

ANALISA BATUAN ANDESIT SEBAGAI PONDASI GEOLOGI BENDUNGAN TAPIN

Muhammad Amril Asy'ari*¹, Sofwan Hadi², Selo Bhuwono Kahar³, Amir Rahman Radiani⁴, Maharto Kristyiono⁵,
Rachmat Hidayatullah⁶

^{1,2,6}Program Studi Teknik Pertambangan, Politeknik Negeri Banjarmasin, Indonesia

^{3,4,5}Balai Wilayah Sungai Kalimantan III

e-mail: *1m.amril18arie@gmail.com (corresponding author)

Abstrak

Kabupaten Tapin dengan ibukotanya Rantau merupakan salah satu wilayah kabupaten di Propinsi Kalimantan Selatan yang lahan pertaniannya tergolong cukup potensial. Oleh karena itu guna menjamin tersedianya air untuk berbagai keperluan tersebut, terutama dalam mengatasi masalah rawan ketersediaan air dan sebagai faktor pendukung pertumbuhan ekonomi wilayah Kabupaten Tapin, maka disusun rencana pengembangan dan pemanfaatan sungai Tapin dengan membangun Bendungan. Peranan geologi dalam pembangunan waduk/bendungan sangatlah dibutuhkan, terutama dalam membantu pembangunan fisik bangunan. Peranan geologi dijalankan dengan melakukan pemetaan batuan pada daerah – daerah bendungan. Dari hasil pemetaan, dapat diberikan saran untuk kelancaran pekerjaan bangunan bendungan. Maksud dari penyelidikan geologi adalah untuk mengetahui aspek-aspek litologi (susunan) batuan, sifat fisik dan teknis dari tanah dan batuan pondasi bendungan yang akan dipergunakan untuk perencanaan teknis bendungan. Penyelidikan geologi yang telah dilakukan dengan metode pengamatan langsung dilapangan meliputi pengamatan kondisi tanah dan batuan pada bagian permukaan dan pengamatan kondisi batuan bagian bawah permukaan dengan mengamati batuan dari hasil pemboran coring batuan, kemudian dilakukan analisa uji kuat tekan batuan. Dari hasil uji kuat tekan batuan kemudian dimasukkan kedalam parameter Rock Mass Rating dan dilanjutkan ke analisa Kelas massa batuan menurut bobot total. Berdasarkan hasil analisa kondisi batuan pada area Bendungan Tapin masuk kategori Batu Baik.

Kata kunci— Bendungan, Geologi, Batuan Andesit

Abstract

Tapin Regency, with Rantau as its capital, is one of the regencies in South Kalimantan Province where agricultural land has considerable potential. Therefore, in order to ensure the availability of water for various purposes, especially in overcoming the problem of vulnerable water availability and as a supporting factor for the economic growth of the Tapin Regency area, a plan was prepared for the development and utilization of the Tapin River by building a Dam. The role of geology in the construction of reservoirs/dams is needed, especially in assisting in the physical construction of buildings. The role of geology is carried out by mapping rocks in the dam area. From the mapping results, advice can be given for the smooth running of the dam building work. The purpose of the geological investigation is to determine the lithological aspects (arrangement) of rocks, physical and technical properties of soil and dam foundation rocks that will be used for the technical planning of the dam. Geological investigations that have been carried out by direct observation methods in the field include observing soil and rock conditions on the surface and observing subsurface rock conditions by observing rocks from rock coring drilling results, then analyzing rock compressive strength tests. From the results of the rock compressive strength test, it is then entered into the Rock Mass Rating parameter and continued to analyze the rock mass class according to the total weight. Based on the results of the analysis, the rock conditions in the Tapin Dam area are categorized as Good Rock.

Keywords— Dam, geologist, andesit rock

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Tapin dengan ibukotanya Rantau merupakan salah satu wilayah kabupaten di Propinsi Kalimantan Selatan yang lahan pertaniannya tergolong cukup potensial. Namun karena belum dimanfaatkannya potensi sumber daya air dan minimnya prasarana irigasi di Kabupaten tersebut, mengakibatkan lahan persawahan yang seharusnya dapat ditanami dua atau tiga kali dalam satu tahun, hanya bisa ditanami waktu musim hujan saja. Oleh karena itu guna menjamin tersedianya air untuk berbagai keperluan tersebut, terutama dalam mengatasi masalah rawan ketersediaan air dan sebagai faktor pendukung pertumbuhan ekonomi wilayah Kabupaten Tapin, maka disusun rencana pengembangan dan pemanfaatan sungai Tapin dengan membangun Bendungan. Tujuan dari penyelidikan adalah :

- Untuk mengetahui susunan batuan di permukaan maupun di bawah permukaan secara vertikal maupun horizontal
- Untuk mengetahui sifat fisik dan teknis dari tanah dan batuan
- Memberikan rekomendasi teknis perbaikan pondasi dan kondisi teknis lainnya.

Bendungan Tapin yang terletak di Desa Pipitak Jaya, Kecamatan Piani, Kabupaten Tapin. Bendungan Tapin terletak di sungai Tapin Desa Pipitak Jaya, Kecamatan Piani, Kabupaten Tapin. Posisi astronomis bendungan Tapin terletak pada 20°56'23,98" LS — 115°20'7,76" BT. Satuan morfologi Sungai Tapin ini mempunyai sudut kemiringan antara 450 sampai 600 dengan ketinggian elevasi sekitar 180 m di atas muka laut. Sedangkan lembah atau alur Sungai tapin mempunyai lebar lembah sekitar 30 sampai 40 m dengan ketinggian 90 m diatas muka laut.



Gambar 1. Lokasi Bendungan Tapin

II. METODE PENELITIAN

Kondisi geologi batuan pada suatu daerah sangat mempengaruhi struktur bangunan, semakin keras dan massif kondisi pondasi batuan, maka akan mempermudah konstruksi suatu bangunan yang ada di bagian atasnya. Konstruksi bendungan memerlukan pondasi batuan yang kokoh untuk mendukung beban dari timbunan bendungan tersebut. Untuk memastikan hal tersebut maka dilakukan penyelidikan dengan cara pengamatan secara keseluruhan baik dari bagian permukaan maupun bagian bawah permukaan terhadap kondisi batuan di area bendungan.

Metode yang dilakukan untuk dapat mendapatkan tujuan di atas adalah dengan cara melakukan pemetaan kondisi batuan pada bagian permukaan. Diawal kegiatan penyelidikan dilakukan pada bagian permukaan dengan pengamatan sampel-sampel tanah dan batuan. Lokasi-lokasi keterdapatn sebaran tanah dan batuan di petakan berdasarkan posisi dan elevasinya. Pemetaan tanah dan batuan bagian permukaan ini dipetakan sebelum dilakukan penggalian atau pembongkaran lapisan-lapisan yang dianggap tidak layak sebagai pondasi tapak bendungan. Sebelum dilakukan penggalian, elevasi bagian permukaan dilakukan pengukuran untuk mendapatkan volume galian yang telah dibongkar.

Adapun peralatan yang digunakan untuk melakukan penyelidikan ini berupa palu geologi, GPS (Global Positioning System), kamera, dan kompas geologi. Untuk analisa sampel batuan menggunakan alat kuat tekan batuan yang dilakukan di Laboratorium.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan konstruksi Bendungan Tapin terbagi menjadi beberapa lokasi. Adapun lokasi-lokasi tersebut terdiri dari area Maindam, area Pelimpah (*Spillway*), area Saddledam dan area Terowongan (*Tunnel*).

III. 1. Geologi Pada Tubuh Bendungan (Maindam)

Pada area inti Maindam terbagi menjadi 2 area, area Maindam kiri dan Area maindam Kanan, dimana antara kedua area tersebut memiliki kondisi karakteristik geologi yang berbeda antara lokasi maindam kiri dan lokasi maindam kanan. Perbedaan

tersebut cukup signifikan dengan kenampakan batuan yang ada pada bagian atas atau bagian luar permukaan

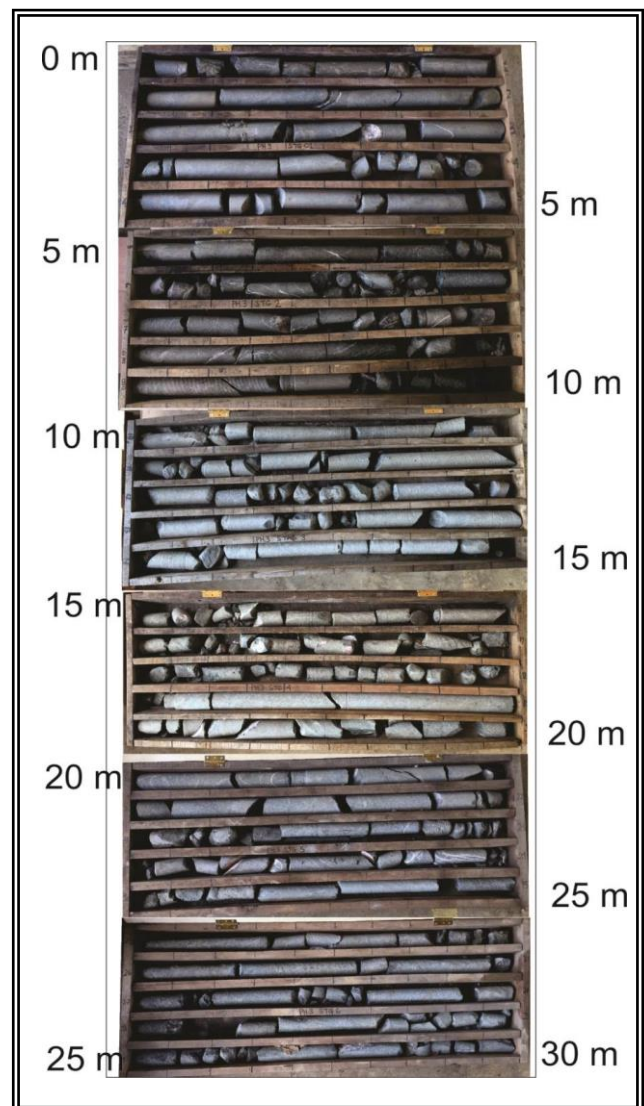
III. 2. Kondisi Geologi Maindam Kiri

Melihat hasil dari investigasi awal geologi pada area sandaran maindam kiri, didapatkan bahwa pada bagian paling permukaan terdapat residual tanah (soil), kemudian di bagian bawah dari lapisan residual tanah terdapat lapisan batuan andesit lapuk, pada dibagian paling bawahnya terdapat batuan andesit massif.

Secara megaskopis kondisi geologi bagian kiri cukup bagus. Pada bagian lapisan kedua (andesit lapuk), lapisan batuan yang ada menunjukkan hasil proses kegiatan struktur yang sangat intensif. Hal ini didasari oleh banyaknya rekahan-rekahan yang ada pada batuan tersebut dan kondisi dari batuan tersebut mengalami tingkat pelapukan yang cukup tinggi, hal ini dibuktikan dari sifat fisik batuan yaitu dari warna yaitu coklat kehitaman dan kekerasannya yang tidak kompak karena banyak rekahan. Ketebalan dari lapisan batuan bagian permukaan ini bervariasi antara 1 sampai 4.5 m. Sebaran batuan tersebut hanya meliputi bagian permukaan dari zona inti maindam yang berada pada elevasi antara 146.35 (Sta.1) sampai 123.83 (Sta.4). Kondisi batuan ini tidak direkomendasikan sebagai tumpuan untuk bangunan dari zona inti maindam, sehingga harus dilakukan penggalian untuk dipindahkan.

Pada bagian bawah dari lapisan batuan yang lapuk tersebut dijumpai kondisi batuan yang sangat keras, kompak, massif dan sangat sedikit rekahan. Sehingga kondisi ini sangat bagus untuk dijadikan pondasi bangunan zona inti main dam. Dengan kondisi batuan yang sangat kompak dan keras, sehingga mengalami kendala untuk proses penggaliannya. Dibutuhkan metode peledakan pada bagian proses penggaliannya untuk dapat mengejar target waktu yang ada. Selain itu, adanya sedikit rekahan-rekahan yang ada pada bagian batuan tersebut, oleh sebab itu dilakukan treatment atau perbaikan dengan cara dilakukan pemboran dan grouting untuk menutup celah-celah atau rekahan-rekahan ada batuan tersebut. sehingga pada akhirnya pondasi pada batuan tersebut kedap air dan tidak mengalami rembesan atau bocoran dari air yang telah dibendung. Tingkat derajat kelapukan batuan pada area maindam kiri memiliki perbedaan antara bagian permukaan dengan bagian bawah

permukaan. Berdasarkan klasifikasi Bieniawski 1976 mengenai Tingkat Kelapukan Batuan, pada bagian permukaan termasuk pada golongan Terlapukan, hal ini sesuai dengan kenampakan megaskopis dilapangan, kondisi batuan yang sudah mengalami pelapukan dengan ciri-ciri warna abu-abu kecoklatan, memiliki banyak rekahan dan mudah lepas dari batuan dasarnya, tekstur asli batuan masih utuh namun mulai menunjukkan butiran batuan mulai terdekomposisi menjadi tanah (Gambar 3). Susunan lapisan batuan area maindam kiri setelah dilakukan penggalian di elevasi 120.00 dapat dilihat pada hasil pemboran coring Pilot Hole 3 pada gambar 2 dibawah sebagai berikut :



Gambar 2. Susunan batuan hasil coring area maindam kiri pada pekerjaan Pemboran Pilot Hole 3

dengan kondisi bagian permukaan yang kering dan tidak adanya aliran air yang mengalir naik ke bagian permukaan batuan

Dari hasil analisa coring batuan yang ada di area maindam kiri dengan menggunakan data pemboran PH-3, sampel yang di uji untuk analisa kuat tekan batuan adalah pada elevasi 117.33 meter sampai dengan 117.13 meter atau di kedalaman 9.4 – 9.6 meter (stage 2) menggunakan parameter klasifikasi dan bobot dari Bieniawski tahun 1989, didapatkan data- data sebagai berikut :

Tabel 1. Rock Mass Rating dari coring titik bor PH-3

No	Klasifikasi	Nilai	Nilai Parameter	Pembobotan
1	Kuat Tekan Batuan Utuh (UCS)	594.77 Kg/cm ²	> 250	15
2	Rock Quantity Designation	61.46 %	50 – 75	13
3	Jarak Kekar	0.5 m	0.2 – 0.6 m	10
4	Kondisi Kekar	Muka agak kasar Pemisahan < 1mm Dinding agak lapuk		25
5	Air Tanah	Kering		15
6	Total			78

Tabel 2 Kelas massa batuan menurut bobot total dari coring titik bor PH-3

Bobot	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
No. Kelas	I	II	III	IV	V
Deskripsi	Batu sangat baik	Batu baik	Batu sedang	Batu buruk	Batu sangat buruk

Berdasarkan nilai total pembobotan yang ada, klasifikasi batuan yang ada di area maindam kiri masuk dalam kategori **Batu Baik**.



Gambar 3. Kondisi batuan di area Maindam kiri bagian permukaan sebelum dilakukan proses penggalian.



Gambar 4. Kondisi batuan di area Maindam kiri bagian permukaan setelah dilakukan penggalian sesuai dengan elevasi desain

Sedangkan untuk bagian bawah permukaan masuk kedalam golongan Tidak Terlapukan, hal ini ditunjukkan dengan kondisi batuan yang tidak terlihat tanda-tanda pelapukan, berwarna abu-abu kebiruan, masih segar, kompak, padat, sangat sulit untuk dilepas dari batuan dasarnya dan sangat sedikit memiliki rekahan (gambar 4). Rekahan terisi oleh mineral kalsit dimana mineral kalsit tidak menunjukkan tanda-tanda pelapukan. Untuk Nilai permeabilitas pada bagian maindam kiri cukup rendah, hal ini di tunjukkan

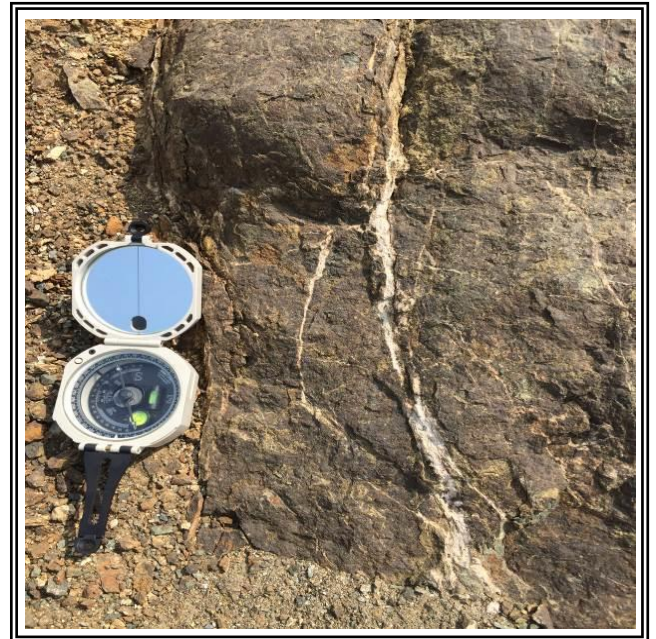
III. 3. Kondisi Geologi Maindam Kanan

Kondisi geologi pada bagian permukaan area maindam kanan memiliki karakteristik yang sedikit berbeda dengan maindam kiri. Pada area maindam kanan secara megaskopis, batuan yang ada menunjukkan dampak struktur yang sangat dominan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya struktur joint pada batuan tersebut dan rekahan-rekahan yang sangat dominan mengakibatkan batuan yang ada sangat mudah lepas dari batuan induknya. Pada bagian permukaan batuan di maindam kanan memiliki karakteristik warna coklat abu-abu, mudah lepas, kurang kompak, banyak rekahan dan mengalami tingkat pelapukan tinggi (Gambar 6). Kondisi batuan dengan karakteristik seperti bagian atas permukaan ini sangat tidak direkomendasikan untuk dijadikan dasar tumpuan. Sehingga harus dilakukan penggalian sampai dengan bertemu lapisan batuan keras.

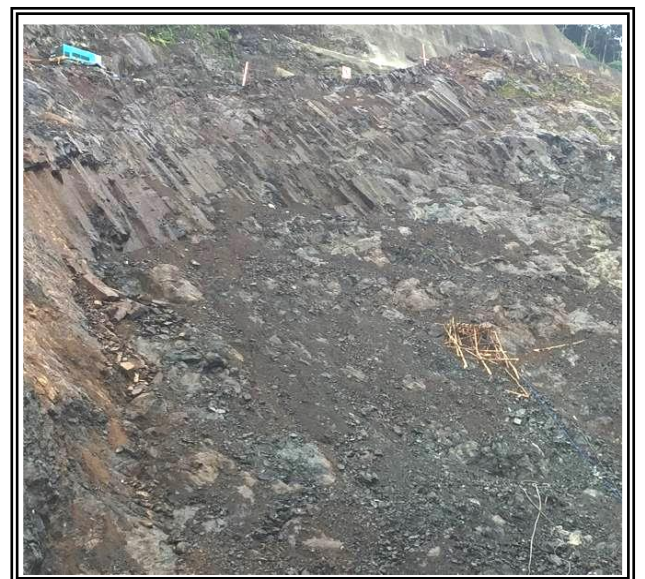
Pada bagian bawah (\pm elevasi 88 pada Sta 9) dari lapisan batuan permukaan, memiliki karakteristik batuan yang keras, kompak, banyak rekahan, berwarna abu-abu, tingkat pelapukan sedang (Gambar 5). Dengan kondisi tersebut untuk dapat dijadikan pondasi zona inti maindam, harus dilakukan perbaikan dengan cara yang sama dengan area maindam kiri yaitu pemboran untuk dapat dilakukan grouting. Sehingga dari kegiatan grouting tersebut dapat menutup rekahan-rekahan yang ada pada batuan. Pada bagian atas (\pm elevasi 120 pada Sta 12 ke 13) terdapat struktur kekar Kolom (Gambar 7). Kekar kolom ini terbentuk karena adanya pendinginan dan penyusutan yang merata dalam magma dan dicirikan oleh perkembangan empat, enam atau delapan sisi.



Gambar 5. Kondisi Batuan di permukaan pada Sta 9 area maindam Kanan



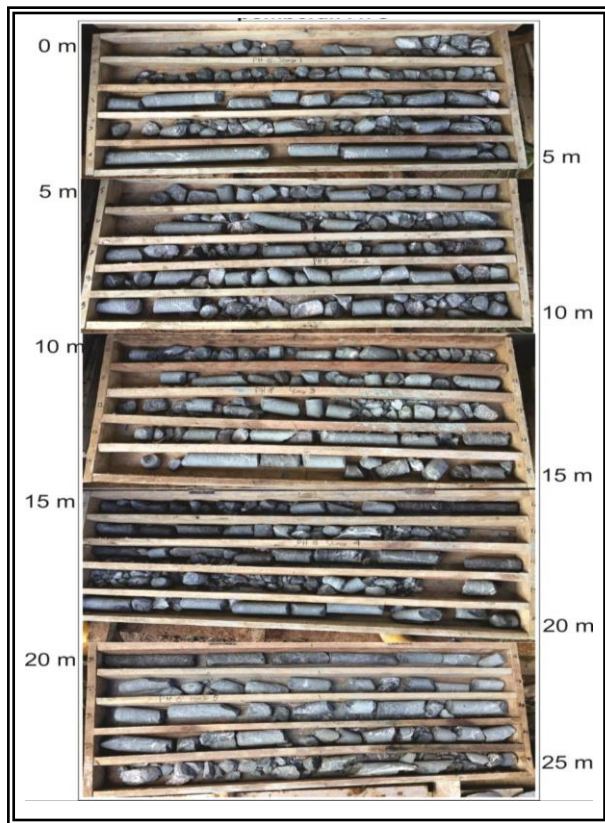
Gambar 6 Kondisi Batuan yang ada di area Maindam kanan Sta 11. Bagian permukaan sebelum dilakukan proses penggalian



Gambar 7 Kondisi Batuan yang ada di area Maindam kanan Sta 11. adanya kekar kolom pada batuan (tanda kuning) pada elevasi 120.00

Tingkat pelapukan batuan di area maindam kanan bagian bawah permukaan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi batuan maindam kiri bagian bawah permukaan. Hal ini ditunjukkan dengan kondisi batuan yang banyak memiliki lebih banyak rekahan, selain itu kondisi bagian permukaan yang telah digali

sesuai dengan elevasi desain tetapi masih terdapat batuan dengan kondisi lapuk, maka harus digali sampai dengan terdapat batuan keras, massif dan masih fresh. Dari hasil pengamatan kondisi lapangan secara keseluruhan, kondisi area maindam secara desain sudah dapat memenuhi syarat untuk dijadikan tumpuan bangunan bendungan. Tetapi dilihat dari karakteristik batuan yang ada maka diperlukan adanya penanganan untuk dapat mengatasi rekahan-rekahan pada batuan tersebut. Setelah dilakukan penggalian pada area maindam yang telah sesuai dengan desain, maka dilakukan pemboran untuk mengetahui kondisi aktual dibagian bawah permukaan. Pemboran dengan metode coring pada blok 8 atau titik PH 8, maka didapatkan hasil sampel coring seperti pada gambar dibawah sebagai berikut :



Gambar 8 Hasil coring titik pemboran PH 8

Dari hasil analisa coring batuan yang ada di area maindam kiri dengan menggunakan data pemboran PH-8, sampel yang di uji untuk analisa kuat tekan batuan adalah pada kedalaman 4.6 – 4.8 meter (stage 1) menggunakan parameter klasifikasi dan bobot dari Bieniawski tahun 1989, didapatkan data- data sebagai berikut :

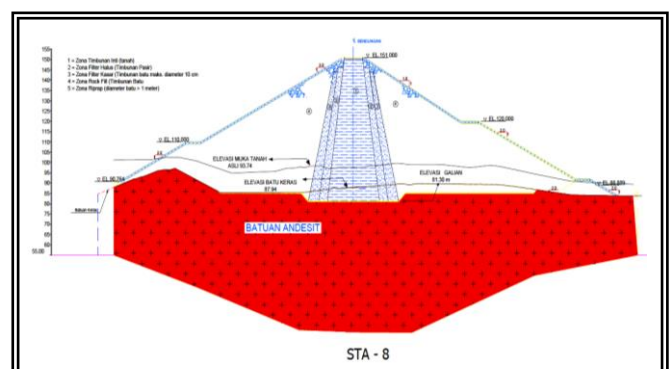
Tabel 3 Rock Mass Rating dari coring titik bor PH 8

No	Klasifikasi	Nilai	Nilai Parameter	Bobot
1	Kuat Tekan Batuan Utuh (UCS)	1789.55 Kg/cm ²	> 250	15
2	Rock Quantity Designation	74.2 %	50 – 75	13
3	Jarak Kekar	0.5 m	0.2 – 0.6 m	10
4	Kondisi Kekar	Muka agak kasar Pemisahan < 1mm Dinding agak lapuk		25
5	Air Tanah	Kering		15
6	Total			78

Tabel 4 Kelas massa batuan menurut bobot total dari coring titik bor PH 8

Bobot	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
No. Kelas	I	II	III	IV	V
Deskripsi	Batu sangat baik	Batu baik	Batu sedang	Batu buruk	Batu sangat buruk

Berdasarkan nilai total pembobotan yang ada, klasifikasi batuan yang ada di area maindam kanan masuk dalam kategori **Batu baik**. Untuk hasil pemetaan geologi batuan pada area maindam dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 9 Sketsa litologi batuan di area maindam pada Sta 8 sesuai dengan hasil titik pemboran PH-8

III. 4. Kondisi Geologi Saddle Dam

Berdasarkan hasil analisa sebelumnya yang dilihat berdasarkan pemboran titik BH-1 dan titik BH-2, pada lokasi galian saddle dam terdapat 2 klasifikasi material galian. Pada bagian atas terdapat jenis galian batuan lapuk Mineral pembentuk batuan sangat lapuk dan batuan sangat lunak. Eksfoliasi batuan terdapat sepanjang kekar dan rekahan oleh sedikit pemukulan dengan palu, kekar dan rekahan terisi lempung dan pada bagian bawah terdapat jenis galian batuan keras, kekar dan rekahan tertutup rapat, tidak ada pelapukan pada garis kekar & rekahan. Keadaan galian berdasarkan pengamatan dilapangan terdapat 3 jenis material galian. Dengan urutan dari paling atas ke bagian bawah sebagai berikut :

1. Pada posisi galian paling atas merupakan tanah dengan ciri-ciri berwarna kuning kecoklatan, ukuran butir pasir-lempung, gembur dan posoritas sangat tinggi, memiliki ketebalan ± 5 meter.



Gambar 10 Kondisi galian tanah dan batuan area saddle dam

2. Pada bagian bawah dari galian tanah terdapat galian batuan andesit lapuk dengan ciri-ciri warna kecoklatan, banyak terdapat rekahan-rekahan yang diisi oleh urat kuarsa yang telah mengalami pelapukan, terlihat dengan jelas adanya oksidasi dari unsur mineral yang mengandung unsur besi (Fe), setempat masih terdapat struktur batuan asal yang masih segar. Ketebalan dari lapisan batuan lapuk ini bervariasi sekitar $\pm 1,5 - 2$ m.



Gambar 11 Kondisi galian andesit lapuk di area saddle dam pada Sta 5 di elevasi 146.59

3. Pada bagian paling bawah untuk galian saddle dam terdapat batuan andesit keras dengan warna abu-abu kebiruan, segar, memiliki kekerasan yang tinggi, kompak, massif, terdapat beberapa rekahan yang terisi oleh mineral kalsit berwarna putih, pada beberapa bagian terlihat jelas mineral batuan penyusun berupa mineral Piroksen. Lapisan batu keras ini dimulai pada elevasi 149.00 pada Sta 2 dan semakin turun/rendah mengarah ke Sta selanjutnya (sampai Sta 6). Kondisi batuan keras di saddle dam sampai pada elevasi rencana galian tidak ditemukan adanya struktur yang berpengaruh terhadap desain. Dan belum ada dijumpai air bawah permukaan yang mengalir melalui rekahan-rekahan yang ada baik di batuan lapuk maupun batuan keras. Pada elevasi desain galian di 142.00 telah berada pada batuan keras mulai dari Sta 2 sampai dengan Sta 6. Sehingga sangat tepat sebagai pondasi bangunan Saddle dam. Sebelum melakukan pembangunan core dam, sebaiknya dilakukan kegiatan grouting mengingat masih adanya rekahan-rekahan yang ada pada batuan keras.



Gambar 12 Kondisi galian batuan Andesit keras pada Sta.2 upstream saddle dam.



Gambar 13 Kondisi galian sesuai desain area Saddle dam. Arah kamera ke Hulu/Upstream



Gambar 14. Susunan coring area saddledam hasil Pemboran Pilot Hole

Dari hasil analisa coring batuan yang ada di area saddledam dengan menggunakan data pemboran PH-G1, sampel yang diuji untuk analisa kuat tekan batuan adalah pada kedalaman 8.00 – 8.20 meter (stage 2)

menggunakan parameter klasifikasi dan bobot dari Bieniawski tahun 1989, didapatkan data-data sebagai berikut :

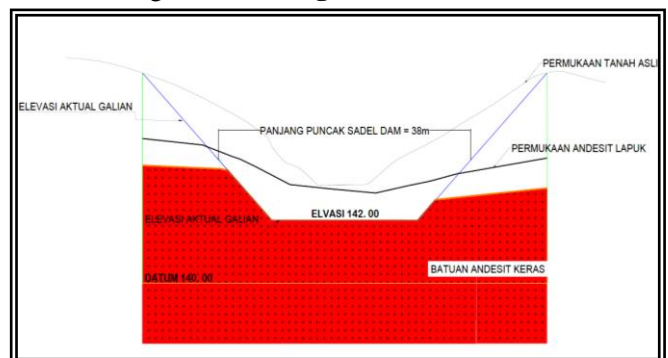
Tabel 5 Rock Mass Rating dari coring titik bor PH-G.1

No	Klasifikasi	Nilai	Nilai Parameter	Pembobotan
1	Kuat Tekan Batuan Utuh (UCS)	348.82 Kg/cm ³	> 250	15
2	Rock Quantity Designation	64.33 %	50 – 75	13
3	Jarak Kekar	0.5 m	0.6 – 2 m	15
4	Kondisi Kekar	Muka agak kasar Pemisahan < 1mm Dinding agak lapuk		25
5	Air Tanah	Kering		15
6	Total			83

Tabel 6 Kelas massa batuan menurut bobot total dari coring titik bor PH-G.1

Bobot	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
No. Kelas	I	II	III	IV	V
Deskripsi	Batu sangat baik	Batu baik	Batu sedang	Batu buruk	Batu sangat buruk

Berdasarkan nilai total pembobotan yang ada, klasifikasi batuan yang ada di area Saddle dam masuk dalam kategori **Batu sangat baik**.



Gambar 15 penampang memanjang kondisi geologi setelah penggalian area saddle dam

III.5. Geologi Pelimpah (Spillway)

Dari hasil pembukaan galian pada area pelimpah, lapisan galian dibedakan menjadi 3 jenis galian, yaitu galian tanah, galian batu lapuk dan galian batu keras. Setelah dilakukan perbandingan dengan data hasil investigasi awal didapatkan ada perbedaan data hasil pemboran dengan hasil aktual bukaan galian dilapangan. Perbedaan tersebut adalah pada hasil investigasi awal tidak diperlihatkan adanya lapisan tanah, aktual dilapangan dijumpai adanya lapisan tanah yang memiliki ketebalan sekitar ± 5 meter. Kemudian dibagian lapisan batu lapuk diasumsikan pada hasil investigasi awal memiliki ketebalan hampir seragam dari S.1 sampai dengan S.16 yaitu sekitar 5 meter. Aktual dilapangan ketebalan batu lapuk memiliki perbedaan variasi cukup signifikan mulai dari S.1 sampai dengan S.16. Dari yang paling tipis adalah memiliki ketebalan 1.15 meter sampai dengan yang paling tebal adalah 20.19 meter. Kondisi batu lapuk memiliki karakteristik warna coklat kekuningan pada bagian luar, dan coklat kehitaman pada bagian dalam, tampak teroksidasi, mudah pecah dan lepas.



Gambar 16. Kondisi galian lapisan Tanah area saluran Pelimpah

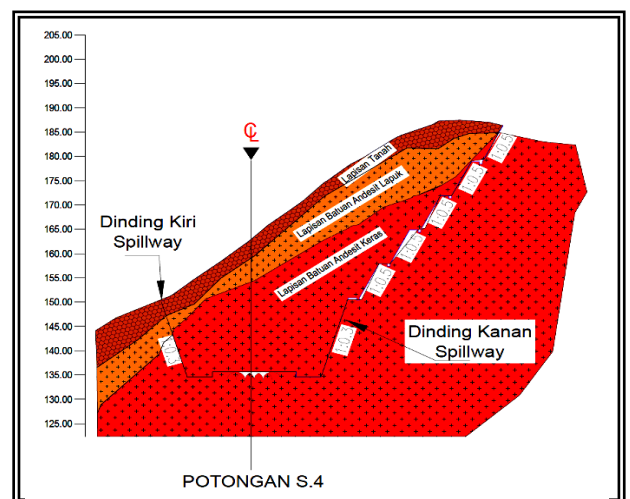


Gambar 17. Kondisi galian lapisan Batu Lapuk

Kondisi batuan keras di area pelimpah memiliki ciri-ciri warna abu-abu kebiruan, fresh, masif, kompak, urat terisi oleh mineral kuarsa. Berdasarkan analisa klasifikasi penamaan batuan adalah batuan Andesit. Mineral penyusun terdiri dari plagioklas, hornblende dan biotit. Kondisi aktual dilapangan ketika dilakukan penggalian, batuan andesit banyak memiliki rekahan-rekahan, hal tersebut memungkinkan terjadinya batuan lepas dari batuan induknya. Di S.5 terdapat kondisi batuan yang memiliki struktur Kekar Tiang, selain kekar tiang, pada batuan andesit dibagian galian permukaan banyak terdapat rekahan-rekahan batuan yang di akibatkan oleh proses peledakan yang dilakukan pada saat metode pembongkaran.



Gambar 18 Kondisi batuan andesit yang menunjukkan adanya kekar tiang pada bagian dinding kanan area spillway



Gambar 19. Potongan Melintang litologi batuan andesit di area spillway pada Sta. 4

Dari hasil analisa batuan yang ada di area spillway dengan menggunakan data pengambilan sampel (SPL.1) pada lokasi S.1 di elevasi 151.00 menggunakan parameter klasifikasi dan bobot dari Bieniawski tahun 1989 didapatkan data- data sebagai berikut :

Tabel 7 Rock Mass Rating dari coring bor BH 14-3

No	Klasifikasi	Nilai	Nilai Parameter	Bobot
1	Kuat Tekan Batuan Utuh (UCS)	1005.19	> 250	15
2	Rock Quantity Designation	82	75 – 90	17
3	Jarak Kekar	0.5 m	0.2 – 0.6 m	10
4	Kondisi Kekar	Muka agak kasar Pemisahan < 1mm Dinding agak lapuk		25
5	Air Tanah	Kering		15
6	Total			82

Tabel 8 Kelas massa batuan menurut bobot total titik bor BH 14-3

Bobot	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 – 21	< 20
No. Kelas	I	II	III	IV	V
Deskripsi	Batu sangat baik	Batu baik	Batu sedang	Batu buruk	Batu sangat buruk

Berdasarkan nilai total pembobotan yang ada, klasifikasi batuan yang ada di area spillway masuk dalam kategori **Batu sangat baik**

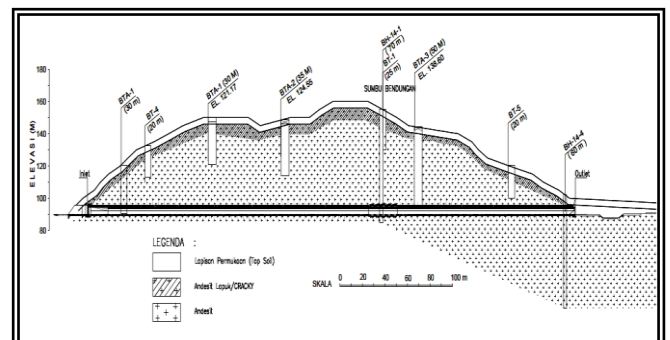


Gambar 20 Hasil sampel coring pada titik bor BH.14-3 pada kedalaman 14.00 - 30.00 m.

III. 6. Geologi Terowong Pengelak

Lokasi terowongan pengelak terletak di bawah sandaran kiri dan panjang terowongan adalah 410 m, terbagi menjadi 2 segmen. Segmen pertama adalah segmen tertutup dengan panjang 360 meter dan segmen terbuka sepanjang 50 meter. Secara umumnya kondisi batuan yang ada di area sepanjang terowong pada segmen tertutup adalah batuan andesit.

Berdasarkan hasil pemboran investigasi awal yang telah dilakukan pada lokasi disekitar terowong pengelak di titik bor BH 14-1 yang berada pada bagian perpotongan antara jalur zona inti maindam dan jalur terowong di elevasi 152.654 meter, sedangkan untuk elevasi dari terowongan berada pada elevasi 90.00. Pada pekerjaan pemboran dilakukan pengambilan data coring batuan. Dari hasil coring pada pekerjaan awal tersebut di dapatkan data bahwa ketebalan tanah adalah 6.5 meter atau pada elevasi 146.154 meter. Batuan andesit lapuk berada pada kedalaman dari 6.5 meter sampai dengan 9 meter atau memiliki ketebalan 2.5 meter dan berada pada elevasi 143.654 meter. Dari elevasi 143.654 sampai pada akhir pemboran di kedalaman 70 meter atau pada elevasi 82.654 merupakan lapisan batuan andesit massif, kompak dan fresh. Dari hasil pemboran investigasi awal geologi tersebut dapat disimpulkan bahwa batuan yang ada di dalam terowongan merupakan batuan andesit massif dan kompak. Potongan memanjang hasil investigasi awal pemboran dan hasil coring sampel batuan dapat dilihat pada gambar dibawah sebagai berikut



Gambar 21 Potongan memanjang kondisi batuan area terowong hasil investigasi awal geologi

Dari hasil perhitungan RQD yang didapatkan berdasarkan data sampel coring titik bor BH14-4 dimana memiliki nilai terendah adalah 70 % dan maksimal adalah 100 %, setelah dirata-ratakan secara

keseluruhan memiliki nilai 77 %. menurut klasifikasi dari Bienawski 1989, angka tersebut adalah termasuk dalam kualitas batuan baik (good).

Untuk nilai Unconfined Compression test (UCS) yang telah dilakukan test dimana sampel yang di ambil adalah berasal batuan yang ada dilokasi Inlet. Dari hasil test tersebut didapatkan nilai UCS nya adalah 892.27. Berdasarkan hasil tersebut dan dimasukkan kedalam klasifikasi Deere dan Miller's mendeskripsikan nilai strength tersebut adalah termasuk dalam kelompok Medium Strenght, klasifikasi secara lengkap adalah seperti tabel berikut:

Tabel 9 Klasifikasi Deere and Miller's Classification of Intact rock strength

Description	Uniaxial Compressive Strength	
	Kg/cm ²	MPa
Very low strength	10 – 250	1 – 25
Low strength	250 – 500	25 – 50
Medium strength	500 – 1000	50 – 100
High strength	1000 – 2000	100 – 200
Very high strength	> 2000	> 200

Dari hasil test analisa UCS dan perhitungan prosentase RQD yang diukur dari sampel coring, selanjutnya dikorelasikan dengan kondisi aktual batuan dilapangan dengan melihat jarak diskontinuitas, kondisi diskontinuitas (persistensi kekar, bukaan kekar, kekasaran kekar, isian dan tingkat pelapukan), serta luahan air tanah. Dari lima parameter di atas tersebut kemudian akan diakumulasikan dengan nilai pada interval 0-100, lalu diklasifikasikan menjadi kelas tertentu yang menunjukkan kualitas massa batuan. Pembobotan kualitas massa batuan dapat dilihat dari tabel di bawah sebagai berikut :

Tabel 10 Rock Mass Rating dari coring titik bor BH 14-1

No	Klasifikasi	Nilai	Nilai Parameter	Bobot
1	Kuat Tekan Batuan Utuh (UCS)	829.27	> 250	15
2	Rock Quantity Designation	77	75 - 90	17
3	Jarak Kekar	> 0.5 m	0.2 – 0.6	10

No	Klasifikasi	Nilai	Nilai Parameter	Bobot
			m	
4	Kondisi Kekar	Muka agak kasar Pemisahan < 1mm Dinding agak lapuk		25
5	Air Tanah	Kering		15
6	Total			82

Tabel 11 Kelas massa batuan menurut bobot total

Bobot	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
No. Kelas	I	II	III	IV	V
Deskripsi	Batu sangat baik	Batu baik	Batu sedang	Batu buruk	Batu sangat buruk

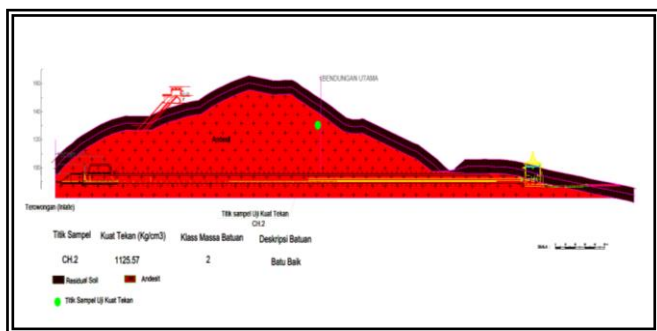
Berdasarkan nilai total pembobotan yang ada, klasifikasi batuan yang ada di area terowongan pengelak masuk dalam kategori **Batu Sangat baik**.



Gambar 22 Metode pemboran dengan alat Crawler Rock Drill



Gambar 23 Kondisi batuan setelah peledakan di area Terowongan



Gambar 24 Potongan memanjang kondisi batuan area terowong setelah dilakukan Penggalian

IV. PENUTUP

IV. 1. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada area Bendungan Tapin di area Maindam, area pelimpah (spillway), area terowongan (saluran pengelak) dan area Saddle dam dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada bagian lapisan permukaan masih dijumpai adanya residual tanah (soil) berupa Laterite yang merupakan hasil dari pelapukan batuan asal.
2. Dibawah lapisan Laterite terdapat lapisan batuan andesit lapuk, dengan ciri-ciri warna abu-abu kecoklatan, memiliki banyak rekahan dan mudah lepas dari batuan dasarnya, tekstur asli batuan masih utuh namun mulai menunjukkan butiran batuan terdekomposisi menjadi tanah/laterit.
3. Pada bagian bawah dari permukaan andesit lapuk dijumpai lapisan batuan andesit yang masih fresh/massif, hal ini ditunjukkan dengan kondisi batuan yang tidak terlihat tanda-tanda pelapukan, berwarna abu-abu kebiruan, masih segar, kompak, padat, sangat sulit untuk dilepas dari batuan dasarnya dan sangat sedikit memiliki rekahan. Rekahan terisi oleh mineral kalsit dimana mineral kalsit tidak menunjukkan pelapukan.
4. Dari sampel batuan yang telah ambil pada kegiatan pengeboran coring di area Maindam, area pelimpah (spillway), area terowongan (saluran pengelak) dan area Saddle dam kemudian dilakukan uji kuat tekan batuan menunjukkan angka di atas 551.75 Kg/cm².
5. Berdasarkan analisa uji kuat tekan batuan dan pengamatan lapangan kemudian di klasifikasikan ke dalam parameter pembobotan Rock Mass Rating menghasilkan nilai 78. Dari nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam Kelas massa

batuan menurut bobot total, dimana hasilnya masuk kedalam Klasifikasi Batu Baik.

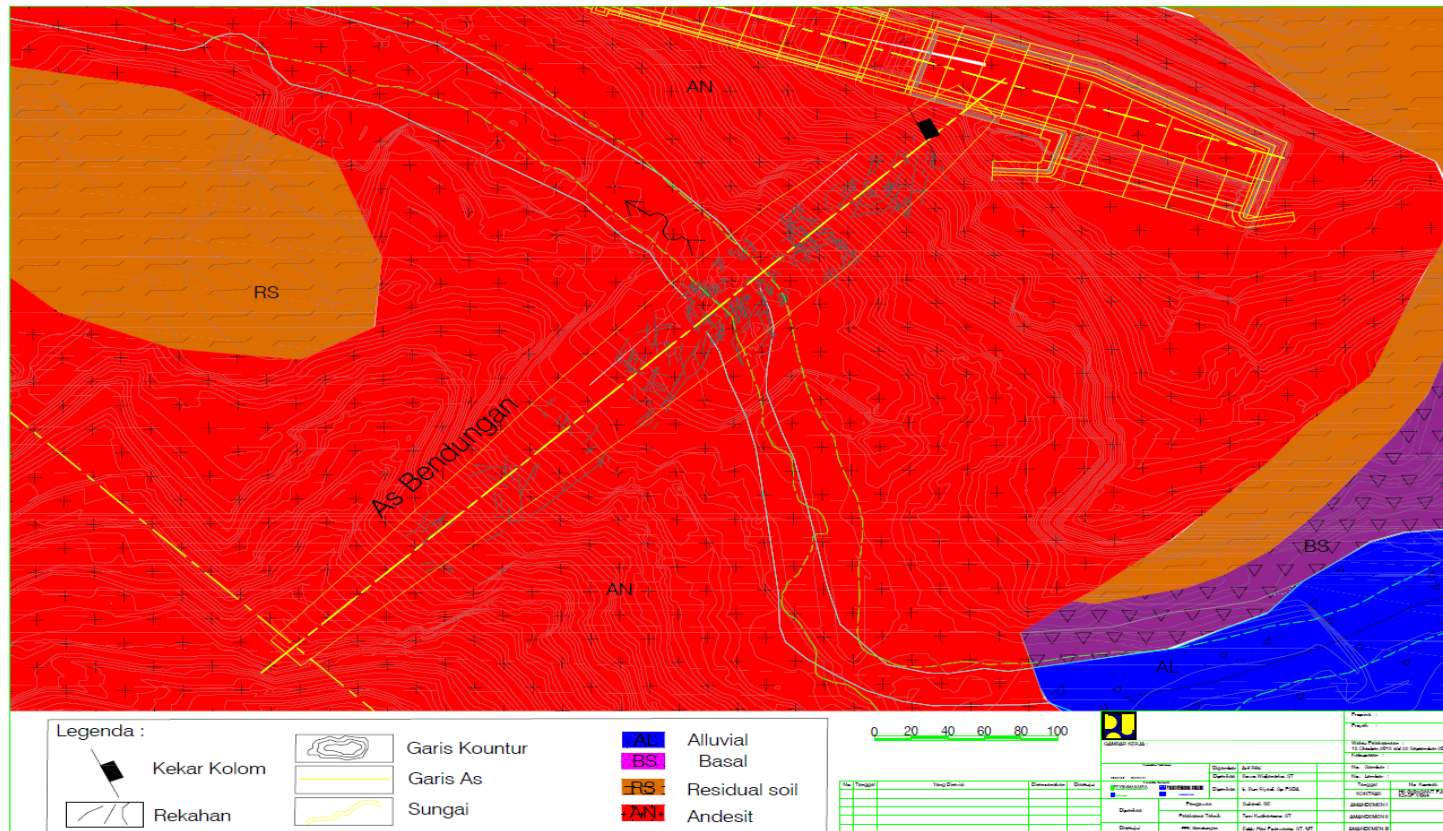
6. Masih terdapat rekahan-rekahan urat kuarsa pada lapisan permukaan batuan yang akan dijadikan pondasi tapak bendung maupun di area fasilitas pendukung lainnya.
7. Secara keseluruhan kondisi geologi (batuan) di area Bendungan Tapin telah memenuhi kriteria untuk dijadikan pondasi bangunan tubuh bendungan.

IV. 2. Saran

1. Agar melakukan pembongkaran atau pemindahan terhadap lapisan material tanah dan lapisan material andesit lapuk dibagian atas dari lapisan batuan andesit keras.
2. Diperlukan perbaikan dengan metode grouting pada bagian permukaan batuan andesit keras dimana masih terdapat rekahan-rekahan yang di isi oleh urat kuarsa, hal tersebut untuk menghindari bocornya air genangan pada area maindam.

REFERENSI

- Bieniawski, Z. T. 1976 Rock Mass Classification in Rock Engineering. Exploration for Rock Engineering, Proc. of the Symp. (Edited by Bieniawski, Z. T.), Vol. 1, page. 97-106. Balkema, Cape Town.
- Bieniawski, Z. T ., 1989, Engineering Rock Mass Classification : A Complete Manual for Engineers and Geologist in Mining, Civil, and Petroleum Engineering. New York, Willey, xii, 251 p
- D. U. Deere and R. P. Miller, "Engineering Classification and Index Properties for Intact Rock," Technical Report No. AFNL-TR-65-116, Air Force Weapon Laboratory, New Mexico, 1966.



Gambar 26 Peta Geologi Akhir Bendungan Tapin setelah dilakukan penggalian

History of article:

Received: 7 Februari 2023, Revised: 6 Juni 2023, Published: 30 Juni 2023