowongan memiliki material berbatuan sekitar 90 persen, maka dalam pengerjaan penggalian terowongan di pakai bantuan peledakan (bom), sehingga proses pekerjaan sangat efektif dan memudahkan dalam penggalian . pada tebing terowongan perlu menganalisis terjadinya kelongsoran dan berbatuan berjatuhan yg mengakibatkan kerusakan pada bangunan terowongan dan melibatkan pekerja kecelakaan , sehingga direncanakan perkuatan tebing dengan metode soil nailing grout, karna tebing tersebut memiliki material berbatuan, maka direncanakan soil nailing grout.

Dengan Pertimbangan diatas maka penulis tertarik untuk menyusun tugas akhir dengan judul "*Analisis Perkuatan Lereng Tebing Pada*

Terowongamn Proyek Pembangunan Bendungan Lau Simeme Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara Dengan Metode "Soil Nailing Grout".

1.1. Maksud Dan Tujuan

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui cara menganalisis perencanaan perkuatan tebing pada terowongan Bendungan Lau Simeme Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara.
2. Mengetahui bagaimana mendesain perkuatan lereng tebing pada terowongan Bendungan Lau Simeme Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Definisi Terowongan

Terowongan adalah struktur bawah tanah yang mempunyai panjang dan lebar penampang galian, berada dibawah permukaan tanah. Terowongan umumnya tertutup di seluruh sisi kecuali di kedua ujungnya yang terbuka pada lingkungan luar. Beberapa ahli teknik sipil mendefinisikan terowongan sebagai sebuah tembusan di bawah permukaan yang memiliki panjang minimal 0,1 mil (160,9 meter), dan yang lebih pendek dari itu dinamakan underpass. Pada umumnya bangunan terowongan dibuat untuk keperluan transportasi yang terhalang oleh kondisi alam yang ada, misalnya pada kondisi lahan perkotaan atau kondisi bawah tanah yang terdiri dari berbagai jenis lapisan hal tersebut merupakan titik lemah dalam mendesain suatu terowongan. Transportasi yang dimaksud dapat digunakan untuk keperluan khusus, misalnya untuk angkutan hasil tambang yang dieksploitasi melalui terowongan,

terowongan untuk saluran air, drainase maupun untuk keperluan pembangkit listrik, termasuk terowongan sementara untuk pengeringan (*diversion tunnel*) dan tunnel spillway untuk keperluan irigasi, dan keperluan transportasi manusia, baik untuk jalan kereta api maupun jalan raya.

2.2 Metode pelaksanaan soil nail grout

a. Survei

Pekerjaan survei dilakukan untuk mengecek hasil pekerjaan *land clearing* dan *grubbing* dan juga untuk menentukan titik dimana *weep hole* dan *soil nail grout* akan dipasang.

b. Pemasangan wiremesh

Setelah pekerjaan survey dilakukan, *mash wire* dapat dipasang sesuai gambar kerja. Pemasangan *wiremesh* dilakukan dengan memasang beton decking dan angkur baja untuk membentuk selimut beton pada sisi dalam *wiremesh* dan menahan *wiremesh* pada posisi rencana. Beton decking yang digunakan adalah setebal 50 mm. sedangkan angkur berupa baja D13 panjang 400 mm dengan ujung bengkok sepanjang 50 mm. bangkur dan beton decking dipasang secara *zig-zag* dengan jarak 100 cm antara angkur /beton decking dan 50 cm antara baris.

Wiremesh yang digunakan berukuran M6

150 x 150 cm antara baris. Staging pekerjaan

dilakukan dengan

menggunakan platform *bucket* yang diangkat dengan excavator

PC 200. Untuk proyek sederhana, bisa saja memakai kawat berdiameter kecil. Sedangkan untuk proyek besar, maka kawat juga menyesuaikan dengan kebutuhan.

Gambar :2.46. weremesh



Tabel :2.22. Ukuran weremesh

M5	150 x 150 M	5,4 x 2,1 M	5.00
M6	150 x 150 M	5,4 x 2,1 M	6.00
M7	150 x 150 M	5,4 x 2,1 M	7.00
M8	150 x 150 M	5,4 x 2,1 M	8.00
M9	150 x 150 M	5,4 x 2,1 M	9.00
M10	150 x 150 M	5,4 x 2,1 M	10.0 0

Adukan yang relatif kering umumnya



dan mesin *shotcrete* pada area yang telah diberi wiremesh dan *weephole* dengan tipe *wet mix shotcrete*. Pekerjaan *shotcrete* dilakukan sampai ketebalan 100 mm. bahan campuran tambahan *shotcrete* adalah *Tamshot 80AF*. Campuran beton mutu $f_c' 21$ menggunakan takaran hasil trial mix inspeksi bersama dengan konsultan dan owner.

