

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Ruang Lingkup	4
I.4.1 Lingkup Lokasi Penelitian	4
I.4.2 Lingkup Pekerjaan	5
I.5 Manfaat Penelitian.....	6
I.6 Batasan Penelitian	6
I.7 Penelitian terdahulu dan Keaslian Penelitian	7
BAB II GEOLOGI REGIONAL.....	9
II.1 Fisiografi	9
II.2 Stratigrafi Regional.....	10
II.3 Struktur Geologi Regional	11
BAB III DASAR TEORI	13
III.1 Pengertian Terowongan	13
III.2 Pemetaan Geologi Teknik.....	15
III.3 Sifat Tanah dan Batuan.....	18
III.3.1 Sifat Indeks Tanah dan Batuan.....	18
III.3.2 Sifat Keteknikan Tanah dan Batuan	21
III.4 Klasifikasi Massa Batuan	24
III.4.1 <i>Rock Quality Designation (RQD)</i>	25
III.4.2 <i>Rock Mass Rating (RMR)</i>	27
III.4.3 <i>Geological Strength Index (GSI)</i>	32
III.4.4 <i>Q-system</i>	37

III.4.5 Hubungan antara RMR, GSI, dan <i>Q</i> -system.....	43
III.5 Metode Penggalian Terowongan	44
III.6 Kestabilan dan Sistem Penyangga Terowongan.....	47
III.7 Hipotesis	51
BAB IV METODE PENELITIAN	52
IV.1 Alat dan Bahan Penelitian	52
IV.2 Tahapan Penelitian	52
IV.2.1 Tahap Pendahuluan	52
IV.2.2 Tahap Pengumpulan Data	53
IV.2.3 Tahap Analisis.....	56
IV.2.4 Tahap Pelaporan.....	58
IV.3 Diagram Alir Penelitian.....	59
BAB V PENYAJIAN DATA DAN HASIL ANALISIS	60
V.1 Kondisi Geologi Teknik	60
V.1.1 Geomorfologi	61
V.1.2 Litologi	66
V.1.3 Struktur Geologi	74
V.1.4 Air Tanah.....	75
V.1.5 Karakteristik Geologi Teknik	76
V.2 Kualitas Massa Batuan.....	79
V.2.1 Kualitas Massa Batuan Permukaan	80
V.2.2 Kualitas Massa Batuan Bawah Permukaan	83
V.3 Analisis Metode Penggalian Terowongan	89
V.4 Analisis Sistem Penyangga Terowongan.....	91
BAB VI PEMBAHASAN.....	95
VI.1 Karakteristik Kondisi Geologi Teknik	95
VI.1.1 Geomorfologi	95
VI.1.2 Litologi.....	95
VI.1.3 Struktur Geologi.....	96
VI.1.4 Air Tanah	97
VI.1.5 Kualitas Massa Batuan	98
VI.2 Evaluasi Metode Penggalian pada Terowongan.....	102
VI.3 Evaluasi Sistem Penyangga Terowongan.....	103

