

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.5. LINGKUP PENELITIAN	3
1.5.1. Lingkup Lokasi Penelitian	3
1.5.2. Lingkup Pekerjaan.....	4
1.6. KETERBATASAN PENELITIAN.....	5
1.7. PENELITIAN TERDAHULU	5
1.8. KEASLIAN PENELITIAN.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. FISIOGRAFI.....	8
2.2. STRATIGRAFI REGIONAL	9
2.3. STRUKTUR GEOLOGI REGIONAL.....	10
2.4. KERENTANAN TANAH REGIONAL.....	11
2.5. KEGEMPAAN LOKASI PENELITIAN	11
2.6. GEOLOGI TEKNIK DAERAH PENELITIAN	12
BAB III DASAR TEORI	16
3.1. TEROWONGAN	16
3.2. PENYELIDIKAN GEOLOGI TEKNIK.....	17
3.3. KLASIFIKASI MASSA BATUAN	18
3.3.1. <i>Rock Quality Designation (RQD)</i>	19

3.3.2.	Q-System.....	19
3.3.3.	<i>Geological Strength Index (GSI)</i>	22
3.4.	KLASIFIKASI TANAH.....	27
3.5.	SIFAT INDEKS DAN SIFAT MEKANIK BATUAN DAN TANAH.....	30
3.5.1.	Sifat Indeks Batuan dan Tanah.....	30
3.5.2.	Sifat Mekanik Batuan dan Tanah	30
3.6.	METODE PENGGALIAN TEROWONGAN.....	33
3.7.	SISTEM PENYANGGA TEROWONGAN.....	34
3.8.	STABILITAS LERENG.....	36
3.9.	HIPOTESIS.....	39
BAB IV METODE PENELITIAN.....		40
4.1.	ALAT DAN BAHAN PENELITIAN.....	40
4.2.	TAHAPAN PENELITIAN	40
4.2.1.	Tahapan Pendahuluan.....	42
4.2.2.	Tahapan Pengumpulan Data.....	42
4.2.3.	Tahapan Analisis Data.....	45
4.2.4.	Tahapan Evaluasi Data	48
4.2.5.	Tahapan Pelaporan	49
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		50
5.1.	GEOLOGI TEKNIK DAERAH PENELITIAN	50
5.1.1.	Geomorfologi	50
5.1.2.	Batuan dan Tanah	58
5.1.3.	Struktur Geologi.....	70
5.1.4.	Air Tanah.....	74
5.1.5.	Kegempaan.....	74
5.2.	KUALITAS MASSA BATUAN	75
5.2.1.	Q-System.....	75
5.2.2.	<i>Geological Strength Index (GSI)</i>	77
5.3.	STABILITAS LERENG <i>OUTLET</i> TEROWONGAN	78
5.4.	METODE PENGGALIAN TEROWONGAN.....	81
5.5.	SISTEM PENYANGGA TEROWONGAN.....	84
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		86
6.1.	KESIMPULAN.....	86
6.2.	SARAN	87



**KAJIAN GEOLOGI TEKNIK DAN ANALISIS STABILITAS LERENG OUTLET TEROWONGAN
PENGELAK BENDUNGAN SURUMANA,
PROVINSI SULAWESI TENGAH**

Andre Ersada T, Ir. I Gde Budi Indrawan, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.; Ir. Anastasia Dewi Titisari, M.T., Ph.D., IPU.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	92