Gambar :2.48. shotcrete

shotcrete adalah aplikasi penyemprot beton yang ditemukan pada tahun 1910 oleh Carl Ethan Akeley (1864- 1926). *Shotcrete* atau beton semprot didefinisikan sebagai

e. **Pekerjaan soil nail grout(rockbolt)**

c. Pemasangan *weephole*

Weephole berupa pipa PVC diameter 4 (100 mm) sepanjang 400 mm yang ditanamkan pada lereng tanah lokasi pekerjaan *shotcrete* sedalam 200 mm. *weephole* dipasang dengan formasi zig-zag dengan jarak antar pipa 20 dan 100 cm antara barisnya.

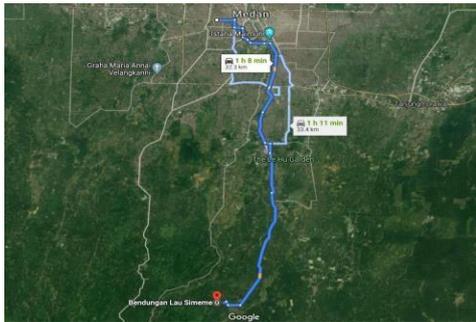
Gambar :2.47. *weephole*

d. Pekerjaan *shotcrete*

Pekerjaan *shotcrete* dilakukan dengan menggunakan *truck mixel, compressor*, kecepatan tinggi pada permukaan dinding (umumnya terowongan).

TY	WIR	WIREM	SPAM
P	E	E SH	SI
E	MES	LEMBA	M
	H	R	
	ROLL		

Setelah beton *shotcrete* mengeras,



pekerjaan pemasangan *soil nail grout* dapat dilakukan. Alat yang digunakan untuk memasang soil nail grout meliputi staging bucket dengan excavator pc 200. *Jack leg drill* dengan mata bor "2" dan mesin grouting. Pemasangan *soil nail grout* diawali dengan pekerjaan *drilling* dengan menggunakan *jack leg drill* sedalam 4 m, setelah lubang terbentuk, batang besi D25 panjang 4m (nail) dimasukkan dalam lubang dan di *grouting*. Setelah *grouting* selesai, capping dipasang pada ujung luar batang besi dengan bantuan mesin las.

Komponen penunjang yang digunakan bersama baut batuan adalah *face plate*, *wire mesh* dan *shotcrete*. Baut batuan yang digunakan adalah jenis *split set*. Selain itu, Barton et al (1980) memberikan juga informasi mengenai perhitungan panjang *rockbolt*, kebutuhan pemasangan *rockbolt* dalam satu baris serta kerapatannya

Gambar: 2.51. pemasangan *rock bolt*

3. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis mengambil lokasi atau obyek penelitiannya di



Kuala Dekah, Kecamatan Sibiru - biru, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara.

Dalam hal ini penulis mengambil suatu penelitian tentang analisa perkuatan lereng tebing pada terowongan bendungan Lau Simeme

Gambar 3.1. Lokasi Pembangunan Bendungan Lau Simeme

4. HASIL DAN PEMBAHASAN Perkuatan Lereng Tebing Pada Terowongan Lau Simeme

Perkuatan lereng tebing pada Terowongan Lau Simeme menggunakan Metode Soil Nailing Grouting. Pada dasarnya lereng tanah/ batu yang terlalu curam menjadikan lereng tersebut tidak stabil dan berpotensi untuk longsor. Untuk memastikan lereng tanah/batu yang curam tetap stabil, maka pekerjaan proteksi tambahan perlu dilakukan

Umur satu metode Lajam Grout.	Kekuatan (MPa) 0,2-0,5 0,5-1
Soil nail grout merupakan batang besi (nail) yang dimasukkan kedalam lubang bor yang	8-20 30-35

$N_t = N \tan \phi = 4,32 \text{ ton}$ (Gaya yang menahan Longsor)

$T_c = AC \times c = 438,08 \text{ ton}$ (Gaya yang menahan Longsor oleh Kohesi)

Total Gaya Tahan $T_r = N_t + T_c = 433,76 \text{ ton}$

Faktor Keamanan : $FK = T_r / T = 433,76 / 79,77$

$SF = 5,44 \text{ No, Not Safe}$

Untuk mengatasi ini dapat ditambah dengan Rock Bolt , akan tetapi masalahnya , panjang Rock Bolt yang dibutuhkan > 8 m didekat Top ROCK BOLT DIGUNAKAN UTK MENAMBAH PENGAMANAN GALIAN SHAFT .