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	107
VII.1 Kesimpulan	107
VII.2 Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA	111
DAFTAR LAMPIRAN.....	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Daerah Penelitian (Badan Informasi Geospasial, 2021).....	5
Gambar 2.1	Zona Fisiografi Pulau Sumatera (van Bemmelen, 1949)	9
Gambar 2.2	Peta Geologi Regional Lokasi Penelitian (Gafoer dkk., 1993)	11
Gambar 3.1	Bentuk Penampang Terowongan (Arifin, 2009)	14
Gambar 3.2	Dimensi Sampel Untuk Uji Index Point Load (ASTM D 5731 2016) 23	
Gambar 3.3	Perhitungan Nilai RQD (Bieniawski, 1989).....	25
Gambar 3.4	Geometrik Propertis Diskontinuitas (Hudson, 1989)	29
Gambar 3.5	Tabel Estimasi Nilai GSI (Marinos dan Hoek, 2000)	33
Gambar 3.6	Metode Penggalan Berdasarkan Nilai GSI dan Is50 (Tsiambaos dan Saroglou, 2009)	46
Gambar 3.7	Berbagai Bentuk Steel Rib (Apriyono dan Sumiyanto, 2010)	48
Gambar 3.8	Sistem Penyangga Terowongan Berdasarkan Metode Q-system (Norwegian Geotechnical Institute (NGI), 2015).....	49
Gambar 4.1	Diagram Alir Penelitian.....	59
Gambar 5.1	Peta Kelurusan pada Daerah Penelitian (Badan Informasi Geospasial, 2021)	60
Gambar 5.2	Peta Lintasan Daerah Penelitian	61
Gambar 5.3	Peta Geomorfologi Daerah Penelitian	62
Gambar 5.4	Satuan Perbukitan Berlereng Curam di STA 8.....	64
Gambar 5.5	Satuan Dataran Berlereng Miring di sekitar STA 25	65
Gambar 5.6	Satuan Lembah Sungai Berlereng Terjal di STA 23	66
Gambar 5.7	Batugamping Grainstone di STA 39	68
Gambar 5.8	Perselingan Batupasir-batulempung Karbonatan di STA 9.....	68
Gambar 5.9	Batupasir Tufan pada STA 32	69
Gambar 5.10	Endapan Bongkah Pasiran pada STA 19.....	70
Gambar 5.11	Kontak Endapan Bongkah Pasiran dengan Batupasir Tufan pada STA 18.....	70

Gambar 5.12	Peta Geologi Daerah Penelitian.....	73
Gambar 5.13	Sayatan Geologi A-B.....	73
Gambar 5.14	Sayatan Geologi C-D.....	74
Gambar 5.15	Sayatan Geologi Sepanjang Jalur Terowongan.....	74
Gambar 5.16	Kenampakan Kekar pada STA 46	75
Gambar 5.17	Peta Geologi Teknik Daerah Penelitian	79
Gambar 5.18	Penampang Geologi Teknik pada Terowongan	79
Gambar 5.19	Peta Kualitas Massa Batuan Permukaan (GSI)	80
Gambar 5.20	Kenampakan Massa Batuan Berkualitas Buruk pada STA 37	81
Gambar 5.21	Kenampakan Massa Batuan Berkualitas Sedang pada STA 5	82
Gambar 5.22	Kenampakan Massa Batuan Berkualitas Baik pada STA 47.....	82
Gambar 5.23	Metode Penggalan Berdasarkan Nilai GSI dan $Is_{50} < 3$ MPa (Tsiambaos dan Saroglou, 2009).....	90
Gambar 5.24	Sistem Penyangga Terowongan Berdasarkan Metode Q-system (Norwegian Geotechnical Institute (NGI), 2015).....	91
Gambar 6.1	Diagram Rose yang menunjukkan Orientasi Kelurusan Dominan pada Daerah Penelitian	97
Gambar 6.2	Grafik Korelasi GSI – RMR.....	101
Gambar 6.3	Grafik Korelasi RMR – Q-system.....	101
Gambar 6.4	Grafik Korelasi GSI – Q-system	102
Gambar 6.5	Stand up Time untuk Terowongan Tanpa Sistem Penyangga (Bieniawski, 1989)	104

