



Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Analisis Stabilitas *Slope Protection* Terowongan Pengelak Bendungan Tigadihaji

L. Hakim ^{a,*}, A.D. Rahardjo ^b, dan Z. Hulwani ^b

^a BBWS VIII, Jl. Soekarno Hatta No.869, Talang Klp., Kec. Alang-Alang Lebar, Kota Palembang, Sumatera Selatan

^b PT. Virama Karya (Persero) Jl. Hangtuah Raya No 26, Jakarta Selatan 12120

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima 30 Agustus 2021

Direvisi 18 November 2021

Diterbitkan 24 Desember 2021

Kata kunci:

Stabilitas Lereng

Slope Protection

Strength Factor (SF)

Metode Numerik

Displacement

Pekerjaan konstruksi pada area terowongan pengelak ini harus sangat diperhatikan. *Slope* di sekitar *inlet* maupun *outlet* terowongan pengelak perlu diperhatikan stabilitasnya. Hal ini dikarenakan batuan penyusun terdiri dari Tuff (QT), Perselingan batupasir, batulempung, dan batulanau (TLP), sangat cepat terjadi penurunan kuat tekan pada batuan terutama pada material Tuff. Dengan menganalisis stabilitas *slope* kita dapat mengetahui *strength factor* (SF), *total displacement* paling besar di area *slope inlet* dan *outlet* terowongan pengelak, dan *slope protection* yang sesuai di area terowongan pengelak. Analisis menggunakan metode elemen hingga (*finite element method*). Berdasarkan hasil analisis pemodelan numerik *slope protection* pada *outlet* terowongan pengelak, menggunakan *Wiremesh + Shotcrete* 10 cm + *Rockbolt* panjang 4 m spasi 2.5 m pada kondisi statik nilai SRF ≥ 1.5 dan pada kondisi dinamik nilai SRF ≥ 1.1 . Dari hasil pemodelan numerik *slope protection* pada *inlet* terowongan pengelak, dengan menggunakan *Wiremesh + Shotcrete* 10 cm) pada kondisi statik nilai SRF ≥ 1.5 dan pada kondisi dinamik nilai SRF ≥ 1.1 .

1. Pendahuluan

Bendungan Tigadihaji terletak di Desa Sukabumi, Kecamatan Tigadihaji, Kabupaten Ogan Komering Ulu (OKU) Selatan, Provinsi Sumatera Selatan. Berada pada posisi : 4° 37' 44.154"LS : 103° 52' 36.748" BT dengan ketinggian lokasi antara 210,00 m sampai dengan 350,00 meter diatas permukaan laut. Rencana lokasi bendungan Tigadihaji tersebut berada dalam SWS Musi Banyuasin. (Winarno, 2019)

Bendungan Tigadihaji memiliki bangunan pelengkap berupa saluran pelimpah (*spillway*), terowongan pengambilan (*intake tunnel*), dan terowongan pengelak (*diversion tunnel*) untuk menunjang pekerjaan bendungan. (Simatupang, 2020)

Terowongan pengelak akan digunakan untuk mengelakkan air dari Sungai Silabang sebelum pekerjaan bendungan selesai dikerjakan. Dan juga selain untuk mengelakkan sungai,

terowongan pengelak ini nantinya akan digunakan untuk *emergency release* saat banjir di area waduk.

