

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5.1 Lingkup Lokasi Penelitian.....	2
1.5.2 Lingkup Pekerjaan.....	3
1.6 Batasan Penelitian	4
1.7 Penelitian Terdahulu.....	4
1.8 Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.1.1 Fisiografi dan Geomorfologi Regional.....	6
2.1.2 Stratigrafi Regional	7
2.1.3 Struktur Geologi Regional.....	8
2.1.4 Kerentanan Tanah Regional.....	8
2.1.5 Geologi Daerah Penelitian.....	9
2.1.6 Geometri Terowongan Pengelak	10
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Pemetaan dan Penyelidikan Geologi Teknik	13
2.2.1.1 Geomorfologi	14
2.2.1.2 Identifikasi kualitas batuan dan tanah	15
2.2.1.3 Struktur Geologi	16
2.2.1.4 Air Tanah	16
2.2.1.5 Geodinamika (Kegempaan).....	16
2.2.2 Klasifikasi Batuan Piroklastik	18

2.2.3 Mekanika Teknik Tanah dan Batuan	19
2.2.3.1 Sifat fisik (index properties).....	19
2.2.3.2 Sifat keteknikan (engineering properties)	19
2.2.4 Klasifikasi Kualitas Massa Batuan.....	20
2.2.4.1. Rock Quality Designation (RQD)	21
2.2.4.2 Rock Mass Rating system (RMR system).....	22
2.2.4.3. Geological Strength Index (GSI).....	25
2.2.4.4 Japan Society of Civil Engineers.....	27
2.2.5 Metode Ekskavasi dan Sistem Penyangga Terowongan.....	31
2.2.5.1 Metode Ekskavasi dan Sistem Penyangga Terowongan oleh Bieniawski (1989)	32
2.2.5.2 Metode Ekskavasi dan Sistem Penyangga Terowongan oleh JSCE (2016) ...	32
2.2.6 Stabilitas Lereng Portal Terowongan	39
2.2.6.1 Kriteria Mohr - Coulomb	42
2.2.6.2 Generalized Hoek-Brown Criterion	42
2.2.6.3 Metode Keseimbangan Batas	45
2.2.7 Analisis Hidrolika Terowongan Pengelak	46
2.2.8 Hipotesis	47
BAB III METODE PENELITIAN	49
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	49
3.2 Tahapan Penelitian.....	49
3.2.1 Tahap Pendahuluan.....	51
3.2.2 Tahap Pengumpulan Data.....	51
3.2.2.1. Pengumpulan Data Primer.....	51
3.2.2.2. Pengumpulan Data Sekunder	53
3.2.4 Tahap Analisa Data.....	54
3.2.4.1. Pengamatan morfologi, litologi dan struktur geologi.....	54
3.2.4.2. Pengamatan kualitas massa batuan.....	54
3.2.4.3. Pengujian sample batuan dan tanah.....	55
3.2.4.4. Evaluasi Geologi Teknik	56
3.2.4.5. Penentuan Dimensi Terowongan Pengelak	56
3.2.4.6. Analisis Metode Ekskavasi Terowongan.....	56
3.2.4.7 Analisis Sistem Sistem Penyangga Terowongan	56
3.2.4.8. Analisis Stabilitas Lereng Portal	57

