

TUGAS AKHIR

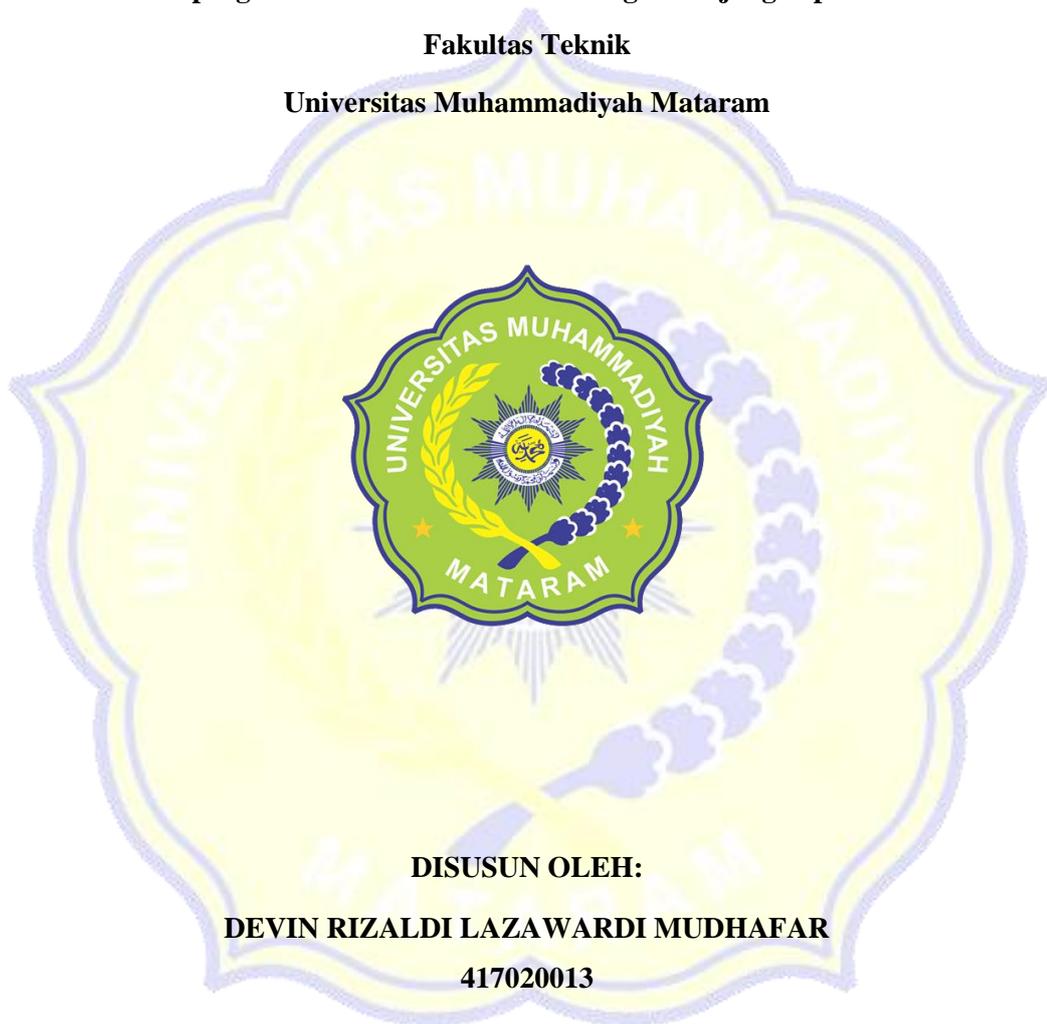
**STUDI GEOTEKNIK MENGGUNAKAN *GEOLOGICAL STRENGTH INDEX*
SYSTEM PADA LERENG BATUAN DI DAERAH SENGGIGI
KABUPATEN LOMBOK BARAT**

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi

Pada program Studi Teknik Pertambangan Jenjang Diploma III

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



DISUSUN OLEH:

DEVIN RIZALDI LAZAWARDI MUDHAFAR

417020013

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2020

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

**STUDI GEOTEKNIK MENGGUNAKAN *GEOLOGICAL STRENGTH INDEX*
SYSTEM PADA LERENG BATUAN DI DAERAH SENGGIGI
KABUPATEN LOMBOK BARAT**

Disusun Oleh:

DEVIN RIZALDI LAZAWARDI MUDHAFAR

417020013

Mataram, 19 Agustus 2020

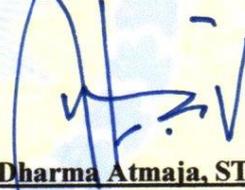
Pembimbing I,



Dr. Dwi Winarti, ST., MT.

NIDN.0818117201

Pembimbing II,



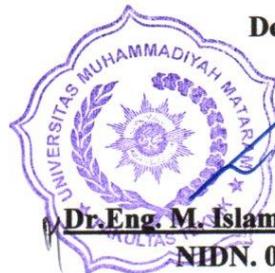
I Gde Dharma Atmaja, ST., M.Sc.

NIDN.0009027601

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,



Dr.Eng. M. Islamy Rusvda, ST., MT.

NIDN. 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS AKHIR

**STUDI GEOTEKNIK MENGGUNAKAN *GEOLOGICAL STRENGTH INDEX*
SYSTEM PADA LERENG BATUAN DI DAERAH SENGGIGI
KABUPATEN LOMBOK BARAT**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

DEVIN RIZALDI LAZAWARDI MUDHAFAR
417020013

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari Selasa, 18 Agustus 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr. Dwi Winarti, ST.,MT.
2. Penguji II : I Gde Dharma Atmaja, ST., M.Sc.
3. Penguji III : Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc.



Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN. 0824017501

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali naskah yang tertulis yang dikutip dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Mataram, Agustus 2020

Penulis

Devin Rizaldi Lazawardi Mudhafar





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat

Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906

Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devin Rizaldi Lazawardi Mudhafar
NIM : 417020013
Tempat/Tgl Lahir : Ruteng / 5 Oktober 1995
Program Studi : D3 Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 082340051195 / devinrizaldi@gmail.com
Judul Penelitian : -

Studi Geoteknik Menggunakan Geological Strength Index System pada lereng Batuan di Daerah Senggigi Kabupaten Lombok Barat

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 23/8/20

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 25 Agustus 2020

Penulis



Devin Rizaldi L M
NIM. 417020013

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devin Rizaldi Lazawardi Mudhafar
NIM : 417020013
Tempat/Tgl Lahir : Ruteng / 5 Oktober 1995
Program Studi : D3 Teknik Per tambangan
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 082340051195 / devinrizaldi@gmail.com
Jenis Penelitian : Skripsi KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Studi Geoteknik Menggunakan Geological Strength Index System pada Lereng Batuan di Daerah Senggigi Kabupaten Lombok Barat

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 25 Agustus 2020

Penulis



Devin Rizaldi L M
NIM. 417020013

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

ABSTRAK

Klasifikasi massa batuan merupakan proses menempatkan massa batuan ke dalam suatu kelompok atau kelas berdasarkan kriteria yang ditentukan sehingga perilaku massa batuan dapat diprediksikan. Terdapat beberapa sistem untuk mengetahui kualitas massa batuan, salah satunya yaitu menggunakan *Geological Strength Index System*. *Geological Strength Index* merupakan pengklasifikasian kualitas massa batuan berdasarkan kondisi geologi. Pengklasifikasian ini dapat memudahkan dalam mendeskripsi massa batuan yang terkekarkan atau mengalami deformasi kuat. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kualitas massa batuan yang terdapat pada daerah Senggigi berdasarkan nilai *Geological Strength Index*. Hasil dari penelitian juga diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu dasar perencanaan desain lereng yang stabil pada daerah tersebut.