MAKA :

Lebar Galian $L = 8,2\text{m}$
 $Tr = 3556,79\text{ton}$ $T = 654,14\text{ ton}$

Masalahnya Panjang Rock Bolt hanya

$L_{rb} = 4,00\text{ m}$, lebih pendek dari B

$= 9,12\text{ m}$

Untuk mengatasi ini maka :

1. Dibuat Drainage (Weephole $d=75\text{ mm}$) yang cukup sehingga tekanan air dapat dikurangi / dihilangkan (Diambil jarak Weephole $2\text{ m} \times 2\text{ m}$)
2. Tetap memasang Rock Bolt ($L = 4\text{ m}$) namun yang berfungsi adalah yang mencapai bidang Longsor. Jumlah Rock Bolt yang diperhitungkan adalah Rock Bolt dimana panjangnya 4.0 m (mencapai bidang Longsor),

Sementara Rock Bolt yang panjangnya 4.0 tidak sampai ke bidang longsor diharapkan tetap masih berfungsi namun tidak 100% .

Menentukan Posisi Rock Bolt (yang sampai ke Bidang Longsor)

Gambar 4.2. posisi rock bolt.

No	Ya	Yb	X	Remark	Jarak antara Rock Bolt	Kedalaman R.Bolt
1	0	16,00	9,12			
2	1	15,00	8,55	R.Bolt-1	1	1
3	2	14,00	7,98			
4	3	13,00	7,41	R.Bolt-2		
5	4	12,00	6,84		3	4
6	5	11,00	6,27	R.Bolt-3		
7	6	10,00	5,70			
8	7	9,00	5,13	R.Bolt-3	3	7
9	8	8,00	4,56			
10	9	7,00	3,99	R.Bolt-4	2	9
11	9,5	6,50	3,70			
12	10	6,00	3,42			
13	10,5	5,50	3,13	R.Bolt-5	1,5	10,5
14	11	5,00	2,85			
15	11,5	4,50	2,56			
16	12	4,00	2,28	R.Bolt-6	1,5	12
17	12,5	3,50	1,99			
18	13	3,00	1,71			
19	13,5	2,50	1,42	R.Bolt-7	1,5	13,5
20	14	2,00	1,14			
21	14,5	1,50	0,85			
22	15	1,00	0,57	R.Bolt-8	1,5	15
23	15,5	0,50	0,28			
24	16	0,00	0,00	Bottom	1	16

				T_{Total}	16
B	=	9,12	m		

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan kekuatan tebing dengan metode soil nailing grout disimpulkan bahwa kedalaman lubang bor untuk rock bolt 4 m, dengan diameter lubang 25 mm, daya dukung 1 rock bolt sebesar = 19.635 kg.
2. Berdasarkan hasil perhitungan rock bolt 1 pcrb = 20 rock bolt, factor keamanan (*Safety Factor*) = FK = 6,04 Ok , $F_s > 1,3$.

a. Saran

1. Hasil penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi masukan yang berguna dalam proses pengambilan keputusan untuk kepentingan penanggulangan potensi terjadinya longsor pada tebing terowongan bendungan Lau Simeme.
2. perkuatan tebing pada terowongan bendungan Lau Simeme dengan metode soil nailing grout dapat dilakukan pengawasan dan perawatan dengan baik.
3. Penelitian mengenai analisa kekuatan lereng tebing pada terowongan Bendungan Lau Simeme diharapkan menggunakan data yang lebih terbaru agar

penanggulangan potensi kelongsoran pada tebing yang menjadi penelitian dapat sesuai kenyataan dimasa sekarang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Sawolo, N, Sutriyono, E, Istadi , B.P. Darmoyo. A,B. (2009) *The LUSI mud Volcano triggering controversy. Was it caused by drilling ?marine and petroleum geology*, 26, pp, 1766-1784.
- Das, Braja M, Endah, Noor, Mochtar, Indrasurya B, mekanika tanah (prinsip - prinsip rekayasa Geoteknis) jilid 1, 1995, Erlangga, Jakarta.
- Bieniawsky, Z. T., 1989. *Engineering Rock Mass Clasification Mining and Mineral Resources Research Institute.Pennsylvania State University*.
- Ardi, D., 2018. Analisis Kestabilan Lereng Desain Akhir Tahun 2018 Di Pit Centralutupan Pt. Adaro Indonesia kecamatan Tanjung Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan.Jurnal.Bogor : Fakultas Teknik Geologi Universitas Pakuan.
- Hardiyatmo, H.C., 2002. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah MadaUniversity Press
- Imawan I.A., 2018. Analisis Stabilitas Lereng dan Deformasi bagian Portal Twin Tunnels pada Pembangunan Terowongan Nanjung Jawa Barat.Skripsi. Yogyakarta: Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan UGM.
- Pratama, A.N. 2015.Analisis Stabilitas Lereng Dengan Metode *Rock*

Mass Rating (RMR) dan Limit Equilibrium Method (LEM) Pada Penambangan Terbuka (Open Pit Mining) Batubara di Kecamatan Damai Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur. Yogyakarta: Tesis. Teknik Geologi UGM.

Ananto Wibowo, 2019, Evaluasi Kondisi Geologi Teknik Dan Analisis Kestabilan Ekskavasi Terowongan Air Nanjung Provinsi Jawa Barat, Teknik Geologi, Ugm Yogyakarta.