Gambar 1.1. Peta Lokasi Penelitian (Citra Google Earth, 2025)	4
Gambar 2.1. Fisiografi Pulau Sulawesi (Hall and Wilson, 2000)	8
Gambar 2.2. Bagian Barat dari Peta Geologi Tinjau Lembar Palu (Sukanto, 1973) dan Lokasi Penelitian.....	10
Gambar 2.3. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Sulawesi Tengah (Badan Geologi, 2009)	11
Gambar 2.4. Peta Peak Ground Acceleration (PGA) Probabilitas 10% dalam 50 Tahun Pulau Sulawesi (Modifikasi dari Pusat Studi Gempa Nasional, 2017).....	12
Gambar 2.5. Peta Geologi Lokasi Rencana Pembangunan Bendungan Surumana (Dongbu Engineering Co., Ltd., 2023), fokus penelitian terletak pada sayatan A-B.....	13
Gambar 2.6. Profil Geologi di Sepanjang Terowongan Pengelak (Dongbu Engineering Co., Ltd., 2023).....	13
Gambar 2.7 Profil Kelas Batuan di sepanjang Terowongan Pengelak (Dongbu Engineering Co., Ltd., dkk, 2023)	14
Gambar 2.8. Klasifikasi Kualitas Massa Batuan di sepanjang Terowongan Pengelak (Dongbu Engineering Co., Ltd., 2023)	15
Gambar 3.1. Bentuk-bentuk terowongan (Departemen Pekerjaan Umum, 2005)	16
Gambar 3.2. Klasifikasi GSI untuk Batuan Terkekarkan (Hoek dan Marinos, 2000)	23
Gambar 3.3. Klasifikasi GSI untuk Batuan Molasa Bawah Permukaan (Hoek dkk, 2005).....	24
Gambar 3.4. Klasifikasi GSI untuk Batuan Molasa pada Lereng/Portal Terowongan (Hoek dkk, 2005)	24
Gambar 3.5. Dimensi sampel batuan untuk pengujian point load (ASTM D 5731-02,2003) .	32
Gambar 3.6. Metode Penggalian berdasarkan nilai GSI (Tsiambaos dan Saroglou, 2010)	35
Gambar 3.7. Penentuan Sistem Penyangga Metode <i>Q-System</i> (NGI, 2025).....	36
Gambar 4.1. Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 4.2. Peta Lintasan Pemetaan Geologi Daerah Penelitian	44
Gambar 4.3. Desain Lereng untuk Analisis Stabilitas Lereng	48
Gambar 5.1. Pola Pengaliran Sungai Daerah Penelitian	51
Gambar 5.2. Peta Kemiringan Lereng Lokasi Penelitian.....	52
Gambar 5.3. Peta Geomorfologi Lokasi Penelitian.....	53
Gambar 5.4. Satuan Dataran Denudasional Berlereng Landai (dekat STA 52)	55

Gambar 5.5. Satuan Perbukitan Kuesta Berlereng Agak Curam – Curam (foto diambil dari bawah bukit di dekat STA 2).....	56
Gambar 5.6. Satuan Perbukitan Kuesta Berlereng Agak Curam – Curam (foto diambil dari tengah bukit di dekat STA 2).....	56
Gambar 5.7. Satuan Perbukitan Homoklin Berlereng Curam – Sangat Curam Sisi Utara Lokasi Penelitian (dekat STA 52)	57
Gambar 5.8. Satuan Perbukitan Homoklin Berlereng Curam – Sangat Curam Sisi Selatan Lokasi Penelitian (dekat STA 52)	57
Gambar 5.9. Singkapan Breksi di STA-32	59
Gambar 5.10. Singkapan Breksi di STA-11	59
Gambar 5.11. Sayatan Petrografi pada matriks breksi STA-11	60
Gambar 5.12. Singkapan Konglomerat di STA-27	61
Gambar 5.13. Singkapan Konglomerat di STA-17	61
Gambar 5.14. Sayatan Petrografi pada Matriks Konglomerat STA-10.....	62
Gambar 5.15. Sayatan Petrografi pada Fragmen Konglomerat STA-10.....	62
Gambar 5.16. Singkapan Batupasir Sisipan Batulempung di STA-6.....	63
Gambar 5.17. Singkapan Batupasir di STA-2	64
Gambar 5.18. Sayatan Petrografi pada Batulempung STA-24.....	64
Gambar 5.19. Peta Geologi Daerah Penelitian.....	65
Gambar 5.20. Profil Geologi Daerah Penelitian	66
Gambar 5.21. Profil Litologi dan Tingkat Pelapukan Batuan di Sepanjang Jalur Terowongan	69
Gambar 5.22. Peta Kelurusan dan Diagram Mawar Kelurusan Daerah Penelitian.....	70
Gambar 5.23. Pengukuran Kekar (garis merah) di Lapangan.....	72
Gambar 5.24. Diagram Mawar Pengukuran Kekar Gerus Daerah Penelitian.....	72
Gambar 5.25. Sesar Naik di STA-6.....	73
Gambar 5.26. Sesar Normal di STA-9	73
Gambar 5.27. Zona Breksiasi STA-20	74
Gambar 5.28. Profil Elevasi Muka Air Tanah Sepanjang Jalur Terowongan.....	74
Gambar 5.29. Profil Kualitas Massa Batuan Berdasarkan <i>Q-System</i> di Sepanjang Jalur Terowongan	76
Gambar 5.30. Penilaian Kualitas Massa Batuan Berdasarkan Klasifikasi GSI untuk <i>Fissile Molasse</i>	77



Gambar 5.31. Profil Kualitas Massa Batuan Berdasarkan Klasifikasi GSI di Sepanjang Jalur Terowongan	78
Gambar 5.32. Lereng Eksisting Portal <i>Outlet</i> Terowongan	79
Gambar 5.33. Desain dan Material Penyusun Lereng Portal <i>Outlet</i> Terowongan	79
Gambar 5.34. Hasil Analisis Stabilitas Lereng Portal <i>Outlet</i> Terowongan	80
Gambar 5.35. Pembagian Zona untuk Rekomendasi Metode Penggalian dan Sistem Penyangga Terowongan.....	82
Gambar 5.36. Rekomendasi Metode Penggalian Terowongan di Lokasi Penelitian Berdasarkan GSI.....	83
Gambar 5.37. Penentuan Sistem Penyangga Terowongan Berdasarkan Q-System.....	84

Tabel 1.1. Hubungan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini	5
Tabel 3.1. Kualitas massa batuan berdasarkan RQD (Deere dan Miller, 1996).....	19
Tabel 3.2. Nilai Parameter Q-System (Barton dkk., 1974)	20
Tabel 3.3. Kelas Batuan Q-System (Barton dkk., 1974)	22
Tabel 3.4. Kualitas Massa Batuan dan Nilai GSI (Sivakugan, 2013)	23
Tabel 3.5. Penilaian Jcond (Bieniawski, 1989)	25
Tabel 3.6. Estimasi Nilai Faktor kerusakan (Hoek dkk., 2002)	27
Tabel 3.7. Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Casagrande, 1948).....	29
Tabel 3.8. Nilai ESR Berdasarkan Kategori penggalian dan Jenis Struktur (Barton dkk., 1974).....	36
Tabel 3.9. Karakterisitik Metode Analisis Keseimbangan Batas (Duncan, 1996)	37
Tabel 3.10. Klasifikasi situs (AASHTO, 2012 dalam Badan Standardisasi Nasional, 2017)..	38
Tabel 3.11. Faktor Amplifikasi Untuk PGA (Badan Standardisasi Nasional, 2017).....	39
Tabel 5.1. Profil Geomorfologi Daerah Penelitian.....	54
Tabel 5.2. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian	67
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Sifat Indeks dan Sifat Mekanik Batuan.....	67
Tabel 5.4. Hasil Pengujian Sifat Indeks dan Sifat Mekanik Tanah	68
Tabel 5.5. Rekapitulasi Data Pengukuran Kekar Gerus Daerah Penelitian.....	71
Tabel 5.6. Kualitas Massa Batuan Permukaan Berdasarkan <i>Q-System</i>	76
Tabel 5.7. Kualitas Massa Batuan Bawah Permukaan Berdasarkan <i>Q-System</i>	76
Tabel 5.8. Kualitas Massa Batuan Bawah Permukaan Berdasarkan GSI.....	78
Tabel 5.9. Parameter Material Analisis Stabilitas Lereng	80
Tabel 5.10. Nilai Faktor Kemanan Stabilitas Lereng	81
Tabel 5.11. Nilai GSI pada Elevasi Terowongan.....	82