3.2.4 Tahap Penyelesaian	57
3.2.5 Jadwal Penelitian.....	58
BAB IV PENYAJIAN DATA DAN HASIL ANALISIS.....	59
4.1 Geomorfologi	59
4.2 Identifikasi Batuan dan Tanah	64
4.2.1 Litologi	65
4.2.1.1 Satuan Batupasir Tufan	65
4.2.1.2 Satuan Breksi Tuf.....	66
4.2.1.3 Satuan Perselingan Lapili Tuf dan Tuf.....	67
4.2.2 Tingkat Pelapukan dan Sifat - Sifat Batuan.....	72
4.2.2.1 Satuan tanah residual.....	72
4.2.2.2 Satuan batuan lapuk tinggi	74
4.2.2.3 Satuan batuan lapuk sedang	75
4.2.2.4 Satuan batuan lapuk rendah.....	76
4.2.2.5 Batuan Segar.....	77
4.3 Struktur Geologi.....	78
4.4 Air Tanah	80
4.5 Analisis Kegempaan (Geodinamik).....	81
4.6 Analisis Penampang Terowongan.....	81
4.7 Kualitas Massa Batuan	84
4.7.1 Kualitas Massa Batuan Berdasarkan RMR oleh Bieniawsky (1989).....	85
4.7.2 Kualitas Massa Batuan Berdasarkan JSCE	86
4.8 Analisis Metode Ekskavasi Terowongan.....	86
4.8.1 Analisis Metode Penggalan Berdasarkan RMR	88
4.8.2 Japan Society of Civil Engineers.....	89
4.9 Sistem Penyangga Terowongan.....	90
4.9.1 Sistem Penyangga Terowongan berdasarkan RMR.....	90
4.9.2 Sistem Penyangga Terowongan berdasarkan JSCE.....	91
4.7 Analisis Kestabilan Lereng Portal	92
4.8 Evaluasi Geologi Teknik Daerah Penelitian.....	95
4.9 Evaluasi Dimensi Terowongan Berdasarkan Debit Rencana	96
4.10 Evaluasi Metode Ekskavasi Terowongan	96
4.11 Evaluasi Sistem Penyangga Terowongan	97
4.12 Kondisi Kestabilan Lereng Portal Terowongan Pengelak.....	97

5.1 Kesimpulan.....	98
5.2 Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN I DESKRIPSI PEMETAAN	104
LAMPIRAN II DESKRIPSI CORE BOX	118
LAMPIRAN III HASIL UJI LAB	150
LAMPIRAN IV ANALISIS PETROGRAFI	172
LAMPIRAN V HIDROLIKA TEROWONGAN	201

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Fisiografi Jawa Bagian Barat (Bemmelen, 1949).....	7
Gambar 2.2	Peta geologi regional lokasi penelitian (Sujatmiko and Santosa, 1992)....	8
Gambar 2.3	Lokasi penelitian terhadap peta zona kerentanan tanah Provinsi Banten (Badan Geologi, 2009).....	9
Gambar 2.4	Penampang terowongan pengelak (PT. Mettana, 2018)	10
Gambar 2.5	Denah terowongan pengelak (PT. Mettana, 2018)	11
Gambar 2.6	Potongan memanjang terowongan pengelak (PT. Mettana, 2018)	11
Gambar 2.7	Penampang geologi memanjang terowongan pengelak (PT. Mettana, 2018)].....	12
Gambar 2.8	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun (Tim Pusat Studi Gempa Nasional, 2017)	17
Gambar 2. 9	Klasifikasi batuan piroklastik (Fisher, 1966).....	18
Gambar 2. 10	Klasifikasi batuan piroklastik tuf (Pettijohn, 1975).....	18
Gambar 2.11	Prosedur pengukuran dan perhitungan RQD (Deere et al, 1967).....	21
Gambar 2.12	Klasifikasi GSI dari observasi geologi (Hoek et al. 1998); (Marinos and Hoek 2000); (Marinos and Hoek 2001) dalam (Marinos et. al 2007)	26
Gambar 2.13	Klasifikasi massa batuan GSI, hubungan antara <i>Joint Condition</i> dan RQD (Hoek et al 2013).....	27
Gambar 2.14	<i>Stand up time</i> terowongan tanpa sistem penyangga (Bieniawski 1989)..	31
Gambar 2.15	Jenis pergerakan meterial (Crudes and Vernes 1996 dalam Hungr, 2014)	40
Gambar 2.16	Contoh deformasi lereng gunung dari Carpathians Slovakia. a Tahap awal dan b tahap lanjutan (Nemčok 1982 dalam Hungr, 2014)	40
Gambar 2.17	Geometri lereng tambang terbuka yang khas menunjukkan hubungan antara sudut lereng keseluruhan, sudut <i>inter-ramp</i> dan geometri <i>bench</i> (Wyllie & Mah, 2017).....	41
Gambar 2.16	Diagram Mohr (Mohr, 1900 dalam Hungr, 2014)	42
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	50
Gambar 3.2	Peta lintasan tentatif lokasi penelitian	52
Gambar 4. 1	Peta pola kelurusan daerah penelitian.....	60
Gambar 4. 2	Peta pola penyaluran daerah penelitian dan sekitarnya.	60