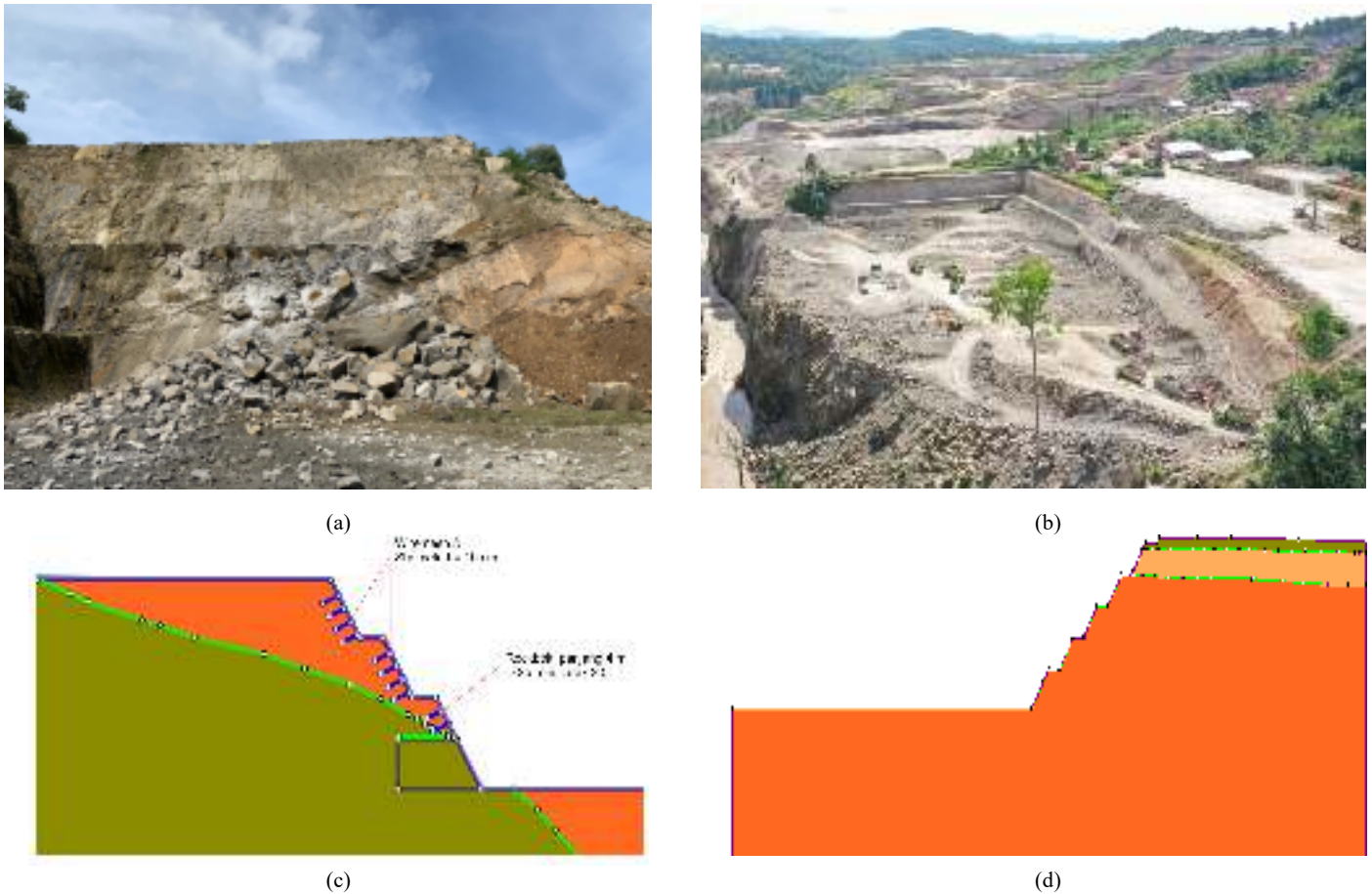
Pekerjaan konstruksi pada area terowongan pengelak ini harus sangat diperhatikan. *Slope* di sekitar inlet maupun outlet terowongan pengelak perlu diperhatikan stabilitasnya. Hal ini dikarenakan batuan penyusun terdiri dari Tuff (QT), Perselingan batupasir, batulempung, dan batulanau (TLP), sangat cepat terjadi penurunan kuat tekan pada batuan terutama pada material Tuff. (Hamdani, 2015)

Dengan menganalisis stabilitas *slope* kita dapat mengetahui *strength factor* (SF), *total displacement* paling besar di area *slope inlet* dan *outlet* terowongan pengelak, dan *slope protection* yang sesuai di area terowongan pengelak.

Pemasangan proteksi pada lereng terowongan pengelak diharapkan dapat memperkuat lereng pada area *inlet* maupun pada *outlet* terowongan pengelak.

*Penulis Korespondensi

E-mail: lukmanh_07@yahoo.com(Lukman Hakim)



Gambar 1. (a) Kondisi Aktual Outlet *Diversion Tunnel* di Lapangan, (b) Kondisi Aktual Inlet *Diversion Tunnel* di Lapangan, (c) Data Penampang dan Litologi 2D Penampang Long Section Search As Outlet Terowongan Pengelak, dan (d) Data Penampang dan Litologi 2D Penampang Long Section Search As Inlet Terowongan Pengelak

Tabel 1. Data Material Properties Outlet Terowongan Pengelak (atas), dan Data Material Properties Inlet Terowongan Pengelak (bawah)

Parameter Batuan Rockmass Outlet Pengelak							
Material	Density (ρ_{nat}) (MN/m ³)	Density (ρ_{sat}) (MN/m ³)	Kuat Tarik (σ_{tm}) (MPa)	Modulus Young (E_m) (MPa)	Poisson Ratio (ν)	Cohesion (Cm) (MPa)	Friction Angle (ϕ_m) (°)
Batupasir Tufaan Lapuk Sedang	0,021	0,022	3,372	110,65	0,25	0,33	51,90
Batu Lempung Lapuk Sedang (Batupasir Tersier)	0,024	0,024	1,167	55,10	0,25	0,11	26,11

Parameter Rock Mass Inlet Pengelak										
Material	Density Nat (ρ_{nat}) (gr/cm ³)	Density Nat (ρ_{nat}) (MN/m ³)	Density Sat (ρ_{sat}) (gr/cm ³)	Density Sat (ρ_{sat}) (MN/m ³)	Kuat Tekan (σ_{ci}) (MPa)	Modulus Young (E_m) (MPa)	Poisson Ratio (ν)	Cohesion, Cm (MPa)	Friction Angle (ϕ_m) (°)	Kuat Tarik (σ_{tm}) (MPa)
Pasir Lempungan	1340	0,013	-	-	0,2	6	0,3	0,07	15,00	-
Batupasir Tufaan (DIV01) Inlet Diversion Lapuk Tinggi	2230	0,022	2317	0,023	13,095	240,141	0,25	0,33	47,22	0,63
Batupasir Tufaan (DIV01) Inlet Diversion Lapuk Sedang	2161	0,021	2272	0,022	30,305	1186,06	0,25	0,49	53,02	1,46

2. Metodologi

2.1 Pengumpulan Data Penampang dan Laboratorium

Pengumpulan data dilakukan untuk parameter input saat pemodelan numerik. Data yang diperlukan berupa (1) data penampang pada area inlet dan outlet terowongan pengelak dapat dilihat pada Gambar 1.; (2) data laboratorium berupa nilai kohesi, density, sudut geser dalam, modulus young, UCS, dan poisson ratio; (3) data klasifikasi massa batuan berupa RMR dan GSI; dan (4) data karakteristik penyangga yang akan digunakan. Data material properties area terowongan pengelak dapat dilihat pada Tabel 1.

2.2 Pengolahan Data dan Metode Numerik

Pengolahan data dilakukan untuk menghitung material properties berdasarkan data laboratorium dan data klasifikasi massa batuan. Setelah didapatkan material properties selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode numerik. Pada analisis stabilitas slope dilakukan menggunakan metode numerik berupa *finite element method* (FEM). (Sahfitri, 2021)

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Analisis hasil Stabilitas Slope

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan FEM, didapatkan nilai SF dan total displacement pada area inlet dan outlet terowongan pengelak Bendungan Tigadihaji dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil SRF dan Total Displacement Pemodelan Numerik Long Section Searah As Outlet Terowongan Pengelak

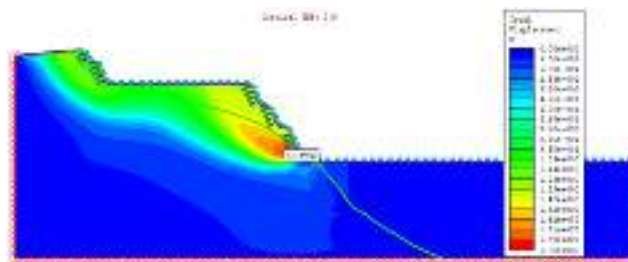
No.	Tahap Pemodelan Numerik Long Section Outlet Pengelak	Strength Factor (SF)		Total Displacement (m)	
		Statis	Dinamis	Statis	Dinamis
1	Unsupported	1,82	1,13	0,635	0,202
2	(Wiremesh + Shotcrete)	2,25	1,21	4,34	0,382
3	Shotcrete+Rockbolt 3 m)	2,83	1,31	1,98	0,778
4	(Wiremesh + Shotcrete+Rockbolt 4 m)	2,90	1,46	1,77	2,44

Tabel 3. Hasil SRF dan Total Displacement Pemodelan Numerik Long Section Searah As Inlet Terowongan Pengelak

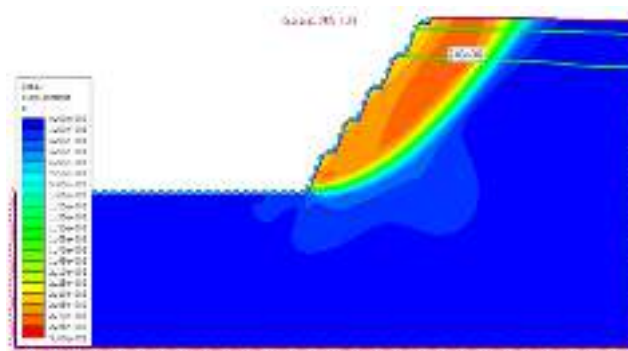
No.	Tahap Pemodelan Numerik Long Section Inlet Pengelak	Strength Factor (SF)		Total Displacement (m)	
		Stat is	Dinamis	Statis	Dinamis
1	Unsupported	4,38	2,94	0,0276	0,0292
2	(Wiremesh + Shotcrete)	4,54	3,01	0,0280	0,0302
3	Shotcrete+Rockbolt 3 m)	4,62	3,06	0,0292	0,0345
4	(Wiremesh + Shotcrete+Rockbolt 4 m)	4,64	3,07	0,0246	0,0348

3.2 Hasil Gambar Metode Numerik

Dari hasil analisis menggunakan metode numerik dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Hasil Pengolahan Menggunakan FEM pada Area Outlet Terowongan Pengelak (Wiremesh + Shotcrete+Rockbolt 4 m) Kondisi Statis



Gambar 3. Hasil Pengolahan Menggunakan FEM pada Area Inlet Terowongan Pengelak (Wiremesh + Shotcrete) Kondisi Statis

4. Kesimpulan

Dari hasil pemodelan numerik *slope protection* pada outlet terowongan pengelak, dapat dilihat pada Tabel 2 dengan menggunakan (Wiremesh + Shotcrete 10 cm) + Rockbolt panjang 4 m spasi 2.5 m pada kondisi statik nilai SRF ≥ 1.5 dan pada kondisi dinamik nilai SRF ≥ 1.1 .

Dari hasil pemodelan numerik *slope protection* pada inlet terowongan pengelak, dapat dilihat pada Tabel 3 dengan menggunakan (Wiremesh + Shotcrete 10 cm) pada kondisi statik nilai SRF ≥ 1.5 dan pada kondisi dinamik nilai SRF ≥ 1.1 . Penggunaan Supported (Wiremesh + Shotcrete 10 cm) untuk mencegah terjadinya *slaking* pada batuan.

Daftar pustaka

Hamdani, Ahmad Helman, and Faizal Muhamadsyah. "STRATIGRAFI BATUAN DAERAH SELAJAMBE DAN SEKITARNYA, KECAMATAN SELAJAMBE, KABUPATEN KUNINGAN PROPINSI JAWA BARAT." Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY 13.1 (2015).
 Sahfitri, Putri Indah. "FINITE ELEMENT ANALYSIS PADA DINDING PENAHAN TANAH SIMPANG UNDERPASS UNIVERSITAS LAMPUNG." Teknosia 15.1 (2021): 7-15.
 Simatupang, Selyn Angelyca, Benyamin Tanan, and Melly Lukman. "Tinjauan Perencanaan Terowongan Pengelak Bendungan Karalloe di Kabupaten Gowa." Paulus Civil Engineering Journal 2.1 (2020): 63-69.
 Winarno, Pudjo. Nilai tambah lingkungan pembangunan bendungan tiga dihaji, kecamatan tiga dihaji, kabupaten ogan komering ulu (oku) selatan. Diss. UNS (Sebelas Maret University), 2019.