

**ANALISA PENENTUAN PARAMETER MEKANIK BATUAN DENGAN METODE RMR DAN GSI PADA KAWASAN PANTAI MELASTI, BALI**

**I Made Wahyu Pramana<sup>1)</sup>, I Wayan Arya<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Bali,  
pramanawahyu@pnb.ac.id

<sup>2</sup>Politeknik Negeri Bali,  
aryawayan@pnb.ac.id

**ABSTRAK**

*Untuk dapat melakukan analisa stabilitas lereng batuan diperlukan penentuan karakteristik dan klasifikasi batuan serta parameter fisis dan mekanis dari batuan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai parameter mekanik batuan dengan metode RMR dan GSI. Hasil dari penelitian ini adalah batuan kawasan pantai Melasti masuk ke dalam kelas batuan menengah (fair rock) dengan nilai  $GSI = 35 - 45$ . Parameter mekanik batuan kawasan pantai Melasti dari metode RMR adalah  $w = 25 - 35$  dan  $c = 200 \text{ KPa} - 300 \text{ KPa}$ , sedangkan parameter mekanik dari batuan dengan menggunakan metode GSI adalah  $w = 24 - 29$  dan  $c = 256 \text{ KPa} - 330 \text{ KPa}$ .*

**Kata Kunci :** parameter mekanik batuan, RMR, GSI.

**ABSTRACT**

*In order to do bearing capacity and slope stability analysis of rock, determination of physical and mechanical parameter of the rock is needed. The objective of this study is to determine the mechanical parameter of the rock using RMR and GSI method. Result of this study are rock in Melasti beach area is classified into fair rock with range of GSI value of 35 to 45. Mechanical parameter of the rock*

*using RMR method are  $w = 25 - 35$  and  $c = 200 \text{ KPa} - 300 \text{ KPa}$  and mechanical parameter using GSI method is  $w = 24 - 29$  and  $c = 256 \text{ KPa} - 330 \text{ KPa}$ .*

**Keyword :** rock mechanical properties, RMR, GSI

**1. PENDAHULUAN**

Kawasan pantai Melasti merupakan salah satu objek wisata unggulan yang sedang dikembangkan oleh pemerintah Provinsi Bali. Pantai ini berlokasi di bagian selatan Pulau Bali, tepatnya di Desa Ungasan, Kabupaten Badung, Bali. Jumlah wisatawan yang berkunjung meningkat setiap tahun dikarenakan keindahan pantai dan fasilitas penunjang pariwisata yang lengkap. Berikut merupakan foto gambaran kawasan Pantai Melasti, Ungasan.



Gambar 1.  
Situasi Kawasan Pantai Melasti

Untuk pengembangan kawasan pariwisata, desa adat Ungasan sebagai pengelola kawasan sedang melakukan pembangunan berbagai macam fasilitas penunjang pariwisata dengan melakukan pengerukan massa batuan yang ada di sekitar kawasan pantai. Lereng massa batuan yang terbentuk dari kegiatan pengerukan dapat menjadi tidak stabil karena momen penggerak lebih besar dari momen penahan. Oleh karena itu, diperlukan studi mengenai massa batuan yang sedang dalam pengerukan tersebut. Gambar 2 menunjukkan situasi di sekitar

kawasan pantai yang sedang dilakukan pengerukan



Gambar 2.

Kegiatan Pengerukan yang Dilakukan di sekitar Kawasan Pantai Melasti

Agar dapat melakukan analisa stabilitas lereng, diperlukan studi mengenai karakteristik, klasifikasi batuan serta penentuan nilai parameter mekanik dari massa batuan tersebut. Karakteristik tersebut dapat menentukan dari kuat geser massa batuan. Kuat geser adalah tahanan internal terhadap geser pada berbagai bidang di dalamnya[2]

Untuk menentukan klasifikasi batuan pada digunakan metode RMR (*Rock Mass Rating*) dan GSI (*Geological Strength Index*)[3]. Penentuan karakteristik dan klasifikasi dengan kedua metode diatas memerlukan penyelidikan tanah baik secara langsung di lapangan dan di laboratorium. Pengujian di lapangan meliputi: pengamatan langsung di lapangan mengenai jenis batuan dan kondisi keretakan massa batuan, melakukan uji coring Sedangkan uji laboratorium adalah melakukan uji berat volume batuan dan UCT.

Penelitian mengenai analisa karakteristik batuan telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti sebelumnya. Ardana dan Aribudiman (2017)[4] telah melakukan penelitian

mengenai karakteristik batuan di kawasan pecatu, dimana kawasan tersebut berlokasi cukup dekat dengan kawasan Pantai Melasti dan mempunyai kondisi geologis yang relatif hampir sama. Oleh karena itu, hasil penelitian sebelumnya dapat digunakan sebagai kontrol atau pembanding untuk penelitian ini.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di kawasan pantai Melasti di bagian selatan Pulau Bali, tepatnya di Desa Ungasan, kabupaten Badung, Bali. Penelitian lapangan dan proses pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 17 April 2020. Uji laboratorium dilakukan pada tanggal 20 – 30 April 2020. Lokasi dari penelitian ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 3.  
Lokasi Penelitian

**2.2 Tipe Data dan Teknik Pengambilan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diantaranya adalah: data hasil observasi lapangan, data uji laboratorium dan data pengukuran keretakan di lapangan. Data sekunder diantaranya adalah penelitian – penelitian sebelumnya dan literatur.

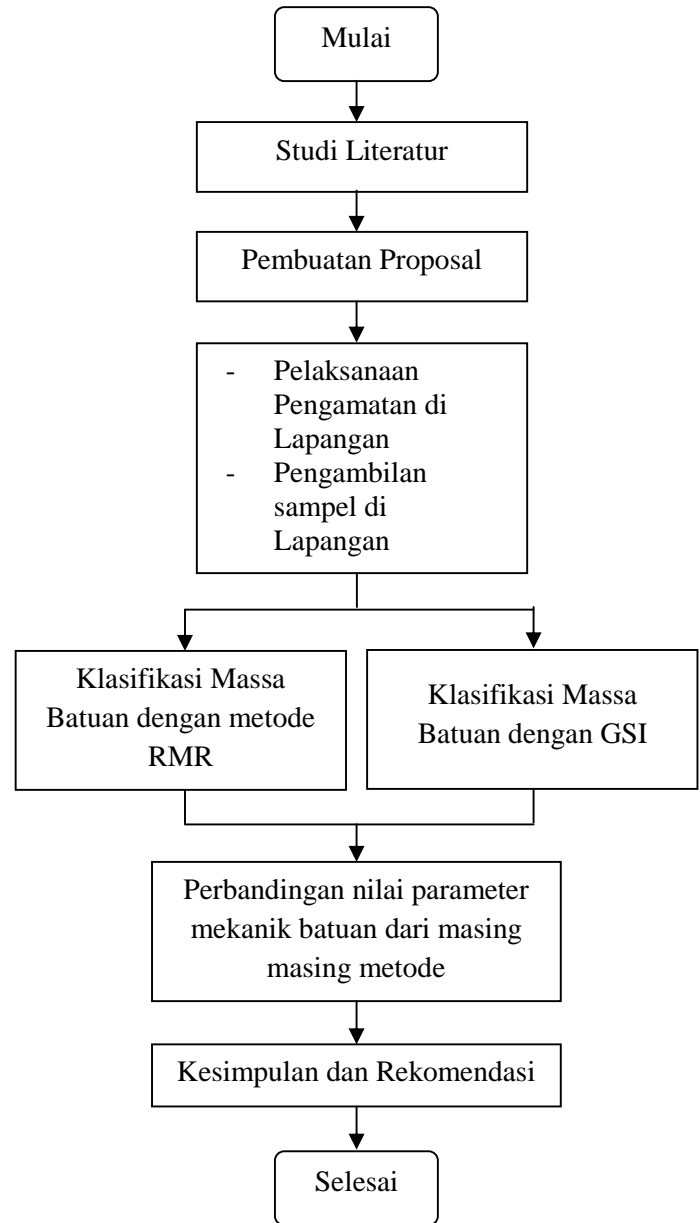
**2.3 Teknik Analisis Data**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dan aplikatif, dimana penelitian aplikatif adalah penelitian yang dapat menyelesaikan masalah yang terjadi di lapangan[5]

Adapun pelaksanaan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengamati massa batuan secara keseluruhan. Mengidentifikasi jenis batuan, kondisi keterakan, dan level muka air tanah.
2. Melakukan coring inti batuan untuk mendapatkan sampel batuan tak terganggu dan nilai RQD (*Rock Quality Designation*)
3. Melakukan tes UCT dan uji berat isi pada benda uji inti batuan yang telah didapatkan sebelumnya. Kedua uji ini dilakukan di laboratorium.
4. Melakukan klasifikasi massa batuan menggunakan metode RMR dan GSI.
5. Menentukan parameter mekanik batuan dengan kedua metode tersebut dan membandingkannya

Kegiatan penelitian disajikan ke dalam diagram alir pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Penyelidikan Kondisi Massa Batuan**

Penyelidikan jenis batuan dan kondisi massa batuan di lapangan dilakukan dengan cara melakukan pengamatan visual secara langsung di lapangan. Dari pengamatan jenis dan kondisi batuan maka massa batuan dapat dikelompokkan menurut kualitas massa batuan tersebut.

Hasil pengamatan dilapangan didapat bahwa massa batuan terbentuk dari endapan/sedimen partikel organisme laut yang mengendap dan menyembul ke permukaan tanah akibat dari proses pergerakan tektonik yang panjang. Material batuan pembentuk utama adalah kapur (*limestone*). Dengan kondisi muka air tidak ditemukan baik pada puncak lereng maupun dasar lereng dan dengan spasi keretakan antara 6 cm sampai 20 cm. Gambar 5 menunjukkan kondisi massa batuan pada kawasan Pantai Melasti



Gambar 5. Keretakan yang Ada pada Massa Batuan di Kawasan Pantai Melasti

### 3.2 Penyelidikan Lapangan

Penyelidikan lapangan dilakukan dengan melakukan uji coring inti batuan sekaligus untuk mendapatkan contoh tanah tak terganggu. Uji coring dilakukan pada 4 (empat) titik, yaitu: 2 titik di bagian puncak lereng dan 2 titik di bagian dasar lereng. Hasil dari uji coring disajikan ke dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Coring

No. Titik Coring	Kedalaman Coring (cm)	Tinggi Benda Uji (cm)
1	35	20
2	26	7
3	30	28
4	27	26

Nilai RQD batuan dapat ditentukan dari:

$$RQD = \frac{\text{panjang sampel didapat}}{\text{panjang total uji coring}} \times 100\% \quad (1)$$

$$RQD = \frac{20+7+28+26}{35+26+30+27} \times 100\%$$

$$RQD = 68 \%$$

Keterangan:

RQD : Nilai *Rock Quality Designation*

### 3.3 Penyelidikan Laboratorium

Hasil pengujian benda uji di laboratorium ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium

No Sampel	Berat Jenis	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Nilai UCT (MPa)
1	2.67	2140	16
2	2.68	2396	31
3	2.69	2512	59

### 3.4 Analisa Klasifikasi Batuan dengan Metode RMR

Berdasarkan pengujian baik di lapangan maupun di laboratorium didapatkan rating massa batuan sebagai berikut:

Tabel 3.  
Nilai RMR Batuan

Parameter	Deskripsi	Nilai Rating
Nilai UCS	30 MPa	4
RQD	68 %	13
Spasi Keretakan	0.06 – 0.2 m	10
Kondisi Keretakan	Kondisi permukaan kasar, terjadi pelapukan, separation 1 – 5 mm	10
Muka Air	dry	15
Total Nilai Rating		52

Massa batuan pada Pantai Melasti – Ungasan mendapatkan total rating 52 dan dapat dikategorikan sebagai batuan kelas menengah (*fair rock*). Nilai parameter mekanisnya untuk batuan kelas menengah sesuai dengan tabel RMR adalah : Sudut geser dalam ( $\phi$ ) : 25° - 35° dan Kohesi (c) : 200 KPa – 300 KPa

**3.5 Analisa Klasifikasi Batuan dengan Metode GSI**

Analisa klasifikasi batuan dengan menggunakan nilai GSI dilakukan dengan cara penyelidikan visual secara langsung dilapangan dan memplot nilai yang sudah ditentukan oleh bagan klasifikasi Hoek dan Brown. Kondisi batuan pada kawasan pantai melasti adalah: *bloky, distributed/seamy*: tersusun oleh blok batuan bersudut tajam yang saling bersinggungan. Kondisi permukannya adalah: terjadi pelapukan sedang, dan kondisi permukaan yang bermacam – macam.



Gambar 6.  
Bagan Klasifikasi Batuan Hoek dan Brown

Dari keadaan massa batuan yang telah diamati, nilai GSI dari massa batuan kawasan Pantai Melasti adalah antara 35 – 45. Untuk penentuan nilai GSI dianjurkan untuk menggunakan rentang atau *range* karena penilaian di lapangan berifat subjektif.

Untuk menentukan parameter mekanik dari batuan menggunakan metode GSI dibutuhkan perhitungan tambahan dengan formula yang telah dikembangkan oleh Hoek dan Brown sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \left( m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a \dots(2)$$

Keterangan :

- 1 : tegangan utama mayor
- 3 : tegangan utama minor
- ci : nilai UCS benda uji
- s : konstanta (0 untuk batuan lemah dan 1 untuk batuan utuh)

- a : konstanta (0.5 untuk batuan dengan kualitas bagus dan 0.65 untuk batuan dengan kualitas rendah)
- $m_b$  : konstanta berdasarkan jenis batuan

Untuk mendapatkan tiap konstanta yang dibutuhkan dalam persamaan Hoek and Brown dikembangkan perkiraan praktis dari konstanta tersebut.

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI-100}{28-14D}\right) \dots\dots(3)$$

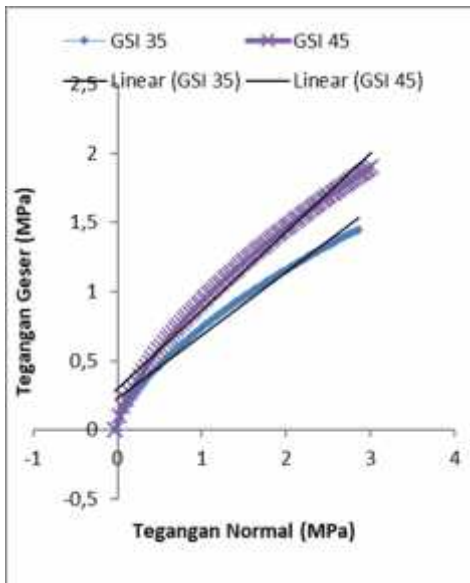
$$s = \exp\left(\frac{GSI-100}{9-3D}\right) \dots\dots\dots(4)$$

$$\alpha = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} (e^{-GSI/15} - e^{-20/3}) \dots\dots(5)$$

Keterangan:

- $m_i$  : konstanta batuan utuh
- GSI : nilai GSI berdasarkan pengamatan

Hasil dari perhitungan diplot ke dalam grafik pada Gambar 7, dimana grafik adalah antara Tegangan Normal vs Tegangan Geser.



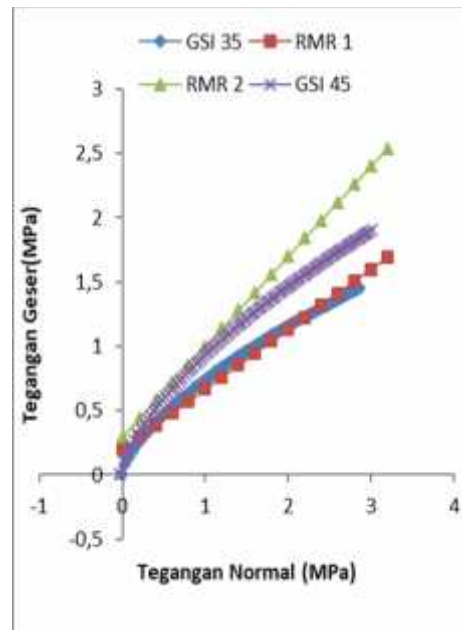
Gambar 7.  
Grafik Tegangan Normal vs Tegangan Geser pada metode GSI

Kurva yang diperoleh dari kriteria Hoek dan Brown kemudian dilakukan pendekatan dengan menggunakan *linier trendline* agar didapatkan nilai parameter mekanik Mohr-Coulomb yang digunakan dalam perhitungan stabilitas. Adapun rentang hasil parameter mekanik dari metode GSI adalah:

- Sudut geser dalam ( $\phi$ ) :  $24^\circ - 29^\circ$
- Kohesi (c) : 256 KPa – 330 KPa

### 3.6 Perbandingan Hasil Penentuan Nilai Parameter Mekanik dengan Metode RMR dan GSI

Untuk dapat melihat perbandingan nilai parameter mekanik dari batuan berdasarkan nilai RMR dan GSI, data dari nilai RMR dan GSI diplot dalam satu grafik yang sama. Berikut merupakan grafik perbandingan nilai parameter mekanik dari kedua metode:



Gambar 8.  
Perbandingan Grafik Tegangan Normal vs Tegangan Geser pada metode RMR dan GSI

Tabel 4.  
Hasil Penentuan Parameter Mekanik  
Batuan dari Metode RMR dan GSI

Metode	Sudut Geser Dalam	Kohesi
RMR	25° - 35°	200 KPa – 300 KPa
GSI	24° - 29°	256 KPa – 330 KPa

Gambar 8 menunjukkan kedua metode menghasilkan kisaran atau rentang nilai parameter mekanik batuan yang hampir sama, dimana batas atas dan batas bawah dari kisaran nilai parameter mekanik menunjukkan hasil yang relatif sama. Dengan demikian kedua metode ini dapat digunakan dalam melakukan perencanaan teknik sipil, baik untuk melaksanakan perhitungan stabilitas lereng maupun daya dukung pondasi. Namun, karena pemberian nilai pada metode RMR maupun GSI mempunyai nilai subjektivitas yang cukup tinggi, yang artinya nilai rating dapat sedikit berubah tergantung dari pengelihatian pengamat, maka penentuan tepat nilai parameter mekanik tidak dapat dilakukan.

Untuk mendapatkan nilai keamanan yang tinggi dianjurkan untuk menggunakan nilai parameter mekanik dari batuan yang memiliki nilai yang rendah, dimana diasumsikan batuan memiliki kekuatan yang lemah. Dan apabila dalam perencanaan membutuhkan penghematan biaya, dapat diambil nilai parameter mekanik batuan yang tinggi tetapi masih di dalam range yang didapatkan. Keputusan menggunakan parameter mekanik dalam perencanaan dapat pula didasarkan keseimbangan antara nilai keamanan dan biaya, dimana dapat diambil nilai tengah dari kedua parameter tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah dan analisa yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jenis batuan pada Pantai Melasti - Ungasan adalah batuan endapan kapur dengan rating massa batuan (RMR) termasuk kelas batuan menengah (*Fair Rock*).
2. Nilai GSI batuan Pantai Melasti adalah 35 - 45
3. Parameter mekanik dari batuan untuk metode RMR adalah
  - a. Sudut geser dalam ( $\phi$ ) : 25 - 35°
  - b. Kohesi (c) : 200 - 250 KPa
4. Adapun sifat mekanik dari batuan untuk metode GSI adalah
  - a. Sudut geser dalam ( $\phi$ ) : 24 - 29°
  - b. Kohesi (c) : 256 - 330 KPa

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Sivakugan, N., Shukla, S.K. dan Das, B.M. (2013). *Rock Mechanics an Introduction*. USA: CRC Press.
- Das, Braja M. (1993). *Principal of Geotechnical Engineering*. Canada:Nelson
- Bieniawski, Z.T. (1989). *Engineering Rock Mass Classification*. New York: Wiley
- Ardana, M.D.W dan Aribudiman, I.N. (2017). *Analisis Karakteristik Batuan Kapur (Limestone dan Chalk) di Kawasan Bukit Pecatu Kabupaten Badung Bali*.
- Yusuf, A.M. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan penelitian gabungan*. Prenada Media.