Gambar 4. 3	Bentuk lembah sungai dan bukit sandaran rencana as Bendungan Pasir Kopo (Sumber : PT. Mettana).....	61
Gambar 4. 4	Peta Geomorfologi daerah penelitian	62
Gambar 4. 5	Kenampakan satuan morfologi punggungan aliran piroklastik agak curam Bendungan Pasir Kopo	62
Gambar 4. 6	Peta kemiringan lereng bendungan pasir kopo	63
Gambar 4. 7	Kenampakan kemiringan lereng <i>inlet</i> terowongan pengelak.....	64
Gambar 4. 8	Kenampakan kemiringan lereng <i>outlet</i> terowongan pengelak.....	64
Gambar 4. 9	Singkapan Batupasir Tufan.....	65
Gambar 4. 10	Hasil petrografi batupasir tufan (a) XPL (X) dan (b) PPL (//).....	66
Gambar 4. 11	Singkapan Breksi Tuf	67
Gambar 4. 12	Singkapan tuf lapili.....	67
Gambar 4. 13	Hasil petrografi tuf lapili (a) XPL (X) dan (b) PPL (//).....	68
Gambar 4. 14	Singkapan tuf di sekitar lokasi magang	69
Gambar 4. 15	Hasil petrografi tuf (a) XPL (X) dan (b) PPL (//)	70
Gambar 4. 16	Peta Geologi Daerah Penelitian	70
Gambar 4. 17	Peta sayatan geologi A – B	70
Gambar 4. 18	Hasil petrografi sample batuan terowongan (a) XPL (X) dan (b) PPL (//).....	71
Gambar 4. 19	Peta sayatan geologi terowongan pengelak	72
Gambar 4. 20	Dokumentasi lapangan tanah <i>residual</i>	73
Gambar 4. 21	Lokasi pengambilan sampel tanah pada <i>inlet</i> terowongan	73
Gambar 4. 22	Dokumentasi singkapan lapili tuf lapuk tinggi pada STA 13	74
Gambar 4. 23	Sampel bor lapilli tuf lapuk tinggi (BTA-1)	75
Gambar 4. 24	Dokumentasi singkapan tuf lapuk sedang pada STA 28.....	76
Gambar 4. 25	Sampel bor lapilli tuf lapuk sedang (BTA-2).....	76
Gambar 4. 26	Dokumentasi singkapan tuf lapuk rendah pada STA 75	77
Gambar 4. 27	Sampel bor lapilli tuf segar (BT-1)	77
Gambar 4. 28	Peta tingkat pelapukan batuan di lokasi penelitian.....	78
Gambar 4. 29	Profil memanjang tingkat pelapukan di terowongan pengelak.....	78
Gambar 4. 30	Pengukuran kekar ekstensi pada STA 11	79
Gambar 4. 31	Analisis rose diagram pada kekar ekstensi menghasilkan arah NNW - SSE	79
Gambar 4. 32	Air Tanah pada trase terowongan pengelak	81

Gambar 4. 33	Penelusuran banjir pada terowongan pengelak dia. 4,0 meter (2 buah) ..	82
Gambar 4. 34	Penelusuran banjir pada terowongan pengelak dia. 5,0 meter.....	84
Gambar 4. 35	Stand up time terowongan pengelak pasir kopo tanpa sistem penyangga (Bieniawski, 1989).....	87
Gambar 4. 36	Desain inlet terowongan pengelak.....	93
Gambar 4. 37	Permodelan <i>inlet</i> terowongan pengelak.....	94
Gambar 4. 38	Hasil dari analisis stabilitas lereng portal inlet terowongan pengelak (metode <i>spencer</i>)	94
Gambar 4. 39	Hasil dari analisis stabilitas lereng portal <i>inlet</i> terowongan pengelak (metode <i>morgenstren-price</i>)	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Muka air tanah di lubang bor terowongan pengelak (PT. Mettana, 2018) ..	10
Tabel 2.3 Hubungan kelas lereng dengan sifat-sifat proses dan kondisi lahan (Zuidam 1985).....	14
Tabel 2.4 Hubungan ketinggian absolut dengan morfologi (Zuidam 1985)	15
Tabel 2.5 Skala tingkat pelapukan massa batuan (ISRM, 1978 dalam Dearman, 1991).....	15
Tabel 2.6 Ukuran butir pada piroklastik (Wentworth, 1932) dalam (Cole et al., 1972).....	18
Tabel 2.7 Klasifikasi kualitas massa batuan (Bieniawski, 1989)	23
Tabel 2.8 Klasifikasi kondisi diskontinuitas dengan pengisi (Bieniawski, 1989).....	24
Tabel 2.9 Klasifikasi kondisi diskontinuitas tanpa pengisi (Bieniawski, 1989).....	24
Tabel 2.10 Pengaruh dari strike and dip orientation dalam pekerjaan terowongan (Bieniawski, 1989)	24
Tabel 2.11 Klasifikasi kelas massa batuan dari total bobot (Bieniawski, 1989)	25
Tabel 2.12 Klasifikasi tanah dan batuan (JSCE, 2016)	28
Tabel 2.13 Panduan untuk metode ekskavasi dan sistem penyangga pada terowongan batuan berdasarkan metode RMR (Bieniawski, 1989).....	32
Tabel 2.14 Klasifikasi dan karakteristik metode penggalian (JSCE, 2016)	33
Tabel 2.15 Skema Pola Perkuatan dan Deformasi Izin untuk terowongan bentang 8,5 - 12 (JSCE, 2016)	38
Tabel 2.15 Jenis material pembentuk landslide (Hung et al., 2014)	39
Tabel 2.16 Rekomendasi nilai SF untuk lereng batuan (SNI 8460-2017).....	41
Tabel 2.17 Nilai untuk konstanta m_i (Hoek, 2002 dalam Hung, 2014)	43
Tabel 2.18 Estimasi Nilai D oleh Hoek - Brown (2019)	44
Tabel 3.1 Alat dan bahan penelitian	49
Tabel 3.2 Jadwal penelitian	58
Tabel 4. 1 Profil geomorfologi daerah penelitian.....	63
Tabel 4. 2 Hasil pengujian sampel tanah pada lereng inlet	74
Tabel 4. 3 Pengukuran data kekar ekstensi daerah penelitian	79
Tabel 4. 4 Hasil perbandingan analisis diameter terowongan pengelak.....	83
Tabel 4. 5 Karakteristik umum terowongan pengelak.....	84
Tabel 4. 6 Penilaian Kualitas Massa Batuan pada Terowongan (RMR)	85

Tabel 4. 7 Penilaian Kualitas Massa Batuan pada Terowongan JSCE	86
Tabel 4. 8 Stand up time terowongan pengelak pasir kopo tanpa sistem penyangga (Bieniawski, 1989)	87
Tabel 4. 9 Metode Ekskavasi Terowongan dengan RMR	88
Tabel 4. 10 Metode Ekskavasi Terowongan dengan JSCE	89
Tabel 4. 11 Sistem Penyangga berdasarkan RMR.....	90
Tabel 4. 12 Sistem Penyangga berdasarkan JSCE.....	92
Tabel 4. 17 Parameter dari permodelan portal inlet terowongan pengelak	93
Tabel 4. 18 Hasil dari analisis stabilitas lereng portal inlet terowongan pengelak.....	95