

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI GEOLOGI DALAM PENENTUAN SPESIFIKASI TAPAK  
*MAIN DAM* BENDUNGAN PAMUKKULU, PT. WIKA-DMT, KSO,  
KECAMATAN POLONGBANGKENG UTARA KABUPATEN TAKALAR,  
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan Diajukan Oleh**

**REGINA GLORI SAMANTA  
D611 16 505**



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR  
2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Regina Glori Samanta

NIM : D611 16 505

Program studi : Teknik Geologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul :

**"IDENTIFIKASI GEOLOGI DALAM PENENTUAN SPESIFIKASI  
TAPAK MAIN DAM BENDUNGAN PAMUKKULU, PT. WIKA-DMT,  
KSO, KECAMATAN POLONGBANGKENG UTARA KABUPATEN  
TAKALAR, PROVINSI SULAWESI SELATAN "**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi/tesis/disertasi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi/tesis/disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya siap menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 19 November 2021

Yang Menyatakan



Handwritten signature of Regina Glori Samanta.

Regina Glori Samanta

**IDENTIFIKASI GEOLOGI DALAM PENENTUAN SPESIFIKASI TAPAK  
MAIN DAM BENDUNGAN PAMUKKULU, PT. WIKA-DMT, KSO,  
KECAMATAN POLONGBANGKENG UTARA KABUPATEN TAKALAR,  
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**REGINA GLORI SAMANTA  
D61116505**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 19 November 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



**Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T M.Eng**  
NIP. 19771214 200501 1 002

Pembimbing Pendamping,



**Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L, M.T**  
NIP. 19590202 198601 2 001

Mengetahui  
Ketua Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



**Dr. Eng. Asri Jaya, HS, S.T., M.T**  
NIP. 19591008198731001

## SARI

Dalam pembangunan bendungan karakteristik Geologi permukaan menjadi indikator penting dalam menentukan tipe *design main dam*. Kondisi ini dijumpai pada pembangunan bendungan Pamukkulu sebagai objek penelitian, sehingga dalam penelitian ini diperlukan analisis kelayakan tapak untuk mengetahui perencanaan, pelaksanaan, pembangunan dam tersebut. Secara administratif daerah Penelitian terletak di Proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu, PT. WIKA-DMT, KSO, daerah Desa Kale Ko'mara kecamatan Polongbangkeng Utara, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis, terletak pada 119°34'45,3'' – 191°34'33,9'' bujur timur dan 4°39'20'' – 4°40'0'' lintang selatan.

Penelitian ini bertujuan (1) Mendapatkan informasi jenis, kualitas dan kedalaman batuan area *Main Dam* (2) Mengetahui penyebaran batuan beserta kelas batuan pada area bendungan (3) Mengetahui daya dukung tanah serta kepadatan tanah pada area tapak Main Dam. Metode penelitian yang digunakan adalah Penelitian Geologi Permukaan dan Penelitian Geologi Bawah Permukaan. Penelitian geologi permukaan meliputi geologi regional dan pemetaan geologi. Penelitian Geologi Bawah Permukaan meliputi Geolistrik, Pemboran inti yang diteliti lebih lanjut dengan petrografi, XRD, RMR, dan kelas batuan serta Plate Bearing Test dan Standart Penetration Test.

Hasil dari analisis Geolistrik menunjukkan Warna biru diinterpretasikan sebagai residual soil /transported soil berukuran lempung lanau kepasiran. Warna hijau diinterpretasikan sebagai batuan yang mengalami pelapukan kuat berupa lempung lanau pasiran, kerikil hingga berangkal. Warna coklat-merah diinterpretasikan sebagai batuan basal ataupun breksi vulkanik. Hasil dari petrografi menunjukkan pondasi tersusun dari batuan basal dan breksi vulkanik. Hasil dari analisis XRD menunjukkan keterdapatannya mineral lempung yang berbentuk montmorillonite dan kaolinite. Hasil dari analisis RMR menunjukkan kelas (II) Baik dengan nilai pembobotan 61-80. Hasil dari analisis kelas batuan menunjukkan pada permukaan pondasi masih bernilai D. Hasil dari PBT menunjukkan pembebanan 15 kg/cm<sup>2</sup> membentuk settlement sebanyak 0.40 cm. Dan hasil dari SPT menunjukkan kedalaman 2 -3 meter masih dibawah nilai tanah keras (SPT 30). Sehingga semua ini menjadi indikator dalam penentuan design menurut Pedoman Desain dan Konstruksi Bendungan Urugan Batu Membran Beton.

**Kata kunci :** Takalar, RMR, SPT, Dam, Plinth

## **ABSTRACT**

*In the construction of a dam, the geological characteristics of the surface are an important indicator in determining the type of main dam design. This condition was found in the construction of the Pamukkulu dam as the object of research. Where in this study a site feasibility analysis is needed to determine the planning, implementation, construction of the dam. Administratively the study area is located at Kale Ko'mara Village, North Polongbangkeng District, Takalar Regency, Southeast Sulawesi. Astronomically, it lies between 119°34'45.3" – 191°34'33.9" East Longitude and 4°39'0" – 4°40'0" South Latitude.*

*This study purpose to (1). To obtain information on the type, quality and depth of rock in the Main Dam area (2) To determine the distribution of rocks and rock classes in the dam area (3) To determine the carrying capacity of the soil and the density of the soil in the Main Dam site area. The research method used is Surface Geology Research and Subsurface Geological Research. Surface geology research includes regional geology and geological mapping. Subsurface Geological Research includes Geoelectric, Core Drilling which is further investigated with petrography, XRD, RMR, and rock class as well as Plate Bearing Test and Standard Penetration Test.*

*The results of the Geoelectrical analysis show that the blue color is interpreted as residual soil/transported soil with the size of sandy silt clay. The green color is interpreted as rock that has experienced strong weathering in the form of sandy silt clay, gravel to shallow. Brown-red color is interpreted as basalt rock or volcanic breccia. The results of petrography show that the foundation is composed of basalt rock and volcanic breccia. The results of the XRD analysis showed the presence of clay minerals in the form of montmorillonite and kaolinite. The results of the RMR analysis showed class (II) Good with a weighted value of 61-80. The results of the rock class analysis show that the foundation surface is still worth D. The results of the PBT show that the loading of 15 kg/cm<sup>2</sup> forms a settlement of 0.40 cm. And the results of the SPT show a depth of 2-3 meters is still below the value of hard soil (SPT 30). So that all of these become indicators in determining the design according to the Design and Construction Guidelines for Concrete Membrane Stone Backfill Dams.*

**Keywords :** Takalar, RMR, SPT, Dam, Plinth

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan pemetaan geologi dengan judul **“Identifikasi Geologi Dalam Penentuan Spesifikasi Tapak Main Dam Bendungan Pamukkulu, PT. WIKA-DMT, KSO, KECAMATAN POLONGBANGKENG UTARA TAKALAR, PROVINSI SULAWESI SELATAN”** ini bisa diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Laporan pemetaan ini di buat sebagai suatu langkah untuk menyelesaikan strata satu pada Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penyusunan laporan pemetaan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T M.Eng dan Ibu Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L, M.T sebagai pembimbing tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga selama memberikan bimbingan dengan ikhlas dalam pengerjaan laporan ini.
2. Bapak Dr. Eng. Asri Jaya HS, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin serta Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama ini.
3. Bapak Prof. Dr. rer.nat. Ir. A.M. Imran dan bapak Dr. Ir. M. Fauzi. Arifin, M.Si selaku dosen penguji.
4. Bapak Dr. Ir. Kaharuddin MS, M.T sebagai penasehat akademik yang telah memberikan arahan selama masa studi.