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian Terdahulu Terkait Topik Penelitian.....	7
Tabel 3.1	Klasifikasi Kemiringan Lereng oleh van Zuidam (1983).....	16
Tabel 3.2	Klasifikasi Kualitas Massa Batuan Berdasarkan Nilai RQD (Deere dan Miller, 1966)	27
Tabel 3.3	Bobot Kekuatan Batuan Klasifikasi RMR (Bieniawski, 1989).....	28
Tabel 3.4	Bobot RQD dalam Klasifikasi RMR (Bieniawski, 1989)	28
Tabel 3.5	Bobot Jarak antar Diskontinuitas dalam Klasifikasi RMR (Bieniawski, 1989)	29
Tabel 3.6	Bobot Kondisi Diskontinuitas dalam Klasifikasi RMR (Bieniawski, 1989).....	30
Tabel 3.7	Kondisi Air Tanah dalam Klasifikasi RMR (Bieniawski, 1989)	31
Tabel 3.8	Pengaruh Orientasi Diskontinuitas antara Strike Dip Massa Batuan terhadap Strike Terowongan (Bieniawski, 1989).....	32
Tabel 3.9	Orientasi Diskontinuitas dalam Klasifikasi RMR (Bieniawski, 1989)	32
Tabel 3.10	Kelas Kualitas Massa Batuan dalam Klasifikasi RMR (Bieniawski, 1989).....	32
Tabel 3.11	Perkiraan Nilai UCS dan Point Load untuk Batuan Utuh (Hoek dkk., 1998).....	34
Tabel 3.12	Klasifikasi Tingkat Pelapukan pada Massa Batuan (ISRM, 1978) ..	35
Tabel 3.13	Penentuan Kondisi Kekar (Joint Condition) jika Terdapat Infilling (Bieniawski, 1989)	36
Tabel 3.14	Penentuan Kondisi Kekar (Joint Condition) Tanpa Infilling (Bieniawski, 1989)	36
Tabel 3.15	Kualitas Massa Batuan dalam Klasifikasi GSI (Sivakugan, 2013) ..	37
Tabel 3.16	Nilai Jn dalam Q-system (Barton dkk., 1974).....	38
Tabel 3.17	Nilai Jr dalam Q-system (Barton dkk., 1974).....	39
Tabel 3.18	Nilai Ja dalam Q-system (Barton dkk., 1974)	39

Tabel 3.19	Nilai Jw dalam Q-system (Barton dkk., 1974).....	41
Tabel 3.20	Nilai SRF dalam Q-system (Barton dkk., 1974)	41
Tabel 3.21	Klasifikasi Massa Batuan Berdasarkan Q-system (Barton dkk., 1974) 43	
Tabel 3.22	Metode Penggalian Berdasarkan RMR (Bieniawski, 1989).....	44
Tabel 3.23	Metode Perkuatan Berdasarkan RMR (Bieniawski, 1989)	48
Tabel 3.24	Kategori Penyangga Berdasarkan Metode Q-system (Norwegian Geotechnical Institute (NGI), 2015).....	50
Tabel 3.25	Nilai Excavation Support Ratio (ESR) (Barton dkk., 1974)	50
Tabel 5.1	Kolom Geomorfologi Daerah Penelitian.....	63
Tabel 5.2	Deskripsi Litologi pada masing-masing Titik Bor	71
Tabel 5.3	Ringkasan Nilai Rata-rata GSI Bawah Permukaan	84
Tabel 5.4	Ringkasan Nilai Rata-rata RMR Bawah Permukaan.....	85
Tabel 5.5	Ringkasan Nilai Rata-rata Q-system Bawah Permukaan	87
Tabel 5.6	Ringkasan Metode Penggalian Berdasarkan Klasifikasi GSI	89
Tabel 5.7	Ringkasan Metode Penggalian Berdasarkan Klasifikasi RMR	90
Tabel 5.8	Ringkasan Sistem Penyangga Berdasarkan Klasifikasi RMR.....	92
Tabel 5.8	Ringkasan Sistem Penyangga Berdasarkan Klasifikasi RMR (lanjutan).....	93
Tabel 5.9	Ringkasan Sistem Penyangga Berdasarkan Klasifikasi Q-system ...	93
Tabel 6.1	Ringkasan Kualitas Massa Batuan Bawah Permukaan	99
Tabel 6.2	Korelasi antar Klasifikasi Kualitas Massa Batuan di Daerah Penelitian	102