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap lapangan, dan tahap pasca lapangan. Tahap persiapan meliputi penyusunan rancangan awal penelitian, studi literatur, pengurusan izin penelitian, observasi lapangan, dan persiapan alat. Tahap lapangan meliputi pengamatan geomorfologi, struktur geologi, litologi, pengukuran parameter *Geological Strength Index*, dan pengambilan sampel batuan. Tahap pasca lapangan berupa pengolahan data meliputi peringkat struktur dan peringkat kondisi permukaan untuk mendapatkan nilai *Geological Strength Index*.

Berdasarkan hasil perhitungan parameter *Geological Strength Index* yang meliputi peringkat struktur (SR) dan peringkat kondisi permukaan (SCR) pada lereng batuan di daerah Senggigi, Kabupaten Lombok Barat diperoleh nilai *Geological Strength Index* antara 33 – 44. Berdasarkan klasifikasi massa batuan (Bieniawski, 1989), maka nilai tersebut menunjukkan bahwa massa batuan pada lereng batuan di daerah penelitian memiliki kualitas massa batuan yang buruk hingga sedang.

Kata kunci: Geoteknik, lereng, batuan, *Geological Strength Index*, Senggigi

ABSTRACT

Rock mass classification is the process of placing rock masses into a group or class based on defined criteria so that the behavior of rock masses can be predicted. There are several systems to determine the quality of rock mass; one of them is using the Geological Strength Index System. Geological Strength Index is a classification of rock mass quality based on geological conditions. This classification can make it easier to describe rock masses that are flexed or experience intense deformation. By conducting this research, it is hoped that it can determine the quality of the rock mass found in the Senggigi area based on the Geological Strength Index value. The results of the research are expected to be applied as a basis for planning a stable slope design in the area.

The research action is divided into three stages, namely the preparation stage, the field stage, and the post-field stage. The preparation stage includes the preparation of the initial research design, literature study, research permit processing, field observations, and equipment preparation. The field stage includes geomorphological observations, geological structures, lithology, measurement of Geological Strength Index parameters, and rock sampling. The post-field stage in the form of data processing includes ranking structures and surface conditions to obtain the Geological Strength Index value.

Based on the results of the calculation of the Geological Strength Index parameter, which includes structural rating (SR) and surface condition rating (SCR) on rock slopes in the Senggigi area, West Lombok Regency, the Geological Strength Index value is obtained between 33 - 44. Based on the rock mass classification [Bieniawski, 1989], then this value indicates that the rock mass on the rock slope in the study area has poor to moderate rock mass quality.

Keywords: Geotechnical, slopes, rocks, Geological Strength Index, Senggigi

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM

KEPALA
LABORATORIUM BAHASA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

Moh. Fauzi Bafadul.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“STUDI GEOTEKNIK MENGGUNAKAN *GEOLOGICAL STRENGTH INDEX SYSTEM* PADA LERENG BATUAN DI DAERAH SENGGIGI KABUPATEN LOMBOK BARAT”**. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan pada Program Studi D3 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

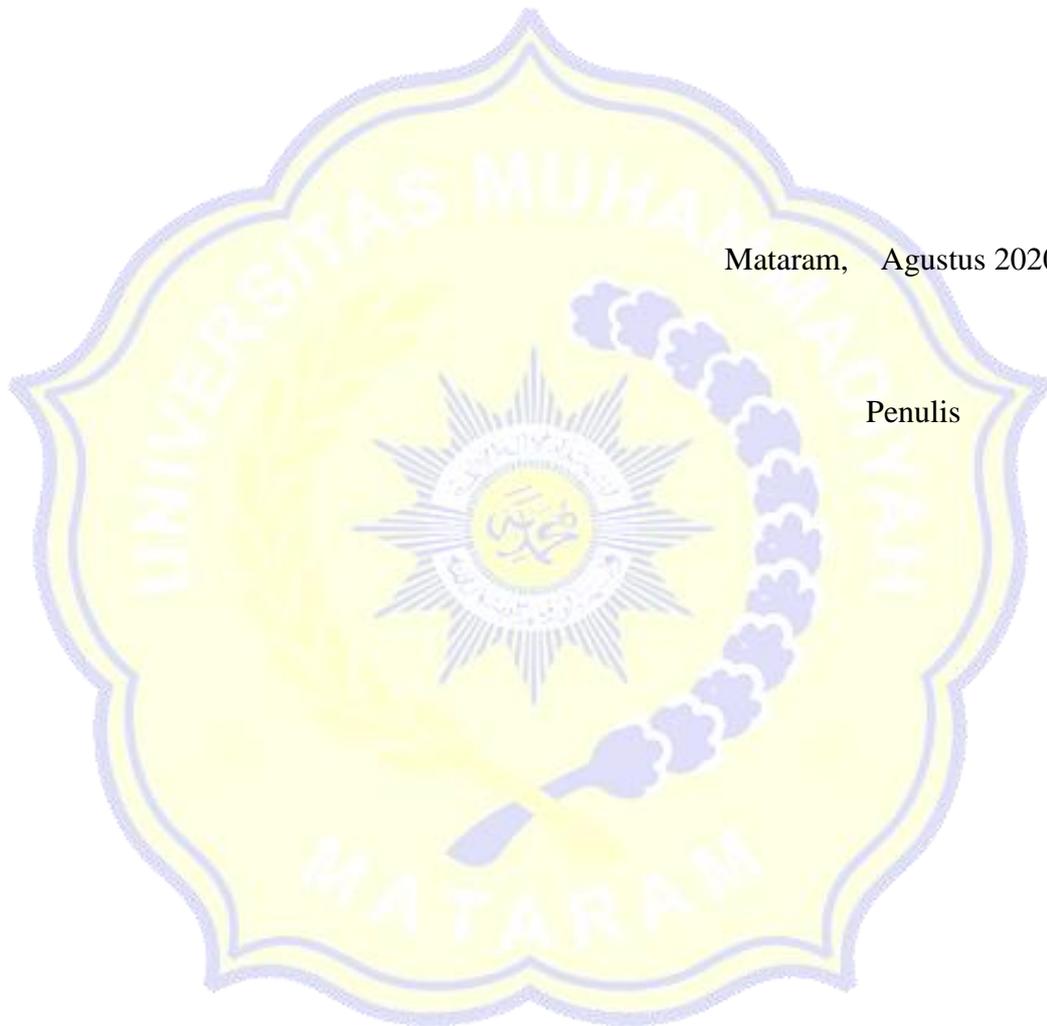
Selesainya penyusunan Tugas Akhir ini ialah berkat bantuan dan bimbingan dari para dosen pembimbing serta berbagai pihak terkait, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Dr. H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr.Eng. M. Islamy Rusyda, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Dwi Winarti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
5. I Gde Dharma Atmaja, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Civitas Akademik Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Kedua Orang tua beserta semua saudara yang telah memberikan dukungan dan doa selama proses pembuatan Tugas Akhir.
8. Teman-teman serta seluruh pihak yang terkait dalam membantu mensukseskan penelitian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik agar laporan ini dapat lebih baik lagi. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pembaca, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram dan mudah-mudahan Allah melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua.