5. Bapak Muhamad Ichwanto selaku Geologist Proyek Bendungan PamukkuluPT. WIKA-DMT, KSO, Kecamatan Polongbangkeng Utara Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan dan pembimbing magang yang telah memberikan banyak ilmu dan motivasi kepada penulis.
6. Bapak William Triputra selaku Geologist konsultan Proyek Bendungan Pamukkulu PT. WIKA-DMT, KSO, Kecamatan Polongbangkeng Utara Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan dan kakak alumni geologi unhas angkatan 2007 yang memberikan banyak ilmu, motivasi dan semangat kepada penulis.
7. Kedua orang tua saya beserta keluarga besar yang telah memberikan dukungan baik secara materil maupun moril serta doa setiap hari dan tidak hentinya.
8. Seluruh rekan-rekan angkatan 2016 Jurrasic yang telah banyak memberikan dukungan kepada penulis terkhusus kompas Jurrasic dan saudara Andi Muhammad yusril sebagai rekan magang yang sabar.

Penulis menyadari banyaknya ketidaksempurnaan yang terdapat pada tulisan ini. Olehnya itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Akhir kata semoga pada tulisan ini terdapat keberkahan dan dapat bernilai positif bagi para pembaca maupun penulis.

Makassar, 19 November 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN TUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>SARI</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Letak, Luas dan Kesampaian Daerah .....	3
1.5 Maksud dan Tujuan .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
1.7 Penelitian Terdahulu .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Geologi Regional .....	6
2.1.1 Geomorfologi Regional.....	6
2.1.2 Stratigrafi Regional .....	7
2.1.3 Struktur Regional.....	7
2.2 Kondisi Topografi .....	11
2.2.1 Geomorfologi.....	12
2.2.2 Struktur .....	12
2.3 Kondisi Geologi Pondasi .....	13
2.3.1 Jenis dan Sifat Batuan Pondasi .....	14



2.3.1.1	Klasifikasi Massa Batuan .....	15
2.3.1.2	Tingkat Pelapukan Batuan .....	19
2.3.1.3	Bidang Diskontinuitas .....	20
2.3.2	Daya Dukung Pondasi .....	26
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1	Metode Penelitian .....	29
3.1.1	Tahapan Persiapan .....	29
3.1.2	Tahapan Pengumpulan Data .....	31
3.1.2.1	Data Permukaan .....	35
3.1.2.2	Data Bawah Permukaan .....	35
3.1.3	Tahapan Pengolahan Data dan Analisis Laboratorium .....	36
3.1.4	Tahapan Analisa .....	50
3.1.4.1	Analisa Pemetaan Geologi Teknik .....	51
3.1.4.2	Analisa Data Bor.....	51
3.1.4.2	Analisa Laboratorium.....	51
3.1.5	Tahap Pengolahan Data .....	52
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>54</b>
4.1	Geologi Permukaan .....	54
4.1.1	Geologi Regional .....	54
4.1.2	Pemetaan Geologi.....	55
4.2	Geologi Bawah Permukaan .....	62
4.2.1	Geolistrik .....	63
4.2.2	Pemboran Inti .....	65
4.2.2.1	Batuan Penyusun Daerah Penelitian .....	75
4.2.2.2	Struktur .....	79
4.3	Daya Dukung Tanah.....	79
4.3.1	Hasil PBT.....	80
4.3.2	Hasil SPT.....	81
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>84</b>
6.1	Kesimpulan .....	84
6.2	Saran .....	84

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>86</b>
-----------------------------	-----------

## **LAMPIRAN**

1. Deskripsi Petrografis

## **LAMPIRAN LEPAS**

1. Peta Stasiun Penelitian
2. Profil Geoteknik Memanjang Bawah Permukaan As Dam
3. Profil Geoteknik Memanjang Bawah Permukaan As Plinth
4. Profil Korelasi Geolistrik dan Data Bor As Dam
5. Profil Korelasi Geolistrik dan Data Bor As Plinth

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1.1 Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian.....	4
2.1 Peta Geologi Regional Area Bendungan .....	10
2.2 Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Ujung Pandang Banteng dan Sinjai ..	11
2.3 Konsep pembentukan massa batuan (Palmstrom,2001).....	18
2.4 Profil bentuk dan kekerasan bidang kekar (Hoek, 2007) .....	25
3.1 Diagram Kerangka Berpikir Penelitian .....	34
3.2 Pengambilan data geolistrik di lapangan .....	37
3.3 Standard sequence .....	38
3.4 Roll along sequence .....	38
3.5 All sequence .....	39
3.6 Ilustrasi pengukuran Roll Along .....	40
3.7 Pembentangan kabel arus sepanjang lintasan pengukuran .....	41
3.8 Kegiatan pemboran .....	42
3.9 Core barrel yang diangkat untuk mengambil core sample .....	43
3.10 Peta titik Plate Bearing Test .....	45
3.11 Peralatan yang digunakan dalam Plate Bearing Test .....	46
3.12 Ilustrasi Pemasangan Plate Bearing Test .....	47
3.13 Skema urutan pengujian SPT .....	49
3.14 Pelaksanaan pengujian SPT .....	50
3.15 Diagram Alir Penelitian .....	53
4.1 Kenampakan satuan bentangalam perbukitan denudasional dengan arah foto N210oE .....	55
4.2 Singkapan Basal Pada STA 0+260 As Dam .....	56
4.3 Singkapan Breksi Pada STA 0+250 As Dam .....	56
4.4 Kenampakan nikol sejajar sampel ST-250 Basal dan ST-260 Basal .....	59
4.5 Kenampakan petrografis sampel ST-260 Breksi .....	60
4.6 Kenampakan Grafik XRD pada sampel STA-250 Basal .....	61

4.7	Kenampakan Grafik XRD pada sampel STA-250 Breksi .....	61
4.8	Kenampakan Grafik XRD pada sampel STA-260 Basal .....	62
4.9	Kenampakan Grafik XRD pada sampel STA-260 Breksi .....	62
4.10	Penampang resistivitas pengukuran geolistrik <i>as plinth</i> .....	63
4.11	Interpretasi log geolistrik pada BW10 dan BW11 .....	64
4.12	Penampang resistivitas pengukuran geolistrik antara <i>as dam</i> dan <i>as plinth</i> ...	64
4.13	Interpretasi log geolistrik pada PL-60, PL52, PL-46, PL-26, PL-25, dan PL21 .....	65
4.14	Interpretasi Log Core BW10 .....	65
4.15	Interpretasi Log Core BW11 .....	66
4.16	Interpretasi Log Core PL-21 .....	67
4.17	Interpretasi Log Core PL-25 .....	68
4.18	Interpretasi Log Core PL-26 .....	69
4.19	Interpretasi Log Core PL-46 .....	71
4.20	Interpretasi Log Core PL-52 .....	72
4.21	Interpretasi Log Core PL-60 .....	73
4.22	Kesebandingan Log Core BW 10, Log Geolistrik BW 10, dan Log RMR BW 10 (Mewakili Wilayah As Dam) .....	75
4.23	Kesebandingan Log Core PL 52, Log Geolistrik PL 52, dan Log RMR PL52 (Mewakili Wilayah As Plinth) .....	75
4.24	Kenampakan Core Log PL-26 pada kedalaman 15 meter hingga 20 meter ...	76
4.25	Kenampakan petrografis pada sayatan PL-26, yang memperlihatkan kandungan mineral berupa Olivin (Ol), Chlorit (Chl), Massa Dasar (Md), Plagioklas (Plg), Quarza (Qs), dan Mineral Opaq (Op) .....	76
4.26	Kenampakan Core Log BW-11 pada kedalaman 5 meter hingga 9 meter ....	77
4.27	Kenampakan petrografis pada sayatan BW-11, yang memperlihatkan kandungan mineral berupa Plagioklas (Plg), Quarza (Qs), Piroksin, Opaq (Op) dan Massa Dasar (Md) .....	78
4.28	Kenampakan Vein dan Fracture sampel ST-250 Basal dan ST-260 Basal ...	78

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Klasifikasi Massa Batuan Rock Mass Rating (RMR) (Bieniawski, 1989) ...	16
2.2	Kelas massa batuan sistem <i>Rock Mass Rating</i> (RMR) (Bieniawski, 1989) ..	17
3.1	Metode Penelitian .....	32
3.2	Distribusi titik Plate Bearing Test .....	44
3.3	Distribusi titik standard penetration test (SPT).....	47
4.1	Matriks Petrografi .....	57
4.2	Hasil Perhitungan RMR BW-10 .....	66
4.3	Hasil Perhitungan RMR BW-11 .....	67
4.4	Hasil Perhitungan RMR PL-21 .....	68
4.5	Hasil Perhitungan RMR PL-25 .....	69
4.6	Hasil Perhitungan RMR PL-26 .....	70
4.7	Hasil Perhitungan RMR PL-46 .....	72
4.8	Hasil Perhitungan RMR PL-52 .....	73
4.9	Hasil Perhitungan RMR PL-60 .....	74
4.10	Hasil Uji PBT .....	79
4.11	Hasil uji SPT .....	80

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Peran ilmu geologi untuk kepentingan keteknikan, sangat penting menjamin pengaruh faktor-faktor geologi terhadap lokasi, desain, konstruksi, pelaksanaan pembangunan (*operation*) dan pemeliharaan hasil kerja keteknikan atau *engineering works*. Dalam konstruksi teknik yang membutuhkan analisis geologi pada perencanaan pembangunannya.

Salah satu konstruksi yang membutuhkan analisis geologi adalah pembuatan bendungan. Bendungan merupakan bangunan yang banyak dibangun sebagai salah satu solusi dalam berbagai masalah yang berhubungan dengan sumber daya air, untuk pemanfaatan, pengelolaan dan pelestarian. Dengan bertambahnya usia, bendungan akan mengalami penurunan kualitas baik dari segi fisik, fungsi maupun keamanan bendungan. Untuk itu dalam perencanaan, desain dan proses pembuatannya harus benar-benar diperhitungkan secara baik, untuk menghindari resiko kegagalan atau kurang optimalnya fungsi bendungan setelah pembangunan selesai.

Pondasi bendungan yang berupa batuan kompak dan masif dapat dianggap sebagai pondasi yang baik (*ideal*), namun kondisi tersebut jarang dijumpai. Pada kenyataannya lapisan batuan pondasi tersebut sering mengandung sejumlah rekahan, retakan, kekar, sesar lapukan dan diskontinuitas dengan batuan lainnya, sehingga diperlukan investigasi geologi untuk mempelajari sifat fisik, teknik serta kelulusan airnya.

Pada proyek pembangunan bendungan Pamukkulu, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Pembangunan Paket 1 dijalankan oleh PT. Wijaya Karya – PT. Daya Mulia Turangga, Kerja Sama Operasi. Daerah pembangunan merupakan daerah perbukitan yang termasuk dalam Formasi Gunungapi Baturape Cindako (Tpbv) yang tersusun oleh litologi lava dan breksi serta retas-retas basal.

Hal inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian yang lebih detail mengenai “Identifikasi Geologi Dalam Penentuan Spesifikasi Tapak *Main Dam* Bendungan Pamukkulu, PT. WIKA-DMT, KSO, Kecamatan Polongbangkeng Utara Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan” agar diperoleh data-data yang cukup sebagai penunjang informasi geologi untuk mengetahui kondisi geologi *area main* dam tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas, jenis dan kedalaman batuan pada area *Main Dam*(Bendungan Utama)?
2. Bagaimana penyebaran batuan serta kelas batuan pada area *Main Dam*(Bendungan Utama)?
3. Bagaimana daya dukung tanah serta kepadatan tanah pada area *Main Dam*(Bendungan Utama)?

### **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki batasan masalah pada ketersediaan beberapa variabel, seperti area pemetaan geologi permukaan yang terbatas dikarenakan belum selesainya pembebasan lahan pada sandaran kiri Main dam, lokasi titik pemboran dari perusahaan, dan data teknis geologi perusahaan.

### **1.4 Letak dan Kesampaian Daerah Penelitian**

Daerah penelitian secara administratif terletak di Daerah Kale Ko'mara Kecamatan Polongbangkeng Utara Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan tepatnya pada Proyek Bendungan Pamukkulu, PT. WIKA-DMT, KSO. Secara geografis, terletak pada 119°34'45,3'' – 191°34'33,9'' bujur timur dan 4°39'20'' – 4°40'0'' lintang selatan.

Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan transportasi darat dari Makassar menuju Desa kale Kom'mara yang merupakan lokasi penelitian dapat dicapai dengan kendaraan roda dua dan roda empat dengan waktu tempuh sekitar 2 jam dan 30 menityang berjarak  $\pm$  90 km, mengarah Barat Daya dari pusat kota Makassar





**Gambar 1.1** Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian

## 1.5 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan Studi Identifikasi Geologi Dalam Penentuan Spesifikasi Tapak *Main Dam* Bendungan Pamukkulu, PT. WIKA-DMT, KSO, Kecamatan Polongbangkeng Utara Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mendapatkan informasi jenis, kualitas dan kedalaman batuan area *Main Dam* (Bendungan Utama).
2. Mengetahui penyebaran batuan beserta kelas batuan pada area bendungan.
3. Mengetahui daya dukung tanah serta kepadatan tanah pada area tapak *Main Dam* (Bendungan Utama).

## 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini secara umum bagi masyarakat luas adalah sebagai referensi untuk penelitian mengenai studi geologi teknik dan mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi geologi teknik bawah permukaan berdasarkan pada rencana struktur *Main Dam* (Bendungan Utama) yang akan

dibangunserta berbagai metode rekayasa geologi yang dilakukan dalam mengetahui informasi mengenai *Main Dam* (Bendungan Utama) secara menyeluruh. Secara khusus bagi penulis, penelitian ini bermanfaat dalam mengetahui dan menangani kondisi geologi yang dialami *Main Dam*, yang dimana dilakukan banyak metode geologi teknik untuk mengetahui kondisi *Main Dam* (Bendungan Utama) secara menyeluruh.

### **1.7 Peneliti Terdahulu**

Beberapa peneliti yang pernah melakukan penyelidikan geologi yang sifatnya regional dan local di daerah penelitian, antara lain:

- Sukamto, R dan Supriatna S., ( 1982) “*Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi*.”
- Darwis. ES, dkk, (1991) : “*Laporan Penyelidikan Geologi Terpadu Pengembangan Wilayah Daerah Kab. Takalar Provinsi Sulsel*”.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Regional**

##### **2.1.1 Geomorfologi Regional**

Berdasarkan Geologi pada lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai Sulawesi, bentuk morfologi yang menonjol di pada daerah penelitian adalah kerucut gunungapi Lompobatang. yang menjulang mencapai ketinggian 2876 m di atas muka laut. Kerucut gunungapi dari kejauhan masih memperlihatkan bentuk aslinya. dan menempati lebih kurang 1/3 daerah lembar. Pada potret udara terlihat dengan jelas adanya beberapa kerucut parasit, yang kelihatannya lebih muda dan kerucut induknya bersebaran di sepanjang jalur utara-selatan melewati puncak G. Lompobatang. Kerucut gunungapi Lompobatang ini tersusun oleh batuan gunungapi berumur Plistosen (Sukanto, 1982).

Terdapat dua buah bentuk kerucut tererosi yang lebih sempit sebarannya pada bagian barat dan utara dari Gunung Lompobatang. Di sebelah barat terdapat Gunung Baturape, mencapai ketinggian 1124 m dan di sebelah utara terdapat Gunung Cindako, mencapai ketinggian 1500 m. Kedua bentuk kerucut tererosi ini disusun oleh batuan gunungapi berumur Pliosen (Sukanto, 1982).

Daerah sebelah barat G. Cindako dan sebelah utara G. Baturape merupakan daerah berbukit. kasar di bagian timur dan halus di bagian barat. Bagian timur mencapai ketinggian. kira-kira 500 m, sedangkan bagian barat kurang, dan 50 m di atas muka laut dan hampir merupakan suatu datanan. Bentuk morfologi ini disusun oleh batuan klastika gunungapi berumur Miosen. Bukit-

bukit memanjang yang tersebar di daerah ini mengarah ke Gunung Cindako dan Gunung Baturape berupa retas-retas basal.

### **2.1.2 Stratigrafi Regional**

Stratigrafi daerah penelitian tersusun atas batuan Batuan Gunungapi Baturape-Cindako yang terdiri dari lava dan breksi, dengan sisipan sedikit tufa dan konglomerat. (Sukamto, 1982).

Bersusunan basal, sebagian besar porfiri dengan fenokris piroksen besar-besar sampai 1 cm dan sebagian kecil, kelabu tua kehijauan hingga hitam warnanya; lava sebagian berkekar maniang dan sebagian berkekar lapis, pada umumnya breksi berkomponen kasar, dari 15 cm sampai 60 cm, terutama basal dan sedikit andesit, dengan semen tufa berbutir kasar sampai lapili, banyak mengandung pecahan piroksen. (Sukamto, 1982).

Kompleks terobosan diorit berupa stok dan retas di Baturape dan Cindako diperkirakan merupakan bekas pusat erupsi (Tpbc); batuan di sekitarnya terubah kuat, amigdaloidal dengan mineral sekunder zeolit dan kalsit: mineral galena di Baturape kemungkinan berhubungan dengan terobosan diorit ini; daerah sekitar Baturape dan Cindako batuannya didominasi oleh lava Tpbl. Satuan ini tidak kurang dari 1250 m tebalnya dan berdasarkan posisi stratigrafinya kira-kira berumur Pliosen Akhir. (Sukamto, 1982).

### **2.1.3 Struktur Regional**

Sukamto (1982), membagi Pulau Sulawesi menjadi tiga mandala geologi, yang didasarkan pada perbedaan litologi stratigrafi, struktur dan

sejarahnya. ketiga mandala tersebut adalah Mandala Sulawesi bagian Barat, Mandala Sulawesi bagian Timur, dan Mandala Banggai Sula, dari ketiga mandala tersebut secara orogen yang paling tua adalah Mandala Sulawesi Timur dan yang termuda adalah Mandala Sulawesi bagian Barat.

Kelompok batuan tua yang umurnya belum diketahui terdiri dari batuan ultrabasa, batuan malihan dan batuan melange. Batuannya terbreksikan, tergerus dan mendaun dan sentuhannya dengan formasi disekitarnya berupa sesar atau ketidakselarasan. Penarikan radiometri pada sekis yang menghasilkan 111 juta tahun kemungkinan menunjukkan peristiwa malihan akhir pada tektonik Zaman Kapur. Batuan tua ini tertindih tak selaras oleh endapan *flysch* Formasi Balangbaru dan Formasi Marada yang tebalnya lebih dari 2000 m dan berumur Kapur Akhir. Kegiatan magma mulai pada waktu itu dengan bukti adanya sisipan lava dalam *flysch* (Sukamto, 1982).

Batuan gunungapi berumur Paleosen (58,5-63,0 juta tahun) dan diendapkan dalam lingkungan laut, menindih tak selaras batuan *flysch* yang berumur Kapur Akhir. Batuan sedimen Formasi Mallawa yang sebagian besar dicirikan oleh endapan darat dengan sisipan batubara, menindih tak selaras batuan gunungapi Paleosen dan batuan *flysch* Kapur akhir. Ke atas Formasi Malawa ini secara berangsur beralih ke endapan karbonat Formasi Tonasa yang terbentuk secara menerus dari Eosen Awal sampai bagian bawah Miosen Tengah. Tebal Formasi Tonasa lebih kurang 3000 m, dan melampar cukup luas mengalasi batuan gunungapi Miosen Tengah di barat. Sedimen klastik Formasi Salo Kalupang yang Eosen sampai Oligosen bersisipan batugamping dan

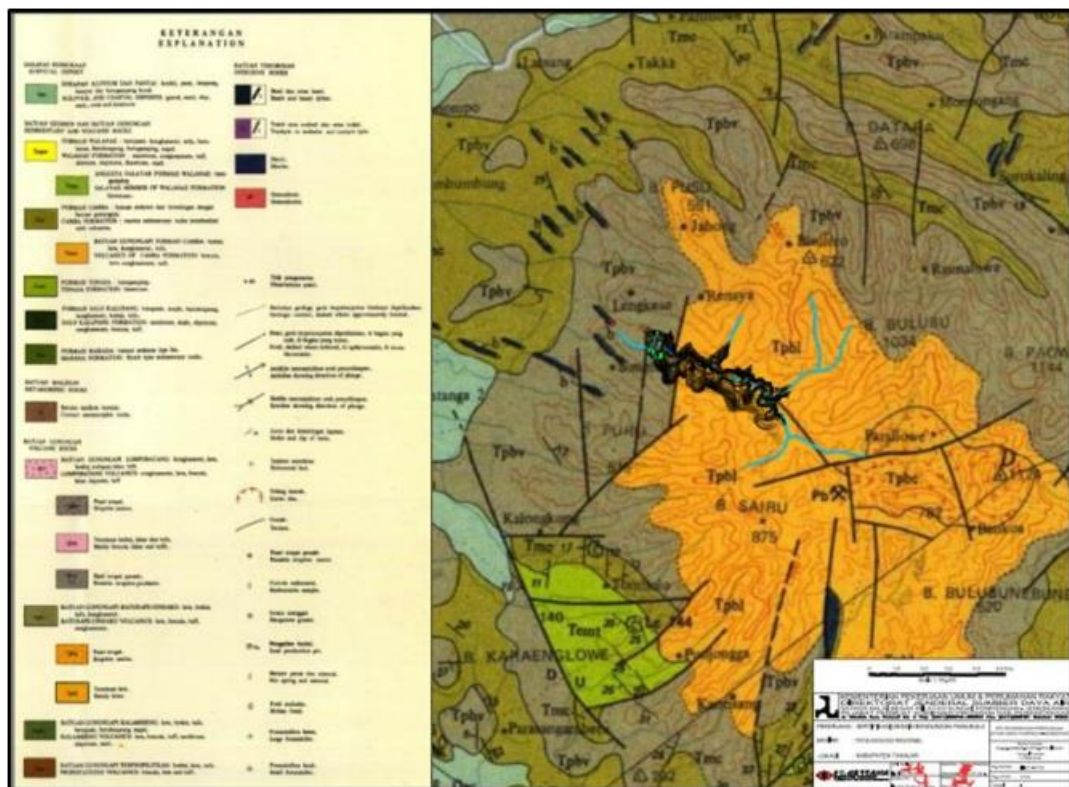
mengalasi batuan gunungapi Kalamiseng miosen Awal di Timur (Sukamto, 1982).

Sebagian besar pegunungan, baik yang di Barat maupun yang di Timur, mempunyai batuan gunungapi. Di pegunungan yang Timur, batuan itu diduga berumur Miosen Awal bagian atas yang membentuk Batuan Gunungapi Kalamiseng. Dilereng timur bagian utara pegunungan yang barat, terdapat Batuan Gunungapi Soppeng yang juga diduga berumur Miosen Awal. Batuan sedimen berumur Miosen Tengah sampai Pliosen Awal berselingan dengan batuan gunungapi yang berumur antara 8,93-9,29 juta tahun. Secara bersama batuan ini menyusun Formasi Camba yang tebalnya sekitar 5000 m. Sebagian besar pegunungan yang barat terbentuk dari Formasi Camba ini yang menindih tak selaras Formasi Tonasa (Sukamto, 1982).

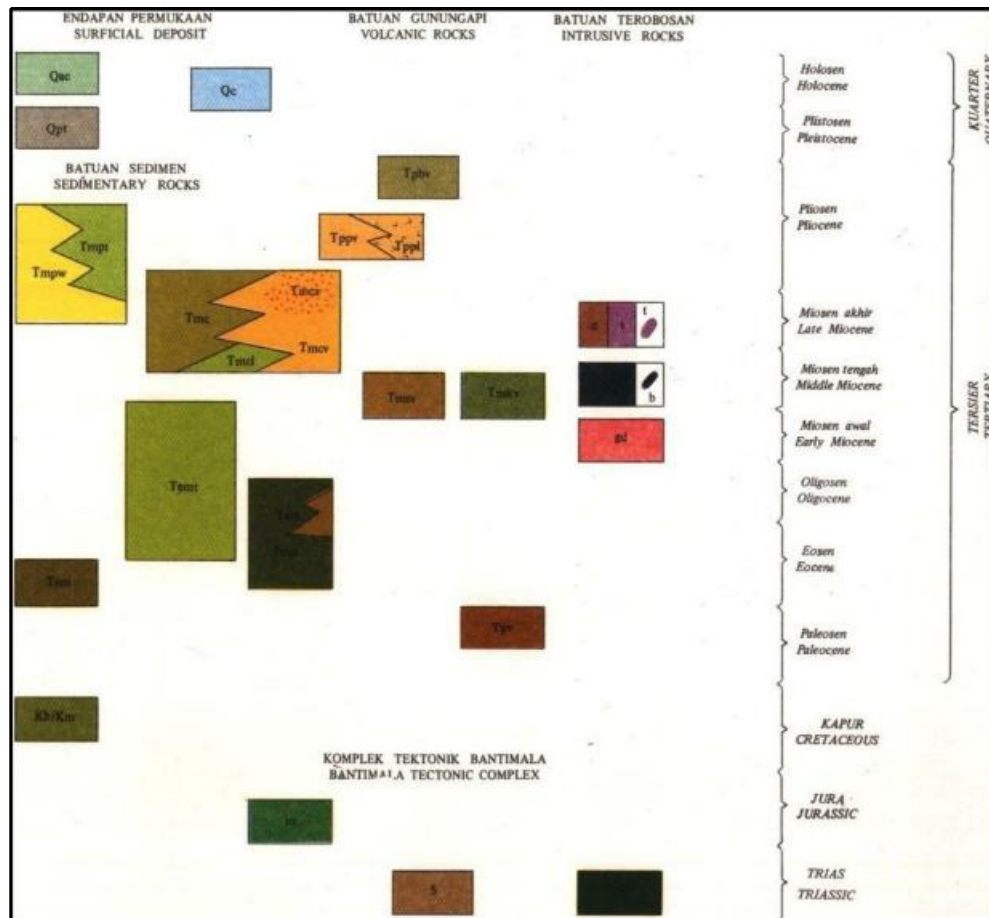
Selama Miosen Akhir sampai Pliosen, di daerah yang sekarang jadi Lembah Walanae diendapkan sedimen klastik Formasi Walanae. Batuan ini tebalnya sekitar 4500 m, dengan bioherm batugamping koral tumbuh di beberapa tempat (Batugamping Anggota Tacipi). Formasi Walanae berhubungan menjari dengan bagian atas Formasi Camba. Kegiatan gunungapi selama Miosen Akhir sampai Pliosen awal merupakan sumber bahan bagi Formasi Walanae. Kegiatan gunungapi yang masih terjadi di beberapa tempat selama Pliosen, dan menghasilkan batuan gunungapi Parepare (4,25-4,95 juta tahun) dan Baturape-Cindako, juga merupakan sumber bagi formasi itu (Sukamto, 1982).

Terobosan batuan beku yang terjadi didaerah ini semuanya berkaitan erat dengan kegiatan gunungapi tersebut. Bentuknya berupa stok, sil dan retas bersusun beraneka ragam dari basal, andesit, trakit, diorit dan granodiorit yang berumur berkisar dari 8,3 sampai 19+ 2 juta tahun (Sukamto, 1982).

Setelah Pliosen Akhir, rupanya tidak terjadi pengendapan yang berarti di daerah ini, dan juga tidak ada kegiatan gunungapi. Endapan undak di utara Pangkajene dan di beberapa tempat ditepi Sungai Walanae, rupanya terjadi selama Pliosen. Endapan holosen yang luas berupa aluvium terdapat di sekitar Danau tempe, di dataran Pangkajene-Maros dan di bagian utara dataran Bone (Sukamto, 1982).



Gambar 2.1 Peta Geologi Regional Area Bendungan



**Gambar 2.2** Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai

## 2.2 Kondisi Topografi

Topografi merupakan gambaran keadaan umum topografi lokasi proyek yang meliputi kemiringan wilayah dan penyebarannya, titik-titik referensi geodesi, uraian daerah dataran dan daerah perbukitan terkait dengan aliran sungai dan rencana pengembangan irigasi, dan lain lain.

Kondisi topografi akan berpengaruh pada: tinggi dan panjang tubuh bendungan, volume tampungan, tata letak/penempatan bangunan pelengkap, kemudahan jalan masuk, stabilitas lereng, dan lain-lainnya.

Kondisi topografi yang perlu menjadi perhatian antara lain:



- bentuk dan lebar penampang melintang dan memanjang lembah,
- bentuk kolam waduk, kemiringan tebing sungai, dll.

Rona topografi adalah merupakan merupakan hasil kegiatan geodinamik masa lalu seperti: pergerakan tanah, kegiatan vulkanik, geomorfologi (pelapukan, erosi), dan lain sebagainya. Hal ini berarti rona topografi jugamencerminkan rona geologi secara tidak langsung seperti: kekerasan batuan, struktur geologi, pergerakan tanah, dan lain-lainnya (Balai Bendungan, 2011).

### **2.2.1 Geomorfologi**

Geomorfologi adalah ilmu yang mempelajari tentang bentang permukaan lahan yang mempunyai relief yang khas sebagai akibat/pengaruh yang kuat dari struktur kulit bumi dan akibat dari proses alam yang bekerja pada batuan dalam skala ruang dan waktu. Proses geomorfologi antara satu tempat dengan tempat lain akan berbeda. Perbedaan tersebut terdiri atas perbedaan intensitas dan perbedaan bentuk lahan meskipun dengan tenaga pembentuk yang sama. Intensitas proses geomorfologi dan perbedaan bentuk lahan sangat bergantung pada iklim, topografi, kedekatan dengan subduksi, litologi dan perubahan lingkungan.

### **2.2.2 Struktur**

Informasi data aspek struktur geologi sangat penting dalam penentuan letak tapak dan perencanaan bendung, karena merupakan faktor kendala yang menyangkut keutuhan dan kerusakan terhadap bendungan. Struktur batuan adalah gambaran tentang kenampakan atau keadaan batuan, termasuk di dalamnya

bentuk dan kedudukannya. Berdasarkan keterjadiannya, struktur batuan dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Struktur primer, yaitu struktur yang terjadi pada saat proses pembentukan batuan. Misalnya : bidang perlapisan silang (cross bedding) pada batuan sedimen atau kekar akibat pendinginan (cooling joint) pada batuan beku.
- b. Struktur sekunder, yaitu struktur yang terjadi kemudian setelah batuan terbentuk akibat adanya proses deformasi atau tektonik. Misalnya lipatan (fold), patahan (fault) dan kekar (joint).

### **2.3 Kondisi Geologi Pondasi**

Pertimbangan geologi mencakup menilai kecocokan jenis tanah dan batuan sebagai fondasi dan kesesuaiannya dengan material tubuh bendungan. Geologi fondasi lokasi bendungan sering menjadi penentu didalam menetapkan tipe bendungan yang cocok dengan lokasi tersebut. Umumnya bendungan urugan dapat dibangun pada semua jenis fondasi, kecuali tipe sekat atau concrete face rockfill dam (CFRD) tidak cocok dibangun pada batuan yang sudah berubah bentuk dan batuan lunak.

Untuk fondasi tanah, paling sesuai untuk tipe urugan tanah homogeen, sedang untuk fondasi fondasi pasir kerikil yg lolos air, dapat menggunakan tipe urugan homogeen atau zonal yang dikombinasi dengan blanket kedap air atau dinding halang (cut-off wall). Untuk fondasi batuan yang kuat, dengan lembah sempit cocok untuk bendungan beton gaya berat, bila lereng tumpuan batuan nya cukup keras pula, cocok untuk bendungan beton busur (arch dam).

Beberapa kondisi geologi yang perlu menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi bendungan adalah:

1. Jenis dan sifat batuan fondasi
2. Daya dukung fondasi
3. Longsoran skala besar
4. Struktur sesar skala besar
5. Bidang-bidang diskontinuitas, dll.

### **2.3.1 Jenis dan Sifat Batuan Pondasi**

Fondasi bendungan yang berupa batuan kompak dan masif dapat dianggap sebagai fondasi yang baik (ideal), namun kondisi tersebut jarang dijumpai. Pada kenyataannya lapisan batuan fondasi sering mengandung sejumlah rekahan, retakan, kekar, sesar lapukan, dan diskontinuitas dengan batuan lainnya, sehingga diperlukan investigasi geologi untuk mempelajari sifat fisik dan sifat teknik guna merencanakan perbaikan fondasi yang paling tepat.

Lapisan batuan yang berupa batu lempung, batu lanauan dan serpih biasanya mempunyai sifat yang tidak menguntungkan ditinjau dari aspek stabilitasnya, karena sifatnya yang mudah lapuk sehingga akan tercipta lapisan atau zona lemah di fondasi. Adanya zona lemah, sisipan atau perlapisan harus diperhatikan dalam melakukan analisis stabilitas.

Lapisan batuan fondasi yang mengandung sesar, rekahan atau zona yang mudah terlarut dapat mengakibatkan terjadinya masalah rembesan dan kebocoran. Adanya potensi alur – alur rembesan yang berlebihan atau bocoran, perlu tindakan perbaikan, demikian pula tekanan hidrolik pada fondasi harus dikendalikan. Hal

lain yang membahayakan bendungan adalah rembesan berlebihan yang memacu terjadinya erosi buluh dan tekanan ke atas (tekanan angkat, up lift pressure).

Untuk mengatasi berbagai masalah pada fondasi diatas, perlu adanya upaya perbaikan fondasi yang dapat berupa grouting, parit halang atau system drainasi serta perbaikan pada permukaan fondasi.

### **2.3.1.1Klasifikasi Massa Batuan**

Klasifikasi massa batuan digunakan sebagai alat dalam menganalisis kemantapan lereng yang menghubungkan antarapengalaman di bidang massa batuan dengan kebutuhan pemantapan di berbagaikondisi lapangan yang dibutuhkan. Namun demikian, penggunaan klasifikasi massa batuan tidak digunakan sebagai pengganti perancangan rinci.

Pada dasarnya pembuatan klasifikasi massabatuan bertujuan (Bieniawski, 1989) :

- a. Mengidentifikasi parameter-parameter penting yang mempengaruhi perilaku massa batuan.
- b. Membagi formasi massa batuan kedalam grup yang mempunyai perilaku sama menjadi kelas massa batuan.
- c. Memberikan dasar-dasar untuk pengertian karakteristik dari setiap kelas massa batuan.
- d. Menghubungkan pengalaman dari kondisi massa batuan di satu lokasi dengan lokasi lainnya.
- e. Mengambil data kuantitatif dan pedoman untuk rancangan rekayasa (engineering).

Dilakukan penentuan kualitas berdasarkan klasifikasi RMR (Rock Mass Rating). RMR merupakan suatu klasifikasi geomekanik dengan metode empiris dalam menentukan pembobotan dari massa batuan, yang digunakan untuk mengevaluasi ketahanan massa batuan dengan memperhatikan 6 parameter yaitu kuat tekan batuan, Rock Quality Designation (RQD), spasi kekar, kondisi kekar, kondisi air tanah, dan orientasi diskontinuitas. Parameter tersebut beberapa telah didapatkan datanya saat pengamatan lapangan seperti RQD, spasi kekar, kondisi kekar, kondisi air tanah dan orientasi diskontinuitas. Adapun parameter nilai kuat tekan batuan didapatkan dari pengujian sampel di laboratorium.

**Tabel 2.1** Klasifikasi Massa Batuan Rock Mass Rating (RMR) (Bieniawski, 1989)

No	Parameter		Pembobotan					
1	Kekuatan Massa Batuan	<i>Point Load Strength Index</i>	> 10 Mpa	4 - 10 Mpa	2 - 4 Mpa	1 - 2 Mpa	-	
		<i>Uniaxial compressive Strength</i>	> 250 Mpa	100 - 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50 Mpa	5 - 25 Mpa	1 - 5 Mpa
	<b>Bobot</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
2	RQD	90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 25%		
	<b>Bobot</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>3</b>		
3	Jarak Spasi Kekar	> 2 m	0,6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	<b>Bobot</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>		
4	Kemenerusan	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m		
	<b>Bobot</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
	Bukaan	Tidak ada	< 0,1 mm	0,1 - 1 mm	1 - 5 mm	> 5mm		
	<b>Bobot</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
	Kekasaran	Sangat Kasar	Kasar	Sedikit Kasar	Halus	Slickensided		
	<b>Bobot</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		
	Material Pengisi	Tidak ada	Keras < 5 mm	Keras > 5 mm	Lunak < 5 mm	Lunak > 5 mm		
<b>Bobot</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>			
Pelapukan	Tidak	Sedikit	Lapuk	Sangat	Hancur			

		Lapuk	Lapuk	Sedang	Lapuk	
	<b>Bobot</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>5</b>	Kondisi Air Tanah	Kering (dry)	Lembab (damp)	Basah (wet)	Menetes (dripping)	Mengalir (flowing)
	<b>Bobot</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

**Tabel 2.2** Kelas massa batuan sistem *Rock Mass Rating* (RMR) (Bieniawski, 1989)

Bobot	100 – 81	80 – 61	60 – 41	40 - 21	< 21
Kelas	I	II	III	IV	V
Deskripsi	Batuan Sangat Baik	Baik	Batuan Sedang	Batuan Lemah	Batuan Sangat Lemah

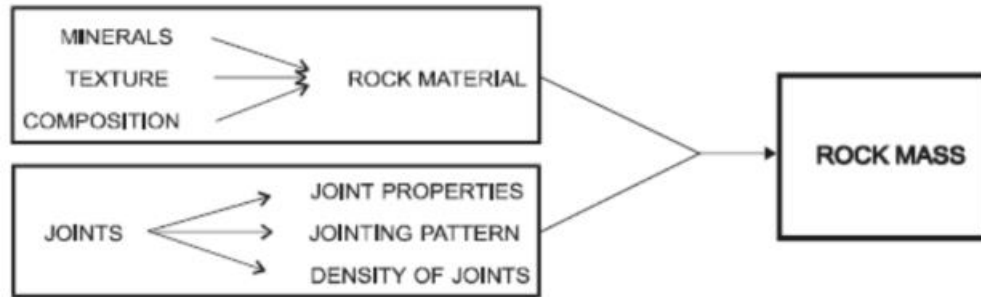
Dengan menggunakan klasifikasi massa batuanakan diperoleh paling tidak tiga keuntungan bagi perancangan kemantapanlereng yaitu (Bieniawski, 1989) :

- a. Meningkatkan kualitas hasil penyelidikan lapangan dengan data masukan minimum sebagai parameter klasifikasi.
- b. Memberikan informasi/data kuantitatif untuk tujuan rancangan
- c. Penilaian rekayasa dapat lebih baik dan komunikasi lebih efektif pada suatu prooyek.

Menurut Palmstrom (1995), klasifikasi massa batuan dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk dan tipe dari klasifikasi massa batuan itu. Pengelompokan menurut bentuk berkaitan dengan data masukan dari klasifikasi massa batuan. Sedangkan pengelompokan berdasarkan tipe, berhubungan dengan penerapan dari klasifikasi massa batuan tersebut.

Palmstorm (2001) menjelaskan konsep massa batuan yang idealnya merupakan susunan dari sistem blok-blok dan fragmen-fragmen batuan yang

dipisahkan oleh bidang-bidang diskontinu yang masing-masing saling bergantung sebagai sebuah kesatuan unit, lihat gambar 2.3



**Gambar 2.3** Konsep pembentukan massa batuan (Palmstrom,2001)

Adanya bidang diskontinu ini membedakan kekuatan massa batuan dengan kekuatan batuan utuh atau intact rock. Massa batuan akan memiliki kekuatan yang lebih kecil dibandingkan dengan batuan utuh. Variasi yang besar dalam hal komposisi dan struktur dari batuan serta sifat dan keberadaan bidang diskontinu yang memotong batuan akan membawa komposisi dan struktur yang kompleks terhadap suatu massa batuan. Melakukan test in-situ pada suatu massa batuan akan menghasilkan variasi yang luar biasa dari sifat mekanik yang terdapat dalam satu massa batuan dari satu tempat ke tempat lainnya.

Kurang tersedianya data geologi untuk pengkarakterisasian dari suatu lokasi batuan akan memberikan halangan utama terhadap proses desain, konstruksi dan operasi penggalian batuan. Pengembangan dari metode dan teknik pengkarakterisasian suatu lokasi batuan, serta intepretasi data adalah penelitian utama yang dibutuhkan, bukan hanya untuk penggalian batuan

dalam ukuran besar tapi untuk seluruh bentuk dari rekayasa batuan (Brown, 1986).

Oleh karena itu, sifat atau karakteristik massa batuan tidak dapat diperkirakan tetapi harus dilakukan pengukuran dari hasil observasi, deskripsi dan melakukan test langsung maupun tidak langsung yang didukung oleh test laboratorium dengan menggunakan specimen kecil dari batuan, dimana karakteristik dari parameter massa batuan akan didapatkan.

### **2.3.1.2 Tingkat Pelapukan Batuan**

Pelapukan adalah proses alterasi dan fragsinasi batuan dan material tanah pada permukaan atau dekat permukaan bumi yang disebabkan karena proses fisik, kimia dan biologi. Hasil dari pelapukan ini merupakan asal (source) dari batuan sedimen dan tanah (soil). Kiranya penting untuk diketahui bahwa proses pelapukan akan menghancurkan batuan atau bahkan melarutkan sebagian dari mineral untuk kemudian menjadi tanah atau diangkut dan diendapkan sebagai batuan sedimen klastik. Sebagian dari mineral mungkin larut secara menyeluruh dan membentuk mineral baru. Inilah sebabnya dalam studi tanah atau batuan klastika mempunyai komposisi yang dapat sangat berbeda dengan batuan asalnya. Komposisi tanah tidak hanya tergantung pada batuan asalnya, tetapi juga dipengaruhi oleh alam, intensitas, dan lama (duration) pelapukan dan proses jenis pembentukan tanah itu sendiri (Boggs, 1995).

Intensitas ubahan didefinisikan sebagai tingkat atau derajat ubahan yang didasarkan pada persentase mineral sekunder. Adapun intensitas ubahan dapat dibedakan menjadi:



1. Tidak berubah (*unaltered*): tidak ada mineral sekunder.
2. Lemah (*weak*): mineral sekunder  $< 25\%$ .
3. Sedang (*moderate*): mineral sekunder  $25 - 75\%$ .
4. Kuat (*strong*): mineral sekunder  $> 75\%$ .
5. Intens: seluruh mineral primer berubah (kecuali kuarsa, zircon, dan apatit), tetapi tekstur primernya masih terlihat.
6. Total: seluruh mineral primer berubah (kecuali kuarsa, zircon, dan apatit), dan tekstur primernya tidak terlihat.

### **2.3.1.3 Bidang Diskontinuitas**

Sebuah diskontinuitas dalam rekayasa geoteknik adalah bidang atau permukaan yang menandai perubahan karakteristik fisik atau kimia dalam tanah atau massa batuan. Keberadaan bidang diskontinu massa batuan akan mempengaruhi banyak hal, diantaranya ialah pengaruh terhadap kekuatan geser massa batuan. Semakin banyak bidang diskontinu yang memotong massa batuan, maka semakin kecil kekuatan geser batuan. Hal ini akan meningkatkan peluang terjadinya longsoran.

Menurut Giani (1992), diskontinuitas merupakan istilah umum yang digunakan sebagai istilah untuk batuan yang mengalami kerusakan. Diskontinuitas merepresentasikan bidang lemah pada massa batuan serta merupakan bidang yang memisahkan massa batuan menjadi bagian yang terpisah, seperti bedding plane (bidang perlapisan), joint (kekar), fault (patahan), cleavage, dan foliation (foliasi). Semua jenis diskontinuitas memiliki sifat-sifat fisik sebagai berikut:

1. Arah diskontinuitas.
2. Spasi diskontinuitas.
3. Lebar bukaan diskontinuitas.
4. Intensitas diskontinuitas.
5. Kekasaran diskontinuitas.

Diskontinuitas ini dapat diisi dengan beberapa material pengisi yang menunjukkan parameter kekuatan seperti kohesi dan gesekan di sepanjang permukaan batuan. Berikut berbagai macam jenis diskontinuitas beserta pengaruhnya terhadap kestabilan lereng batuan penggalian batuan:

a. Bedding Plane

Bedding Plane merupakan istilah bidang perlapisan yang terdapat pada batuan sedimen. Bidang perlapisan ini juga dapat muncul pada permukaan antara berbagai jenis batuan yang berbeda dengan jarak yang bervariasi dalam satu unit batuan tunggal. Pada beberapa jenis batuan, pergerakan sepanjang bidang perlapisan akan memperlemah zona geser yang akan mengurangi nilai kuat geser. Sehingga sifat dan inklinasi dari bidang perlapisan ini selalu menjadi pertimbangan utama dalam penilaian kestabilan lereng pada batuan sedimen.

b. Point (Kekar)

Point (Kekar) merupakan jenis diskontinuitas yang terbentuk secara alami tanpa mengalami pergerakan atau walaupun bergerak, pergerakan tersebut sangat sedikit sehingga bisa diabaikan. (Kekar merupakan jenis diskontinuitas yang sering menjadi pertimbangan. Hal ini disebabkan

kekar merupakan bidang diskontinu yang telah pecah dan terbuka, sehingga menjadi bidang lemah pada massa batuan. Selain itu, kekar hampir selalu ada pada suatu massa batuan. Oleh sebab itu, dalam pertimbangan geoteknik, seringkali kekar lebih menjadi perhatian dibandingkan jenis bidang diskontinu lainnya.

c. Fault (Sesar)

Fault (Sesar) lebih jarang ditemukan pada suatu massa batuan dibandingkan dengan kekar dan akan memperlihatkan tanda ketika bidang tersebut telah mengalami perpindahan atau pergerakan. Hal ini dapat dilihat dari adanya zona hancuran maupun slickenside atau jejak yang terdapat disepanjang bidang sesar. Sesar dikenal juga sebagai zona lemah (weakness zone) karena dapat mempengaruhi kestabilan massa batuan dalam skala wilayah yang luas.

d. Cleavage (Bidang belah)

Cleavage (Bidang belah) merupakan jenis struktur diskontinuitas yang terdapat pada jenis batuan metamorf. Jenis diskontinuitas terkait dengan cleavage ini cenderung halus (sering dilihat sebagai set paralel garis lurus). Cleavage yang terdapat pada massa batuan, cenderung menjadi faktor utama yang mengendalikan kestabilan lereng.

e. Unconformities (Ketidakselarasan)

Unconformities (ketidakselarasan) merupakan permukaan yang mewakili adanya kerusakan pada proses sedimentasi. Kerusakan seperti ini hanya signifikan secara struktural di mana beberapa erosi atau kemiringan batuan

telah terjadi sebelum pengendapan material di atasnya (ketidakselarasan sudut). Ketidakselarasan sudut biasanya terjadi pada area yang luas. Permukaan sering tidak teratur dengan perubahan kemiringan yang terjadi secara tiba-tiba. Ketidakselarasan biasanya menandai perubahan dalam sifat batuan. Hal ini bisa menjadi zona lemah pada massa batuan (Baker,1981).

Pengaruh dari adanya tegangan retak terhadap kestabilan lereng adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan geser massa batuan akibat akan berkurang akibat adanya retakan.
2. Tekanan air yang terdapat pada permukaan retakan merupakan faktor pendorong terjadinya longsoran.
3. Air yang terdapat pada celah retakan cenderung mengurangi kekuatan massa batuan lereng tersebut.

Kondisi bidang diskontinu meliputi persistensi (kemenerusan dari kekar), kekesaran kekar, isian kekar, pelapukan dinding kekar.

#### 1. Persistensi

Persistensi merupakan sifat kemenerusan dari bidang-bidang kekar atau panjang dari bidang diskontinuitas pada suatu massa batuan, Makin besar persistensi suatu massa batuan, maka nilai bobot massa batuan tersebut semakin kecil dan begitupun sebaliknya.







## 2. Bukaan Kekar (Aperture)

Bukaan Kekar (Aperture) merupakan besarnya bukaan dari suatu bidang diskontinuitas yang bervariasi dari bukaan sangat rapat hingga sangat lebar. Berdasarkan klasifikasi RMR, kondisi bukaan kekar dan bobotnya terdiri atas:

- Tidak ada bukaan memiliki bobot 6
- Rekanan terkunci sangat rapat ( $<0,1$  mm) memiliki bobot 5
- Rekanan terkunci rapat ( $0,1 - 1$  mm) memiliki bobot 4
- Rekanan terbuka ( $1 - 5$  mm) memiliki bobot 1
- Rekanan terbuka lebar ( $>5$  mm) memiliki bobot 0

## 3. Kekerasan Kekar

Kekasaran dinding bidang kekar merupakan parameter penting dari kekuatan geser, khususnya dalam kasus kekar yang tidak terisi. Ada beberapa tujuan mengetahui kekasaran kekar, yakni untuk memperkirakan atau menghitung kekuatan geser dan dilatasi, serta melakukan pembobotan kualitas massa batuan. Penentuan kekasaran pada penelitian ini menggunakan pembandingan (komparator) antara profil kekasaran yang sudah ada (Barton Roughness) dengan gambaran bentuk permukaan kekasaran kekar batuan. Angka skala kekasaran Barton akan diterapkan untuk menilai kekasaran bidang kekar (lihat Gambar 2.4)

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)					
<p>From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.</p>		SURFACE CONDITIONS			
		VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces	GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces	POOR Slackensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY →				
 <p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p>	90			N/A	N/A
 <p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p>	80	70			
 <p>VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p>		60			
 <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p>			50		
 <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p>			40		
 <p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p>			30		
			20		
	N/A	N/A			10

Gambar 2.4 Profil bentuk dan kekerasan bidang kekar (Hoek, 2007)

4. Material Isian

Kekar Material pengisi didefinisikan sebagai isian celah antar permukaan bidang kekar yang umumnya terdiri dari pasir, kalsit, lempung, lanau, breksi, kuarsa dan pirit. Keberadaan material pengisi secara fisik akan berperan mempengaruhi kekuatan jangka pendek dan jangka panjang massa batuan. Faktor - faktor yang

berpengaruh kekuatan material pengisi yaitu sifat material pengisi (mineralogi), ukuran partikel, kadar air dan permeabilitas, kekasaran dinding, dan lebar antar dinding batuan. Dalam melakukan pembobotan terhadap kondisi isian kekar menggunakan sistem RMR hanya perlu memperhatikan ketersediaan dan kekuatan material pengisi tersebut. Bila di dalam kekar tersebut tidak tersedia material pengisi, maka bobotnya menjadi paling tinggi, sebaliknya bila di dalam kekar terdapat material pengisi, maka perlu diuji lebih lanjut kekuatan material pengisi tersebut. Untuk menguji kekuatan material pengisitersebut ada beberapa cara praktis dan standar yang dapat digunakan, yakni menggunakan pisau lipat dan palu geologi dan metode yang disarankan ISRM.

#### 5. Pelapukan

Kondisi pelapukan dinding kekar dapat dilihat secara fisik dengan melakukan observasi secara komprehensi terhadap dinding bidang diskontinuitas yang diukur. Kondisi pelapukan dinding massa batuan terdiri atas beberapa kelas, yang selanjutnya dapat dikelompokkan atas 3 kategori utama, yakni kondisi segar, terlapukkan, dan terubah . Pembobotan terhadap kondisi pelapukan ini dapat disesuaikan dengan pengamatan secara visual terhadap massa batuan yang diukur. Semakin segar massa batuan tersebut, maka bobotnya semakin tinggi serta sebaliknya.

### **2.3.2 Daya Dukung Pondasi**

Pondasi merupakan bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada dan ke dalam tanah dan batuan yang terletak di bawahnya (Bowles, 1991).

Bowles (1991) menjelaskan bahwa sebuah pondasi harus mampu memenuhi beberapa persyaratan stabilitas dan deformasi, seperti :

1. Kedalaman harus berada di bawah daerah perubahan volume musiman yang disebabkan oleh pembekuan, pencairan, dan pertumbuhan tanaman.
2. Kedalaman harus memadai untuk menghindarkan pergerakan tanah lateral dari bawah pondasi, khusus untuk pondasi tapak dan rakit.
3. Sistem harus aman terhadap penggulingan, rotasi, penggelinciran atau pergeseran tanah.
4. Sistem harus aman terhadap korosi atau kerusakan yang disebabkan oleh bahan berbahaya yang terdapat di dalam tanah.
5. Sistem harus cukup mampu beradaptasi terhadap beberapa perubahan geometri konstruksi atau lapangan selama proses pelaksanaan dan mudah dimodifikasi jika perubahan diperlukan.
6. Metode pemasangan pondasi harus seekonomis mungkin.
7. Pergerakan tanah keseluruhan (umumnya penurunan) dan pergerakan diferensial harus dapat ditolerir oleh elemen pondasi dan elemen bangunan atas.
8. Pondasi dan konstruksinya harus memenuhi syarat standar untuk perlindungan lingkungan.

Pada umumnya jenis pondasi dapat digolongkan menjadi 2 tipe, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

1. Pondasi Dangkal (Shallow Foundation) Pondasi dangkal adalah pondasi yang tidak memerlukan galian tanah yang terlalu dalam karena letak tanah



kerasnya tidak terlalu jauh dari permukaan tanah dasar. Beberapa contoh dari pondasi dangkal adalah pondasi tapak, pondasi memanjang, pondasi tikar,dll.

2. Pondasi Dalam (Deep Foundation) Pondasi dalam adalah pondasi yang memerlukan pemancangan atau pengeboran dalam karena letak tanah kerasnya yang jauh dari permukaan tanah dasar. Beberapa contoh dari pondasi dalam adalah pondasi tiang pancang, bore pile, dan pondasi sumuran. Dalam penelitian ini jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang.