

## Studi Kasus : Karakteristik Batuan Area *Break Through* Terowongan Pengelak, Bendungan Ladongi

Bambang Hambar Eko Prasetyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : bamshep24@gmail.com

### ABSTRAK

Karakteristik batuan sekis mika di terowongan pengelak pada zona *break through* tersusun oleh urat-urat kuarsit yang telah mengalami hancuran menjadi material lempung (*clay-filling*) serta tersusun kekar terbuka (*open joint*). Adanya rembesan air pada atap terowongan pun menjadi faktor pemicu keruntuhan saat penggalian penembusan terowongan pengelak. Fokus penelitian pada area *break through* Sta 0+167,70 hingga Sta 0+176,70 terowongan pengelak Bendungan Ladongi, sekitar panjang 9 meter. Terowongan pengelak bertapak pada Formasi Mekongga (Pzm) dengan susunan utama adalah batuan sekis mika. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik batuan di area *break through* menggunakan metode pore boring dan RMR. Hasil penelitian bahwa area *break through* tersusun oleh dua kelas batuan secara geologi teknik yaitu CL-CM dan CH. Kelas batuan CH di bagian *bottom* dan *crown* galian terowongan, sementara bagian tengah disusun oleh kelas CL-CM dan setempat di puncak terowongan. Dari hasil penelitian ini dapat dilakukan penilaian karakteristik material batuan penyusun area *break through*.

Kata kunci: Sekis Mika, *Break Through*, RMR, Bendungan Ladongi, *Pore Boring*

### ABSTRACT

The characteristic of mica schist rock in the diversion tunnel in the break through zone are composed of quartzite veins that have been crushed into clay-filling material and are arranged in open joints. The presence of water seepage on the roof of the tunnel is also a factor that triggers the collapse during excavation of the evasive tunnel penetration. The focus of the research is on the break through area of Sta 0+167,70 to Sta 0+176,70 of the diversion tunnel Ladongi Dam, about 9 meters long. The diversion tunnel is located in the Mekongga Formation (Pzm) with the main composition being mica schist rock. The purpose of this study was to determine the rock characteristics in the break through area using pore boring and RMR method. The result showed that the break through area is composed of two classes of rock in engineering geology, namely CL-CM and CH. The rock class is CH at the bottom and crown of the tunnel excavation, while the middle is composed by the CL-CM class and locally at the top of the tunnel. From the result of this study, it is possible to assess the characteristics of the rock material making up the break through area.

Keyword : Mica Schist, *Break Through*, RMR, Ladongi Dam, *Pore Boring*

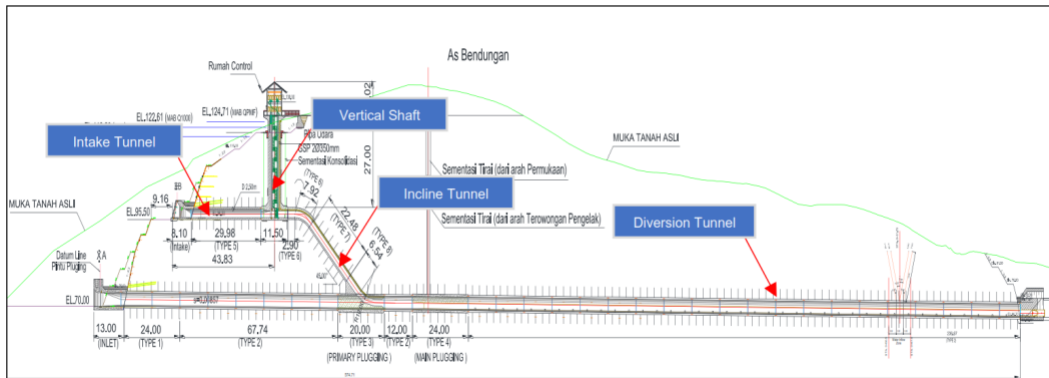
### 1. PENDAHULUAN

Bendungan merupakan suatu bangunan untuk menahan air guna keperluan tertentu seperti keperluan irigasi, sumber air baku, tenaga listrik dan area wisata. Fungsi bendungan itu akan tercapai jika konstruksi bendungan telah diselesaikan. Bendungan yang telah menyelesaikan konstruksinya dari tahun 2016 hingga 2021 memiliki beberapa bangunan utama dan pelengkap diantaranya bendungan utama, bangunan pelimpah, bangunan pengelak dan bangunan fasilitas. Keseluruhan bangunan tersebut perlu untuk bertumpu pada batuan pondasi yang baik serta dilakukan identifikasi hingga penanganan terhadap permasalahan yang dijumpai di lokasi proyek. Hal ini dimaksudkan agar menjamin struktur sipil bertumpu pada batuan yang kuat menahan beban bangunan di atasnya.

Namun pada kenyataannya dijumpai cacat (*defect*) pada batuan pondasi di semua area pekerjaan Bendungan Ladongi meliputi kekar, rekahan, zona lemah dan bidang struktur geologi lainnya yang dapat menurunkan kualitas massa batuan, yang dapat diidentifikasi melalui RMR. Salah satu area fokus peninjauan adalah terowongan pengelak di Bendungan Ladongi, yang memiliki panjang 389,50 m dan diameter 4 m.

Lokasi terowongan pengelak ini menjadi area kerja yang beresiko tinggi mengingat berada dibawah permukaan tanah dengan keterbatasan area kerja (*confined space*) memerlukan analisa geologi dan geologi teknik yang kuat untuk keamanan muka terowongan terhadap bahaya longsor dan sebagainya. Oleh karena

itu, perlu ditinjau khusus pada area *break through* (penembusan terowongan) terkait zonasi karakteristik massa batuan secara geologi teknik menggunakan klasifikasi tingkat pelapukan dan RMR.



Gambar 1. Potongan melintang terowongan pengelak Bendungan Ladongi

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan beberapa tahapan antara lain studi meja, pengambilan data primer dan pengolahan data.

### 2.1 Studi Meja

Peninjauan geologi regional dari Peta Geologi Regional Lembar Kolaka (Simandjuntak, dkk, 1993) dan geologi lokal Bendungan Ladongi berdasarkan studi sebelumnya dari konsultan perencanaan bendungan terkait kondisi geologi dan geologi teknik secara umum yang menyusun di lokasi Bendungan Ladongi.

### 2.2 Pengambilan & Pengolahan Data

Objek pengambilan data primer difokuskan pada lokasi *break through* di Sta 0+167,70 hingga Sta 0+176,70 melalui metode deskriptif hasil *pore boring*. Kemudian dilakukan deskripsi karakteristik geologi teknik *cutting pore boring* untuk memperoleh estimasi nilai RMR.

#### a. Metode Pore Boring

Metode ini merupakan sebuah metode dalam pembuatan lubang terhadap *face* terowongan secara relatif lateral dengan panjang dan kemiringan tertentu guna mengidentifikasi karakteristik massa batuan didepannya. *Pore Boring* dilakukan dengan alat bor jenis CRD (*Crawler Rock Drill*) melalui pencatatan *cutting* bor serta durasi pemboran. Setelahnya dilakukan interpretasi karakteristik/kelas batumannya.



Gambar 2. Alat Bor Jenis *Crawler Rock Drill* (CRD)

**b. Rock Mass Rating**

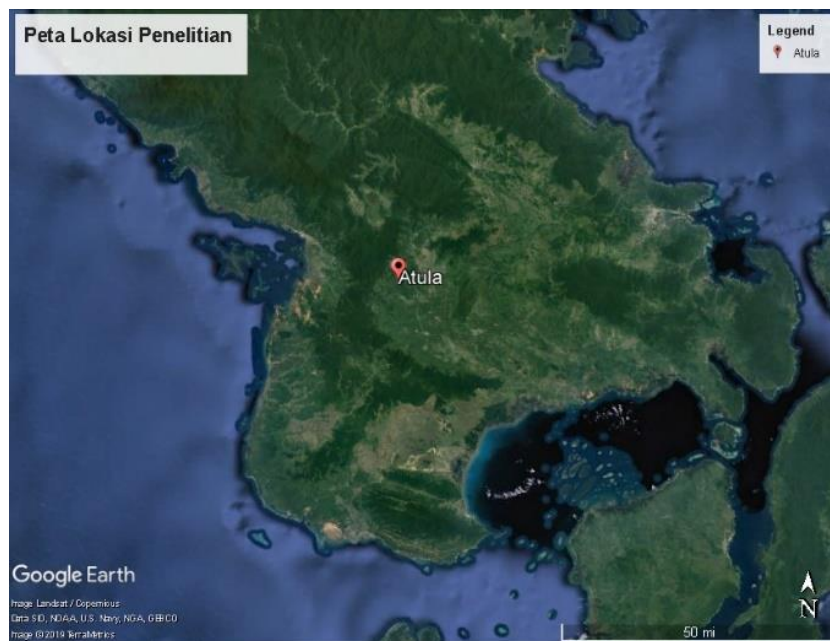
Klasifikasi geomekanik atau yang sering disebut *Rock Mass Rating* (RMR) menurut Bieniawski (1979) terdapat lima (5) parameter dalam pengklasifikasiannya, yaitu:

1. *Uniaxial Compressive Strength*
2. *Rock Quality Designation*
3. *Spacing of Discontinuities*
4. *Condition of Discontinuities*
5. *Groundwater Conditions*

### 3. HASIL DAN ANALISIS

#### 3.1 Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi Bendungan Ladongi berada di Kelurahan Atula, Kecamatan Ladongi, Kabupaten Kolaka Timur, Provinsi Sulawesi Tenggara. Jarak tempuh dari Kota Kendari hingga ke lokasi Proyek  $\pm$  121 km dan lama perjalanan darat  $\pm$  3,0 jam.

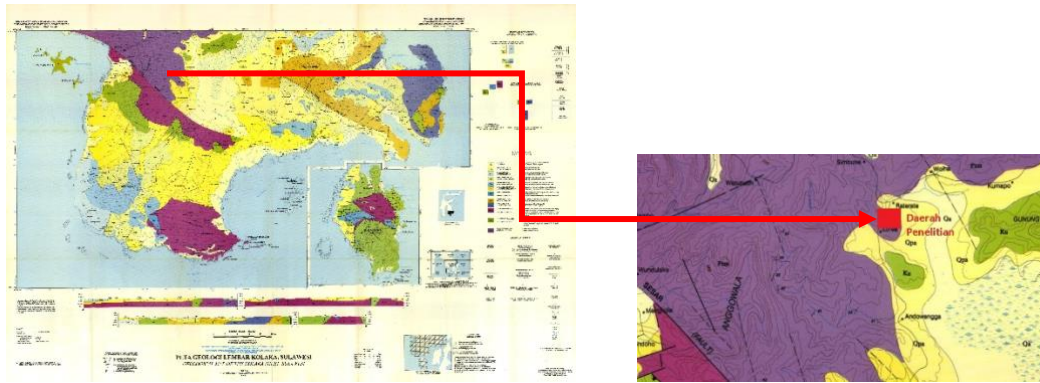


Gambar 3. Peta lokasi Bendungan Ladongi

Secara spesifik, lokasi tinjauan penelitian berada di terowongan pengelak di zona *break through*, tepatnya di Sta 0+167,70 hingga Sta 0+176,70. Area tinjauan ini memiliki panjang kurang lebih 9 m dengan kondisi akan dilakukan penembusan galian terowongan.

#### 3.2 Geologi Regional Bendungan Ladongi

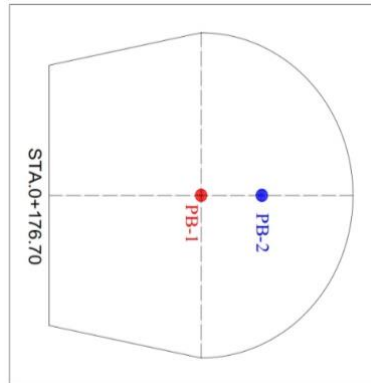
Bendungan Ladongi merupakan bendungan yang bertumpu pada Formasi Batuan metamorf berumur Paleozoikum (Pzm) yang tersusun oleh sekis, gneiss, dan kuarsit. Batuan ini berumur karbon, kurang lebih 358,9 juta hingga 298,9 juta tahun yang lalu. Secara tatanan geologi struktur di lokasi Bendungan Ladongi terdekat dengan Sesar Kolaka yang berjarak  $\pm$  15 km (Simandjuntak. dkk, 1993). Sesar tersebut memanjang dari barat Teluk Bone hingga ujung selatan Lengan Tenggara Sulawesi sepanjang 250 km serta pergerakan relatif mengiri.



Gambar 4. Peta geologi regional lembar Kolaka (Simandjuntak, dkk, 1993)

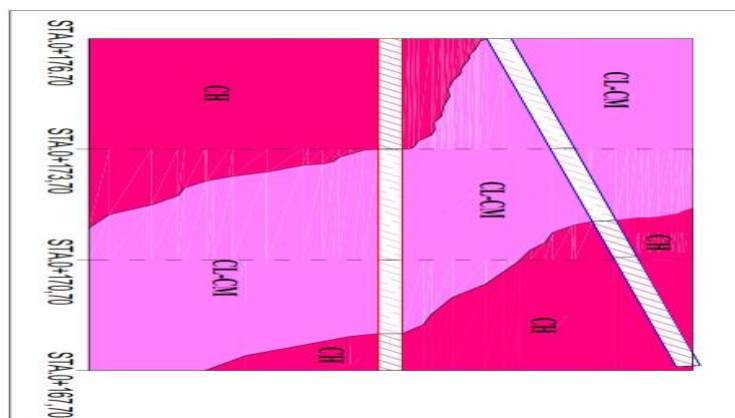
**3.3 Identifikasi Massa Batuan**

Dalam pelaksanaannya proses identifikasi batuan di terowongan pada zona *break through* mulai dari Sta. 0+167,70 – Sta. 0+176,70 sepanjang ± 9 m. Terdapat dua (2) titik *pore boring* untuk proses identifikasi karakteristik massa batuan didepannya yakni lubang PB-01 (panjang 9 m, kemiringan 0°) dan PB-02 (panjang 6 m, kemiringan 15°). Titik *pore boring* tersebut berfokus pada area *centerline* hingga *crown* terowongan yang menjadi zona potensi keruntuhan batuan.



Gambar 5. Face Tunnel posisi titik *pore boring*

Hasil *pore boring* menunjukkan bahwa sepanjang area *break through* terowongan pengelak pada Sta. 0+167,70 – Sta. 0+176,70 karakteristik batuan relatif lunak, rapuh dan tidak masif untuk bagian tengah (ungu muda), sedangkan bagian ujung depan serta belakang dari lubang karakteristik batumannya cenderung masif dan kompak (ungu tua). Kondisi sedemikian akan menjadi fatal jika dilakukan penggalian secara normal pada zona *break through* tanpa mengkonsolidasi batuan yang rapuh pada bagian tengah dan sekitarnya. Maka dari itu perlu dilakukan penilaian karakteristik massa batuan di lokasi tersebut.



Gambar 6. Penampang karakteristik massa batuan hasil *pore boring*

Batuan di dalam terowongan pengelak terutama pada area *break through* Sta. 0+167,70 – Sta. 0+176,70 memiliki litologi sekis mika dengan warna hitam yang secara visual terlihat kilap mika seperti kaca. Isian kuarsit masif dan hancur hadir pada beberapa bagian dalam foliasinya. Foliasi metamorf yang sangat rapat ( $< 6$  cm), namun pada area kekar yang terbuka maupun terisi kuarsit/lempung memiliki panjang berkisar 1-3 m, bukaan (*aperture*)  $> 5$  cm. Batuan sekis mika ini relatif halus permukaannya (*smooth*), isian kekar didominasi oleh mineral kuarsit keras/masif dan ditemukan berbentuk *granule* (butiran) serta lempung setempat. Secara umum, batuan mengalami sedikit pelapukan dan terdapat kemunculan rembesan air pada puncak terowongan (*crest tunnel*)  $< 10$  L/menit.



Gambar 7. Kondisi batuan *face Tunnel* lokasi *pore boring*

Tabel 1. Nilai RMR batuan sekis mika

ROCK MASS RATING SEBELUM GROUTING				
NO	PARAMETERS	UNIT	VALUE	RMR RATING
1	Strength of Intact Rock	Mpa	1 - 5	1
2	Rock Quality Designation	%	$< 25\%$	3
3	Spacing of Discontinuity	m	$< 0,06$	5
4	Condition of Discontinuity			
	a. Discontinuity Length	m	1 - 3	4
	b. Separation / Aperture	mm	$> 5$	0
	c. Roughness of Discontinuity Surface	-	Slightly Roughness	1
	d. Infillings / Gouge	mm	Hard Filling $> 5$ mm	2
	e. Weathering Discontinuity Surface	-	Slightly Weathered	5
5	Groundwater Condition	L/min	0	10
<b>TOTAL RMR RATING</b>				<b>31</b>

Dengan deskripsi dan pengambilan data lapangan sebagai data awal memberikan nilai RMR yaitu 31 sehingga dapat dikategorikan kelas massa batuan IV yang termasuk buruk. Jika kondisi ini diteruskan maka akan terjadi keruntuhan saat proses *break through* (penembusan terowongan).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain :

1. Kondisi batuan sepanjang zona *break through* kurang stabil sehingga rawan terjadi keruntuhan terutama pada kelas batuan CL-CM yang karakteristiknya rapuh serta tidak kompak.
2. Nilai RMR batuan sekis mika yaitu 31 termasuk kategori tipe IV atau massa batuan yang buruk.
3. Penanganan awal perlu dilakukan perkuatan pada bagian puncak terowongan menggunakan sistem penyangga maupun sistem injeksi sementasi.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih diucapkan kepada BWS Sulawesi IV Kendari atas ijin data primer konstruksi Terowongan Pengelak Bendungan Ladongi untuk dijadikan tulisan yang dapat bermanfaat buat masyarakat pada umumnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdi, dkk. 2018. Investigasi Anatomi Tubuh Longsor dan Kondisi Batuan Terowongan Pengelak pada Proyek Bendungan Ladongi, Kolaka Timur, Sulawesi Tenggara. Seminar Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan: Batam
- [2]. Astawa, Rai Made., dkk. 2014. Mekanika Batuan. ITB: Bandung
- [3]. Bieniawski, Z.T. 1989. Engineering Rock Mass Classification. John Wiley & Sons: Canada
- [4]. Pangesti, Dyah Rahayu. 2005. Pedoman Grouting Untuk Bendungan. Direktur Sungai Rawa Waduk Kementerian PUPR: Jakarta
- [5]. Prasetyo, dkk. 2019. Analisis Stabilitas dan Probabilitas Keruntuhan Lereng Saluran Pengarah Bendungan Ladongi, Kolaka Timur, Sulawesi Tenggara. Seminar Nasional Kebumihan Ke-12 Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- [6]. Simandjuntak, dkk. 1993. Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung
- [7]. Singh, Bhawani & Goel, R, K. 2011. Engineering Rock Mass Classification. Elsevier: London
- [8]. Surono. 2013. Geologi Lengan Tenggara Sulawesi. Badan Geologi: Bandung