Mataram, Agustus 2020

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Penelitian Terdahulu	3
1.7. Lokasi Penelitian	4
BAB II. DASAR TEORI	6
2.1. Batuan	6
2.2. Lereng	7
2.3. Deformasi Batuan	8
2.3.1. Kekar	8
2.3.2. Sesar	9
2.3.3. Lipatan	9
2.4. <i>Geological Strength Index</i>	10
BAB III. METODE PENELITIAN	17
3.1. Peralatan	17
3.2. Tahapan Penelitian	17
3.3. Diagram Alir Penelitian	18
BAB IV. PENGUTARAAN DATA	20
4.1. Lokasi Pengamatan 1	22
4.2. Lokasi Pengamatan 2	24
4.3. Lokasi Pengamatan 3	28
4.4. Lokasi Pengamatan 4	32
4.5. Lokasi Pengamatan 5	35

BAB V. PEMBAHASAN	40
5.1. Peringkat Struktur	40
5.2. Peringkat Kondisi Permukaan	40
5.3. Kualitas Massa Batuan	41
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	43
6.1. Kesimpulan	43
6.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar

1.1.	Lokasi Penelitian	5
2.1.	<i>Joint Sets</i>	9
2.2.	Sesar Turun	9
2.3.	Lipatan	10
2.4.	Grafik Standar Klasifikasi GSI	15
3.1.	Diagram Alir Penelitian	19
4.1.	Geomorfologi Lokasi Penelitian	20
4.2.	Singkapan Batuan pada Lokasi Penelitian	21
4.3.	Kondisi Batuan pada Lokasi Penelitian	21
4.4.	Lokasi Pengamatan 1	22
4.5.	<i>Joint Sets</i> pada Lokasi Pengamatan 1	22
4.6.	<i>Scanline</i> pada Lokasi Pengamatan 1	23
4.7.	Lokasi Pengamatan 2	25
4.8.	<i>Joint Sets</i> pada Lokasi Pengamatan 2	25
4.9.	<i>Scanline</i> pada Lokasi Pengamatan 2	26
4.10.	Lokasi Pengamatan 3	28
4.11.	<i>Joint Sets</i> pada Lokasi Pengamatan 3	29
4.12.	<i>Scanline</i> pada Lokasi Pengamatan 3	29
4.13.	Lokasi Pengamatan 4	32
4.14.	<i>Joint Sets</i> pada Lokasi Pengamatan 4	33
4.15.	<i>Scanline</i> pada Lokasi Pengamatan 4	33
4.16.	Lokasi Pengamatan 5	36
4.17.	<i>Joint Sets</i> pada Lokasi Pengamatan 5	36
4.18.	<i>Scanline</i> pada Lokasi Pengamatan 5	37
5.1.	Nilai GSI pada Lokasi Penelitian	42

DAFTAR TABEL

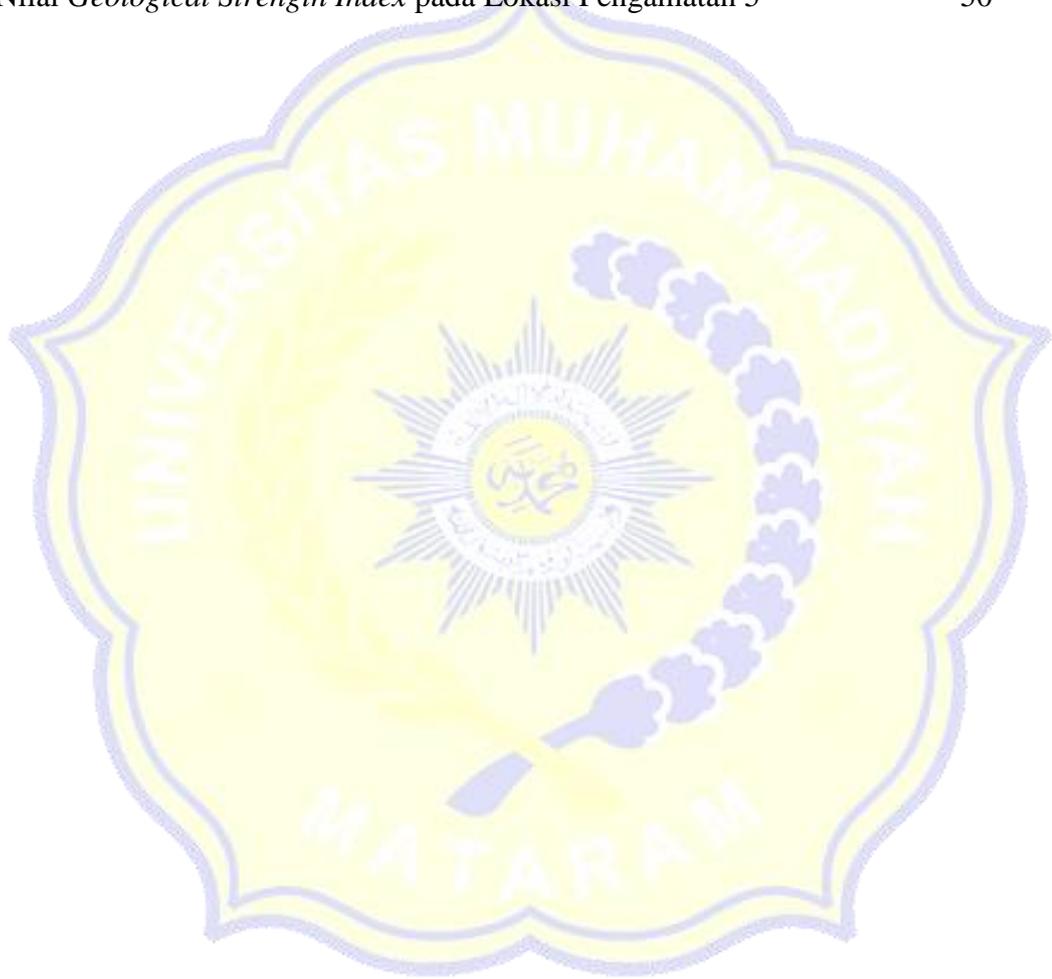
Tabel

2.1.	Tingkat Pelapukan	13
2.2.	Nilai <i>Geological Strength Index</i>	16
3.1.	Peralatan Penelitian	17
4.1.	Data Parameter <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 1	23
4.2.	Data Parameter <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 2	26
4.3.	Data Parameter <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 3	30
4.4.	Data Parameter <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 4	34
4.5.	Data Parameter <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 5	37
5.1.	Nilai Peringkat Struktur pada Setiap Lokasi	40
5.2.	Nilai Peringkat Kondisi Permukaan pada Setiap Lokasi	41
5.3.	Nilai Kualitas Massa Batuan pada Setiap Lokasi	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Nilai <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 1	46
Nilai <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 2	47
Nilai <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 3	48
Nilai <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 4	49
Nilai <i>Geological Strength Index</i> pada Lokasi Pengamatan 5	50



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Klasifikasi massa batuan merupakan proses menempatkan massa batuan ke dalam suatu kelompok atau kelas berdasarkan kriteria yang ditentukan sehingga perilaku massa batuan dapat diprediksikan. Terdapat beberapa sistem untuk mengetahui kualitas massa batuan, salah satunya yaitu menggunakan *Geological Strength Index System*. Sistem ini dapat digunakan untuk menentukan kualitas massa batuan yang tersingkap di permukaan tanah. *Geological Strength Index* merupakan pengklasifikasian kualitas massa batuan berdasarkan kondisi geologi. Pengklasifikasian ini dapat memudahkan dalam mendeskripsi massa batuan yang terkekarkan atau mengalami deformasi kuat.

Penelitian mengenai klasifikasi massa batuan dengan menggunakan *Geological Strength Index* sudah banyak dilakukan. Diantaranya penelitian yang dilakukan pada batugamping berongga di Blok Sawir, Tuban (Wijaya dkk, 2014). *Geological Strength Index* digunakan juga dalam menentukan kekuatan massa batuan untuk menganalisa kestabilan lereng pada Pit Central Tutupan PT. Adaro Indonesia di Kabupaten Tabalong (Ardi dkk, 2018). Selain itu pernah juga digunakan untuk estimasi sebaran data geoteknik di *west extraction level* tambang *deep ore zone* PT. Freeport Indonesia (Wicaksono dkk, 2018). Zaenurrohman dan Permanajati (2019) menggunakan metode *Geological Strength Index* untuk klasifikasi massa batuan dalam pengurangan potensi gerakan tanah di Purbalingga. Salah satu penelitian juga mengkaji pengaruh *Geological Strength Index* terhadap nilai faktor keamanan lereng tambang di Kabupaten Paser (Pamuji dkk, 2018).

Dari beberapa penelitian klasifikasi massa batuan tersebut belum pernah ada yang dilakukan di daerah Senggigi. Oleh sebab itu penelitian klasifikasi massa batuan dengan menggunakan metode *Geological Strength Index* perlu dilakukan

di daerah tersebut sebagai salah satu upaya dalam pencegahan dan mitigasi bencana khususnya gerakan tanah. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kualitas massa batuan yang terdapat di daerah Senggigi berdasarkan nilai *Geological Strength Index*. Hasil dari penelitian juga diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu dasar perencanaan desain lereng yang stabil pada daerah tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah nilai *Geological Strength Index* yang terdapat pada lereng batuan di lokasi penelitian.
2. Bagaimanakah kualitas massa batuan yang terdapat pada lereng batuan di lokasi penelitian.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian berada pada lereng batuan di daerah Senggigi Kabupaten Lombok Barat.
2. Lokasi penelitian merupakan bagaian dari program pengabdian kepada masyarakat oleh dosen pembimbing I.
3. Klasifikasi massa batuan menggunakan *Geological Strength Index System*.
4. Data kekar diambil dengan menggunakan metode *scanline*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai *Geological Strength Index* yang terdapat pada lereng batuan di lokasi penelitian.
2. Mengetahui kualitas massa batuan yang terdapat pada lereng batuan di lokasi penelitian.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas massa batuan pada lereng yang dapat dijadikan sebagai salah satu dasar perencanaan desain lereng yang stabil.

1.6. Penelitian Terdahulu

Dalam suatu penelitian diperlukan dukungan hasil-hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Terdapat beberapa penelitian mengenai klasifikasi massa batuan menggunakan *Geological Strength Index System*. Dengan begitu perlu dilakukan studi pustaka untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan, diantaranya adalah dengan menjadikan hasil-hasil penelitian sebelumnya sebagai acuan.

Penelitian *Geological Strength Index System* yang dilakukan oleh Wijaya dan kawan kawan pada tahun 2014 berjudul *Estimasi Geological Strength Index (GSI) System Pada Lapisan Batugamping Berongga di Tambang Kuari Blok Sawir Tuban Jawa Timur*. Dalam penelitian tersebut diperoleh struktur massa batuan (batugamping) berbentuk blok-blok yang rapat, permukaan kasar, dan terjadi pelapukan sedang. Melalui perhitungan berbagai parameter yang meliputi peringkat struktur (SR) dan kondisi permukaan diskontinuitas (SCR) untuk batugamping berongga tersebut diperoleh kualitas massa batuan buruk hingga sedang dengan nilai *Geological Strength Index* sekitar 32 – 37.

Wicaksono dkk (2018) melakukan penelitian dengan judul *Estimasi Kondisi Geoteknik Melalui Metode Geological Strength Index (GSI) di West Extraction Level Tambang Deep Ore Zone (DOZ) PT. Freeport Indonesia*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran kualitas massa batuan yang baik sampai sangat baik dengan nilai *Geological Strength Index* antara 60 – 100 berada di bagian batuan yang solid yaitu Ersberg Diorite. Sementara itu sebaran kualitas massa batuan pada bagian kontak antara batuan Diorite Endoskarn dengan Forsterite Waripi memiliki nilai yang sangat buruk sampai sedang dengan nilai *Geological Strength Index* 0 - 60.

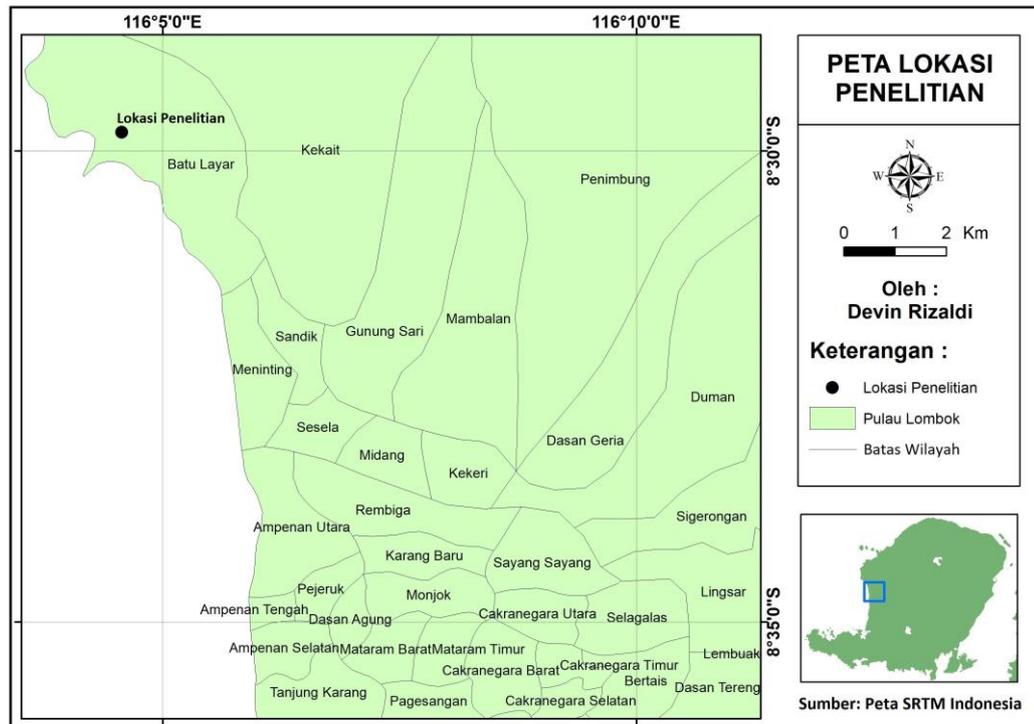
Ardi dkk (2018) melakukan penelitian dengan judul *Analisis Kestabilan Lereng Desain Akhir Tahun 2018 di Pit Central Tutupan PT. Adaro Indonesia Kecamatan Tanjung Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan*. Pada penelitian tersebut nilai *Geological Strength Index* digunakan sebagai salah satu parameter untuk memperoleh nilai kohesi dan sudut gesek dalam batuan dengan menggunakan program RocLab. Nilai kohesi dan sudut gesek dalam batuan yang diperoleh digunakan untuk membuat desain lereng tambang yang aman melalui analisis kestabilan lereng. Penelitian Pamuji dan kawan-kawan pada tahun 2018 berjudul *Pengaruh Geological Strength Index Terhadap Nilai Faktor Keamanan Melalui Simulasi Kestabilan Lereng Tambang, Kecamatan Batu Kajang, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur*. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa batuan yang memiliki nilai *Geological Strength Index* besar maka nilai kohesi dan sudut gesek dalam juga besar. Jika nilai kohesi dan sudut gesek dalam batuan penyusun lereng besar maka lereng tersebut juga mempunyai nilai faktor keamanan (FK) yang besar sehingga lereng berada dalam kondisi stabil.

Penelitian Ira dan Saptono (2017) berjudul *Analisis Pengaruh Penyanggaan Pada Deformasi Terowongan Di Batuan Lemah Pada Pembangunan Double Terowongan Jalur Tol Cisumdawu (Cileunyi – Sumedang – Dawuan), Jawa Barat*. Dalam penelitian tersebut penyanggaan dalam terowongan Cisumdawu perlu dilakukan pada batuan yang lemah akibat pelapukan dengan kualitas massa batuan sangat buruk karena memiliki nilai *Geological Strength Index* sebesar 5.

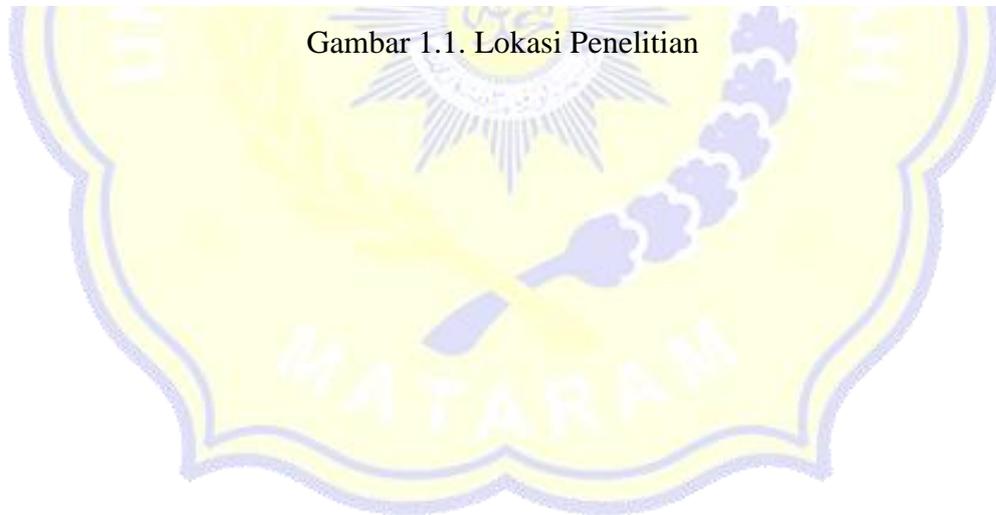
1.7. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di bagian barat Pulau Lombok, tepatnya di Daerah Senggigi, Kecamatan Batulayar, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara geografis terletak pada koordinat $8^{\circ} 29' 48''$ LS - $116^{\circ} 3' 34''$ BT dengan elevasi 174,8 mdpl. Lokasi penelitian terletak kurang lebih 16 kilometer ke arah barat dari Kota Mataram dan dapat ditempuh dengan

menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat dalam waktu 30 menit. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Lokasi Penelitian



BAB II

DASAR TEORI

2.1. Batuan

Secara geologi batuan adalah suatu agregat kumpulan mineral-mineral yang telah mengahablur yang membentuk bagian kerak bumi (Suhartono dkk, 1992). Berdasarkan ilmu geoteknik batuan diartikan hanya untuk kumpulan mineral-mineral penyusun kulit bumi dengan formasi yang keras dan padat yang telah terkonsolidasi sehingga tidak dapat digali dengan cara biasa, seperti menggunakan cangkul dan linggis (Rai dkk, 2019). Berdasarkan cara terbentuknya di alam, batuan dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

1. Batuan Beku

Batuan beku adalah batuan yang terbentuk dari pembekuan magma yang mendingin. Menurut Suhartono dan kawan-kawan (1992) batuan beku berdasarkan tempat terjadinya terbagi menjadi dua, yaitu batuan ekstrusi (volkanik) dan batuan intrusi (plutonik). Batuan ekstrusi (volkanik) proses terbentuknya berasal dari semua material yang dikeluarkan ke permukaan bumi baik di daratan ataupun di bawah permukaan laut, sedangkan batuan intrusi (plutonik) proses terbentuknya berasal dari magma yang menerobos lapisan batuan yang sebelumnya sudah terbentuk.

2. Batuan Sedimen

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari rombakan batuan asal yang mengalami lithifikasi. Batuan sedimen secara genetis dibedakan menjadi dua, yaitu batuan sedimen klastik dan batuan sedimen non klastik (Suhartono dkk, 1992). Batuan sedimen klastik adalah batuan sedimen yang tersusun dari hasil hancuran batuan lain yang sudah ada lebih dulu, sedangkan batuan sedimen non klastik yaitu batuan sedimen yang terbentuk dari hasil reaksi kimia tertentu, baik yang bersifat anorganik maupun organik.

3. Batuan Metamorf

Batuan metamorf adalah batuan yang terbentuk dari batuan yang sudah ada, baik batuan beku, batuan sedimen, ataupun batuan metamorf yang mengalami perubahan karena pengaruh suhu, tekanan atau suhu dan tekanan. Metamorfisme dapat digolongkan menjadi empat, yaitu metamorfisme kontak atau thermal, metamorfisme dinamik/dislokasi (kataklastik), metamorfisme regional atau dinamo thermal, dan metamorfisme beban atau burial (Suhartono dkk, 1992). Metamorfisme kontak adalah metamorfisme yang terjadi pada zona kontak antara tubuh batuan dengan magma yang disebabkan oleh adanya kenaikan temperatur pada batuan tertentu. Metamorfisme dinamik/dislokasi yaitu metamorfisme yang terjadi pada lokasi dimana batuan mengalami proses penggerusan secara mekanik yang disebabkan oleh faktor penekanan secara kompresional baik tegak maupun mendatar. Metamorfisme regional yaitu proses metamorfisme yang terjadi pada daerah yang luas akibat orogenesis, dimana pada proses ini pengaruh tekanan dan temperatur berjalan bersamaan. Sedangkan metamorfisme beban yaitu proses metamorfisme yang terbentuk karena pembebanan suatu massa sedimentasi yang sangat tebal pada suatu cekungan yang sangat luas.

2.2. Lereng

Lereng adalah suatu permukaan bumi yang miring dan membentuk suatu sudut terhadap bidang horizontal. Lereng berdasarkan cara terbentuknya dapat dibedakan menjadi dua yaitu lereng alami dan lereng buatan (Arif, 2016). Lereng alami contohnya seperti lereng pegunungan dan lereng sungai, sedangkan lereng buatan contohnya seperti lereng tambang, lereng tanggul, dan lereng pemotongan tebing untuk jalan.

Lereng jika dilihat dari material penyusunnya dibedakan menjadi dua macam, yaitu lereng batuan dan lereng tanah. Lereng batuan merupakan lereng yang material utama penyusunnya berupa batuan, sedangkan lereng tanah adalah lereng dimana tanah sebagai material utama penyusun lereng tersebut. Kestabilan

pada lereng batuan salah satunya ditentukan dari kualitas massa batuan penyusun lereng tersebut.

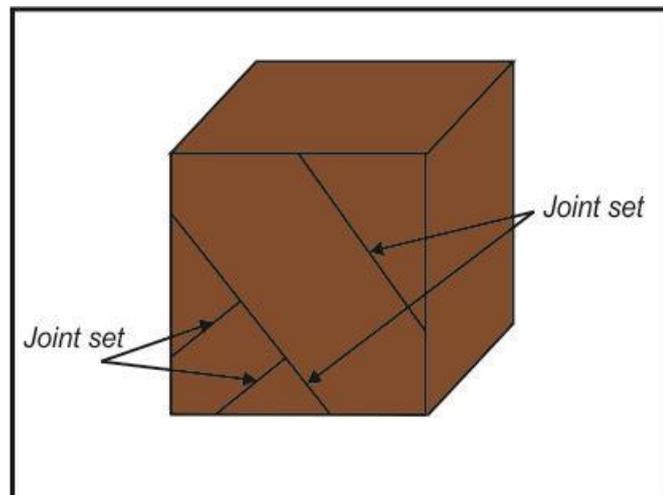
Kualitas batuan pada lereng sangat berkaitan dengan tingkat pelapukan dan struktur geologi akibat adanya deformasi yang terjadi pada massa batuan penyusun lereng. Semakin baik kondisi batuan penyusunnya maka semakin baik juga nilai kestabilan pada lereng tersebut.

2.3. Deformasi Batuan

Deformasi batuan adalah perubahan yang terjadi pada tubuh batuan baik berupa bentuk, posisi maupun volume yang disebabkan oleh gaya yang bekerja pada batuan tersebut. Deformasi terjadi karena terdapat beberapa faktor pengontrol seperti temperatur, tekanan, sifat material, dan kecepatan gerakan yang disebabkan oleh gaya yang diberikan. Faktor-faktor tersebut yang menjadi pengaruh terhadap hasil dari deformasi batuan. Secara umum deformasi batuan menyebabkan terbentuknya beberapa tipe struktur geologi yaitu kekar, sesar, dan lipatan.

2.3.1. Kekar

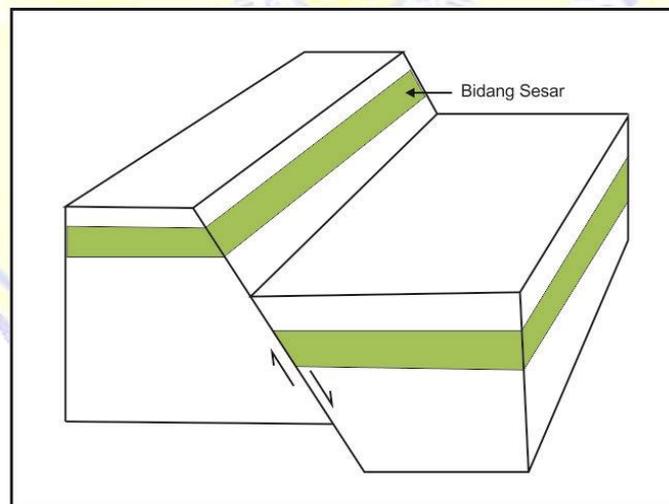
Kekar adalah rekahan pada batuan yang belum mengalami pergeseran. Kekar dibedakan menjadi tiga, yaitu kekar gerus, kekar tarik, dan kekar rilis. Kekar gerus adalah rekahan pada batuan yang belum mengalami pergeseran dimana perpotongan antar kekar membentuk sudut meruncing dengan arah gaya utama. Kekar gerus umumnya masih tertutup. Kekar tarik adalah rekahan pada batuan yang belum mengalami pergeseran yang membentuk pola sejajar dengan arah gaya utama. Kekar rilis adalah rekahan pada batuan yang belum mengalami pergeseran yang membentuk pola tegak lurus terhadap arah gaya utama. Sekumpulan kekar yang memiliki arah yang relatif sama disebut dengan kekar berpasangan (*joint set*). Di dalam suatu massa batuan biasanya terdapat dua sampai tiga *joint set* (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. *Joint Sets*

2.3.2. Sesar

Sesar adalah rekahan pada batuan yang sudah mengalami pergeseran. Berdasarkan arah bagian-bagian yang bergerak, sesar diklasifikasikan menjadi sesar naik, sesar turun, sesar geser mendatar, dan sesar diagonal. Adapun contoh bentuk sesar dapat dilihat pada Gambar 2.2.

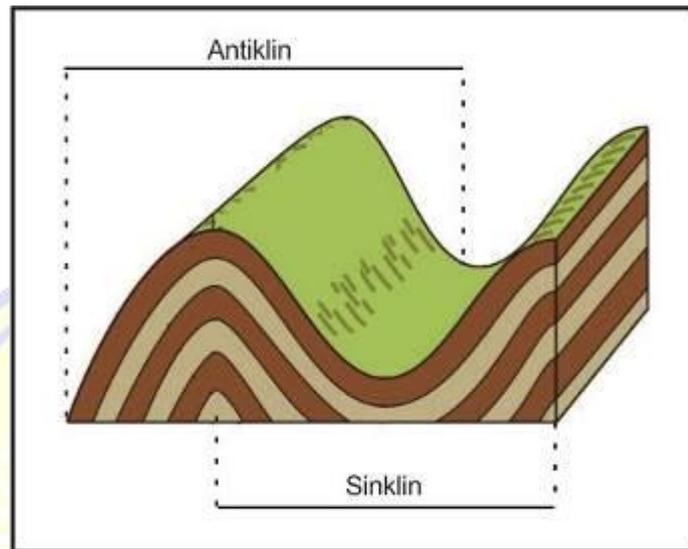


Gambar 2.2. Sesar Turun

2.3.3. Lipatan

Lipatan merupakan hasil dari deformasi batuan yang bentuknya bergelombang. Bentuk lipatan dibagi menjadi dua tipe, yaitu antiklin dan sinklin.

Antiklin merupakan lipatan pada batuan yang melengkung ke arah atas sedangkan sinklin merupakan lipatan pada batuan yang melengkung ke arah bawah (Gambar 2.3). Macam–macam lipatan diantaranya yaitu lipatan simetri, lipatan asimetri, lipatan menggantung, lipatan rebah, monoklin, isoklinal, dan chevron.



Gambar 2.3. Lipatan

2.4. **Geological Strength Index**

Klasifikasi massa batuan adalah proses menempatkan massa batuan ke dalam suatu grup atau kelas berdasarkan hubungan atau kriteria yang ditentukan. Massa batuan adalah gabungan individu material yang terbentuk secara alamiah termasuk didalamnya yang terpisahkan oleh kekar, perlapisan, atau sesar yang membentuk suatu kesatuan (Rai dkk, 2019). Dengan sistem klasifikasi massa batuan, dapat dengan mudah menempatkan massa batuan dalam suatu kelas yang relevan.

Beberapa tujuan dari klasifikasi massa batuan yaitu mengidentifikasi parameter penting yang berpengaruh pada perilaku massa batuan, mengelompokkan massa batuan berdasarkan kesamaan perilaku massa batuan pada setiap kelasnya, memberikan dasar pengertian karakteristik massa batuan pada masing-masing kelasnya, menghubungkan kondisi massa batuan di setiap

lokasi, mengambil data kuantitatif untuk desain rekayasa, dan untuk memberikan dasar umum untuk komunikasi para *engineer* (Rai dkk, 2019).

Klasifikasi massa batuan banyak diterapkan dalam membuat desain perencanaan terowongan, lereng, dan tambang bawah tanah (Agustawijaya, 2019). Hal ini disebabkan bahwa klasifikasi massa batuan memberikan prediksi awal tentang perilaku massa batuan. Terdapat beberapa macam sistem klasifikasi massa batuan yang sering digunakan untuk mengetahui kualitas massa batuan seperti *Geological Strength Index*, *Rock Mass Rating*, *Slope Mass Rating*, *Rock Quality Designation*, *Q-System*, dan lain-lain.

Geological Strength Index merupakan sistem klasifikasi massa batuan yang dikembangkan untuk membantu *Rock Mass Rating System* yang tidak akurat dalam menentukan kualitas pada massa batuan yang mempunyai kondisi yang sangat buruk. Secara khusus aplikasi *Geological Strength Index* bermanfaat untuk mengestimasi nilai kekuatan massa batuan dan besar modulus deformasi (Hoek, 2007).

Data-data yang harus diperhatikan dalam melakukan analisis klasifikasi massa batuan dengan menggunakan metode *Geological Strength Index* ialah :

- Peringkat Struktur (*Structure Rating*, SR);
- Peringkat Kondisi Permukaan (*Surface Condition Rating*, SCR).

1. Peringkat Struktur

Secara kuantitatif peringkat struktur diperoleh dari besaran *volumetric block* terhitung, pada batuan terkekarkan kuat dan acak, *volumetric* massa batuan (J_v) dihitung dengan menggunakan persamaan

$$J_v = \left(\frac{M}{L}\right)^3 \quad (2.1)$$

dimana:

M = jumlah kekar pada *scanline*

L = panjang *scanline*.

2. Peringkat Kondisi Permukaan

Mengestimasi besarnya peringkat kondisi permukaan (SCR) berdasarkan penjumlahan 3 parameter, yaitu tingkat kekasaran (*roughness*, Rr), tingkat pelapukan (*weathering*, Rw), dan material pengisi (*infilling*, Rf). Perhitungan SCR menggunakan persamaan

$$SCR = Rr + Rw + Rf \quad (2.2)$$

Dimana:

Rr = tingkat kekasaran

Rw = tingkat pelapukan

Rf = material pengisi

a. Tingkat Kekasaran (Rr)

Tingkat kekasaran merupakan parameter yang penting untuk menentukan kondisi kekasaran dari suatu permukaan bidang kekar. Adapun klasifikasi tingkat kekasaran meliputi :

1. Sangat Kasar

Jika tonjolan yang terdapat pada permukaan bidang kekar hampir seluruhnya vertikal.

2. Kasar

Jika kekasaran pada permukaan bidang kekar dapat dilihat jelas dan jika diraba terasa sangat abrasif.

3. Sedikit Kasar

Jika kekasaran pada permukaan bidang kekar kekasarannya diketahui dengan jelas jika diraba.

4. Halus

Permukaan terasa kesat.

5. Licin

Kenampakan visual yang licin.

b. Tingkat Pelapukan (Rw)

Tingkat pelapukan merupakan parameter yang menunjukkan derajat pelapukan kondisi permukaan pada bidang kekar. Adapun pembagian tingkat pelapukan dari permukaan suatu bidang kekar dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Tingkat Pelapukan (Price, 2009)

Keterangan	Deskripsi	Tingkat	Batuan yang terlapukkan (%)
Segar	Tidak terlihat tanda-tanda pelapukan, mungkin terdapat sedikit perubahan warna pada permukaan diskontinuitas.	I	-
Sedikit lapuk	Perubahan warna pada permukaan diskontinuitas, dimungkinkan perubahan warna juga terjadi pada seluruh batuan dan permukaan batuan tampak lebih lemah daripada kondisi segarnya.	II	< 10
Lapuk sedang	Kurang dari setengah batuan mengalami dekomposisi dan atau desintegrasi menjadi tanah, terjadi perubahan warna pada sebagian permukaan batuan atau inti batuan.	III	10–50
Lapuk tinggi	Lebih dari setengah batuan mengalami dekomposisi dan atau desintegrasi menjadi tanah, terjadi perubahan warna pada sebagian atau inti batuan.	IV	50-90
Benar-benar lapuk	Semua material batuan mengalami dekomposisi dan atau desintegrasi menjadi tanah, struktur massa batuan asli sebagian besar masih utuh.	V	>90
Tanah residu	Semua material batuan berubah menjadi tanah, struktur massa dan susunan material asli telah hancur. Terdapat perubahan volume jika tanah belum tertransportasi secara signifikan.	VI	100

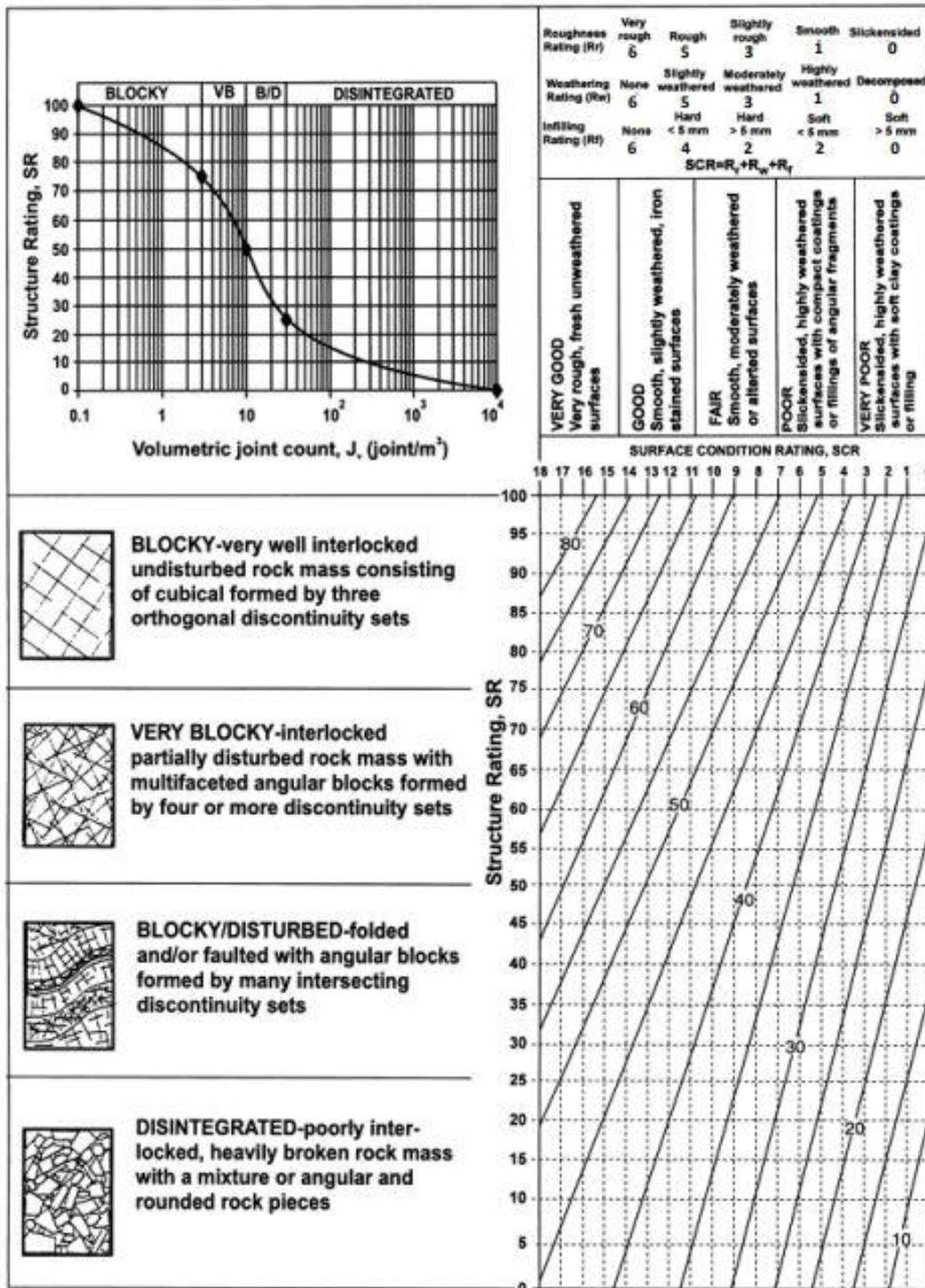
c. Material Pengisi (Rf)

Material pengisi merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mendapatkan nilai peringkat kondisi permukaan. Nilai tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai *Geological Strength Index* sehingga dapat diketahui kualitas pada massa batuan. Material pengisi adalah material yang terdapat diantara dua permukaan dinding yang berdekatan yang dipisahkan suatu kekar. Adapun contoh material pengisi dapat berupa:

- Mineral keras dan resisten
Contoh: kuarsa.
- Material lunak
Contoh: lempung, klorit, dan talk.
- Mineral mudah larut
Contoh: kalsit dan gipsum.
- Mineral mudah mengembang
Contoh: lempung.
- Material lepas
Contoh: lanau, pasir, dan kerikil.

Nilai tingkat kekasaran, tingkat pelapukan, dan material pengisi tersebut di atas selanjutnya digunakan untuk mengetahui nilai peringkat kondisi permukaan. Pengklasifikasian nilai-nilai tersebut dilakukan berdasarkan grafik standar klasifikasi *Geological Strength Index* yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Berdasarkan total nilai *Geological Strength Index* yang diperoleh dari perhitungan berbagai parameter penting meliputi peringkat struktur (SR) dan peringkat kondisi permukaan kekar (SCR), maka massa batuan diklasifikasikan menjadi 5 kelas utama, yaitu sangat baik, baik, sedang, buruk, dan sangat buruk (Bieniawski, 1989). Nilai kisaran klasifikasi *Geological Strength Index* berdasarkan kelasnya tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.



Gambar. 2.4. Grafik Standar Klasifikasi GSI (Sonmez & Ulusay, 1999)

Tabel 2.2. Nilai *Geological Strength Index* (Bieniawski, 1989)

Nilai GSI	100 – 76	75 – 56	55 – 36	35 – 21	< 21
Kualitas Massa Batuan	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Peralatan Penelitian

No	Peralatan	Kegunaan
1	Kompas	Mengukur arah
2	Palu geologi	Mengambil sampel batuan
3	Penggaris	Mengukur tebal material pengisi kekar
4	Meteran	Mengukur panjang <i>scanline</i>
5	Besi pengait	Mencokel material pengisi kekar
6	Kamera	Mengambil gambar
7	<i>Clipboard</i>	Sebagai alas kertas ketika menulis
8	Alat tulis	Mencatat data lapangan
9	GPS	Mengukur koordinat

3.2. Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap lapangan, dan tahap pasca lapangan.

1. Tahap persiapan

Pada tahap persiapan ini terdapat beberapa kegiatan diantaranya:

- Penyusunan rancangan awal penelitian.
- Studi literatur.
- Pengurusan ijin penelitian.
- Observasi lapangan dan penyempurna rancangan.
- Persiapan peralatan.

2. Tahap lapangan

Tahap lapangan berupa penelitian yang dilakukan langsung di lokasi penelitian untuk mendapatkan data primer. Adapun beberapa kegiatan yang dilakukan pada tahap ini diantaranya:

- Pengamatan geomorfologi.
- Pengamatan stuktur geologi.
- Pengamatan litologi.
- Pengukuran parameter *Geological Strength Index* berupa tingkat kekasaran, tingkat pelapukan, material pengisi kekar, dan tebal material pengisi kekar.
- Pengambilan sampel batuan.

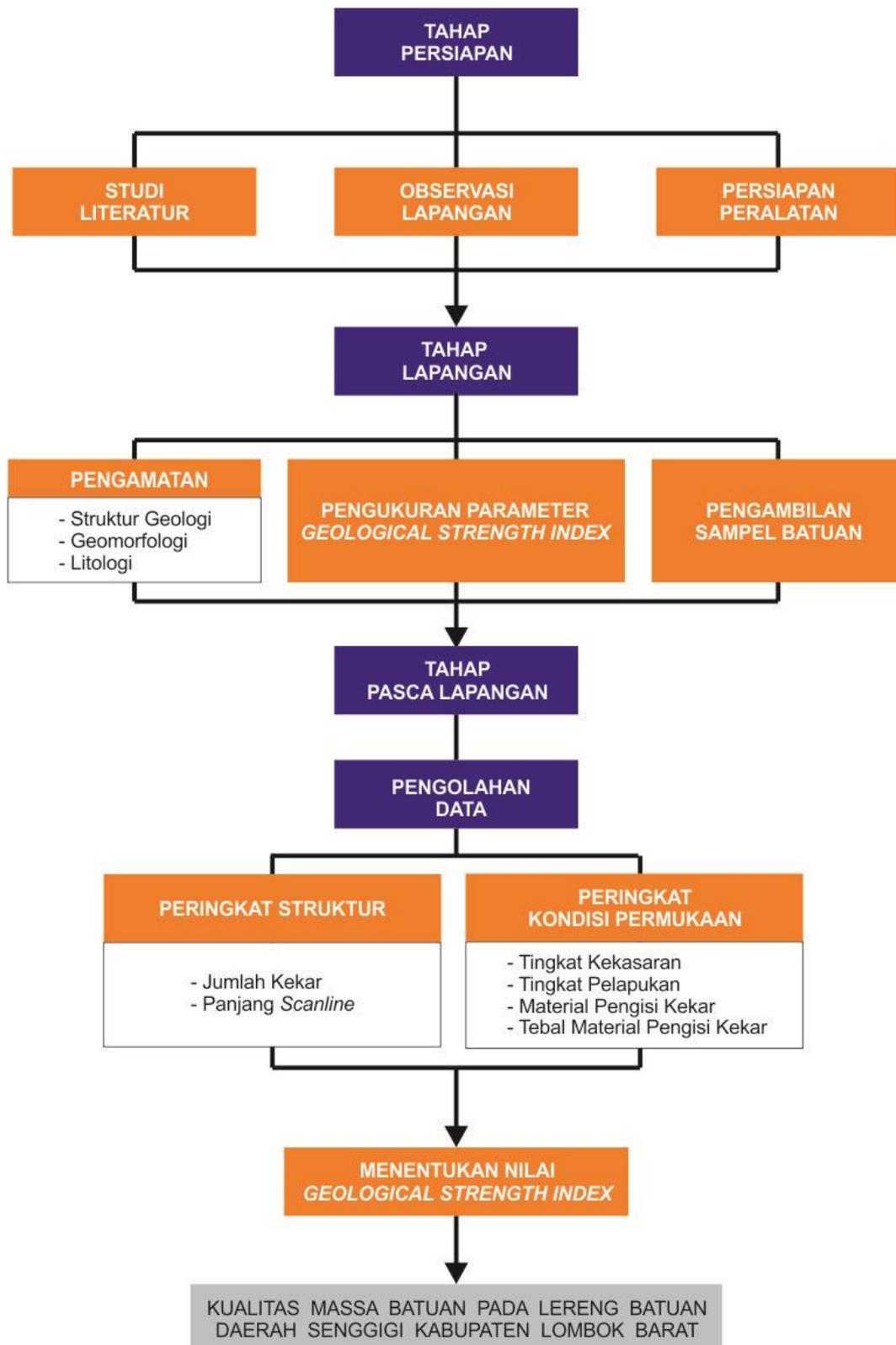
3. Tahap pasca lapangan

Pada tahap pasca lapangan dilakukan pengolahan data yang diperoleh pada tahap lapangan untuk menentukan nilai *Geological Strength Index*. Adapun data yang diolah diantaranya:

- a) Peringkat struktur:
 - Jumlah kekar.
 - Panjang *scanline*.
- b) Peringkat kondisi permukaan:
 - Tingkat kekasaran.
 - Tingkat pelapukan.
 - Tingkat kekerasan material pengisi kekar.
 - Tebal material pengisi kekar.

3.3. Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian