

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI .....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah .....	3
I.3. Tujuan Penelitian.....	3
I.4. Lingkup Penelitian.....	3
I.5. Manfaat Penelitian.....	4
I.6. Batasan Penelitian .....	5
I.7. Peneliti Terdahulu .....	5
I.8. Keaslian Penelitian .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
II.1. Geologi Regional .....	8
II.1.1. Fisiografi Regional .....	8
II.1.2. Stratigrafi Regional.....	9
II.1.3. Struktur Geologi .....	10
II.2. Air Tanah .....	11
II.3. Gempa Bumi .....	12
II.4. Geologi Teknik Regional .....	13
BAB III DASAR TEORI.....	16
III.1. Deskripsi Massa Batuan.....	16
III.1.1. <i>Intact Rock</i> .....	16
III.1.2. Bidang Diskontinuitas .....	18
III.2. Pelapukan Batuan .....	19

III.3. Sifat Keteknikan Massa Batuan .....	22
III.4. Klasifikasi Massa Batuan untuk Pekerjaan Keteknikan .....	25
III.4.1. Rock Mass Rating (RMR) System .....	25
III.4.2. Geological Strength Index (GSI) .....	29
III.5. Analisis Kestabilan Lereng .....	34
III.5.1. Metode Keseimbangan Batas .....	35
III.5.2. Kriteria Pembebanan pada Analisis Kestabilan Lereng .....	39
III.5.3. Kestabilan Lereng pada Batuan Lapuk .....	42
III.6. Hipotesis .....	44
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....	46
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian .....	46
IV.2. Tahapan Penelitian .....	46
IV.2.1. Tahap Pendahuluan .....	47
IV.2.2. Tahap Pengumpulan Data .....	47
IV.2.3. Tahap Analisis Data dan Interpretasi .....	52
IV.2.4. Tahap Akhir .....	56
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	58
V.1. Kondisi Geologi Teknik Area Penelitian .....	58
V.1.1. Geomorfologi .....	58
V.1.2. Litologi .....	64
V.1.3. Struktur Geologi .....	72
V.1.4. Air Tanah .....	75
V.1.5. Kegempaan .....	78
V.1.6. Tingkat Pelapukan Massa Batuan .....	80
V.1.7. Mineral Hasil Pelapukan .....	84
V.1.8. Kualitas Massa Batuan .....	87
V.2. Analisis Kestabilan Lereng .....	93
V.2.1. Geometri Lereng Galian .....	93
V.2.2. Kestabilan Lereng dengan Metode Keseimbangan Batas .....	97
V.3. Hubungan Kondisi Geologi Teknik dengan Analisis Kestabilan Lereng .....	114
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	117
VI.1. Kesimpulan .....	117
VI.2. Saran .....	118
DAFTAR PUSTAKA .....	120

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta lokasi penelitian dengan rencana Jalan Ayah-Jladri berwarna coklat muda. ....	4
Gambar 2.1. Daerah penelitian termasuk dalam Perbukitan Karangbolong yang ditandai kotak merah dalam peta sketsa fisiografi menurut van Bemmelen (1949). ....	8
Gambar 2.2. Daerah penelitian tersusun atas Formasi Gabon, Formasi Kalipucang, Endapan Pantai dan Aluvium (Asikin dkk., 1992). ....	9
Gambar 2.3. Peta kelurusan Pegunungan Karangbolong (Brahmantyo dkk., 2000). ....	11
Gambar 2.4. Peta muka air tanah CAT Banyumudal (Dinas ESDM, 2019). ....	12
Gambar 2.5. Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (Pusgen, 2017). ....	13
Gambar 2.6. Peta geologi teknik Kabupaten Kebumen skala 1:100.000 (Hermawan dan Sudjarwo, 2003). ....	15
Gambar 3.1. Klasifikasi batuan beku dengan komposisi mineral mafik < 90% serta komposisi mineral Q = kuarsa, A = Alkali feldspar, P = Plagioklas, F= Felspathoid. <b>A.</b> Batuan plutonik, <b>B.</b> Batuan vulkanik (Streckeisen, 1976). ....	17
Gambar 3.2. Klasifikasi batuan karbonat Dunham (1962) dengan modifikasi Embry dan Klovan (1971). Skema ini digunakan untuk deskripsi batugamping di lapangan ataupun hand specimen (Nichols, 2009). ....	17
Gambar 3.3. Profil tanah residual (Little, 1969 dalam Hardiyatmo, 2006). ....	19
Gambar 3.4. Skema yang menunjukkan perubahan mineral primer (rock forming mineral) akibat proses pelapukan di Harsit Granitoid (Ceryan, 2012). ....	21
Gambar 3.5. Ilustrasi struktur mineral (a) Kaolinite (b) Illite (c) Smectite (Ural, 2008) ....	21
Gambar 3.6. Estimasi nilai GSI berdasarkan kenampakan visual (Marinos dan Hoek, 2000). ....	30
Gambar 3.7. (A) Pembagian lereng menjadi beberapa irisan (metode irisan) dengan bidang circular pada metode Bishop; (B) gaya-gaya yang berkerja pada setiap irisan (Chruikshank, 2002). ....	36
Gambar 3.8. (A) Pembagian lereng menjadi beberapa irisan (metode irisan) pada bidang noncircular yang digunakan pada metode Morgenstern-Price dan Spencer; (B) gaya-gaya yang berkerja pada setiap irisan (Chruikshank, 2002). ....	36
Gambar 3.9. Contoh geometri galian yang menunjukkan perbedaan sudut kemiringan dan susunan bench pada daerah yang tersusun atas residual soil hingga batuan segar (Wyllie, 2017). ....	43
Gambar 4. 1. Bagan alir penelitian. ....	57
Gambar 5. 1. Peta geomorfologi daerah penelitian. ....	59
Gambar 5. 2. Sayatan geomorfologi A-B pada daerah penelitian ....	60

Gambar 5.3. Kenampakan satuan perbukitan vulkanik pada stasiun pengamatan 99 (Gambar 5.13).....	61
Gambar 5.4. Kenampakan satuan perbukitan karst pada STA 85 (Gambar 5.13).....	62
Gambar 5.5. Kenampakan satuan perbukitan karst dan dataran aluvial pada STA 107 (Gambar 5.13).....	63
Gambar 5.6. Kenampakan satuan dataran pantai pada STA 103 (Gambar 5.13).....	64
Gambar 5.7. Singkapan breksi andesit pada STA 61 (Gambar 5.13). (a) kenampakan breksi andesit pada secara makroskopis (b) kenampakan mikroskopis breksi andesit pada nikol sejajar (PPL) dan nikol bersilang (XPL) .....	65
Gambar 5.8. Singkapan lava andesit pada STA 36 (Gambar 5.13). (a) kenampakan lava andesit pada secara makroskopis (b) kenampakan mikroskopis lava andesit pada nikol sejajar (PPL) dan nikol bersilang (XPL) .....	66
Gambar 5.9. Singkapan intrusi andesit pada STA 63 (Gambar 5.13). (a) kenampakan intrusi andesit pada secara makroskopis (b) kenampakan mikroskopis intrusi andesit pada nikol sejajar (PPL) dan nikol bersilang (XPL) .....	67
Gambar 5.10. Singkapan batugamping pada STA 2 (Gambar 5.13). (a) kenampakan batugamping pada secara makroskopis (b) kenampakan mikroskopis batugamping pada nikol sejajar (PPL) dan nikol bersilang (XPL) .....	68
Gambar 5.11. (a) Singkapan yang tersusun oleh endapan berukuran pasir pada STA 104 (Gambar 5.13) (b) Singkapan yang tersusun oleh endapan berukuran kerakal pada STA 103 (Gambar 5.13). .....	69
Gambar 5.12. Peta lintasan daerah penelitian.....	70
Gambar 5.13. Peta geologi daerah penelitian dan sayatan geologi A-B.....	71
Gambar 5.14. Delineasi kelurusan struktur geologi menggunakan data DEMNas .....	72
Gambar 5.15. Analisis arah kelurusan pada daerah penelitian menggunakan diagram mawar .....	72
Gambar 5.16. Kenampakan kekar pada stasiun pengamatan 23 dan 60 (Gambar 5.13).73	
Gambar 5.17. Analisis arah kekar menggunakan diagram mawar .....	73
Gambar 5.18. Kenampakan sesar geser pada stasiun pengamatan 89 (Gambar 5.13). ..	74
Gambar 5.19. Analisis arah gaya utama pembentuk struktur sesar .....	74
Gambar 5.20. Penentuan jenis struktur sesar geser dekstral menurut Rickard (1972) ...	75
Gambar 5.21. Peta sebaran titik pengamatan muka air tanah di daerah penelitian .....	77
Gambar 5.22. Peta tingkat pelapukan sepanjang rencana Jalan Ayah-Jladri.....	83
Gambar 5.23. Jenis mineral lempung yang ditemukan pada STA 21 berupa haloisit dan smektit .....	84
Gambar 5.24. Jenis mineral lempung yang ditemukan pada STA 63 berupa haloisit, klorit dan smektit.....	85
Gambar 5.25. Jenis mineral lempung yang ditemukan pada STA 71 berupa haloisit....	85
Gambar 5.26. Jenis mineral lempung yang ditemukan pada STA 74 berupa haloisit dan smektit .....	86
Gambar 5.27. Kenampakan kualitas massa batuan sangat bagus di STA 7 (Gambar 5.13). .....	88
Gambar 5.28. Kenampakan kualitas massa batuan bagus di STA 1 (kiri) dan STA 30 (kanan).....	88

Gambar 5.29. Kenampakan kualitas massa batuan cukup di STA 21 (Gambar 5.13)....	89
Gambar 5.30. Kenampakan kualitas massa batuan buruk di STA 29 (Gambar 5.13)..	90
Gambar 5.31. Kenampakan kualitas massa batuan sangat buruk pada STA 29 (Gambar 5.13). .....	90
Gambar 5.32. Peta kualitas massa batuan GSI pada sepanjang rencana Jalan Ayah- Jladri .....	91
Gambar 5.33. Grafik korelasi nilai GSI dan RMR .....	92
Gambar 5.34. Desain geometri lereng galian STA 1 untuk analisis kestabilan lereng .....	94
Gambar 5.35. Desain geometri lereng galian STA 61 untuk analisis kestabilan lereng .....	94
Gambar 5.36. Desain geometri lereng galian STA 63 untuk analisis kestabilan lereng .....	95
Gambar 5.37. Desain geometri lereng galian STA 71 untuk analisis kestabilan lereng .....	96
Gambar 5.38. Desain geometri lereng galian STA 102 untuk analisis kestabilan lereng .....	97
Gambar 5.39. Analisis kestabilan lereng STA 1 tanpa beban gempa.....	98
Gambar 5.40 Analisis kestabilan lereng STA 1 tanpa beban gempa (lanjutan) .....	99
Gambar 5.41. Analisis kestabilan lereng STA 1 dengan beban gempa.....	100
Gambar 5.42. Analisis kestabilan lereng STA 1 dengan beban gempa (lanjutan) .....	101
Gambar 5.43. Analisis kestabilan lereng STA 61 tanpa beban gempa.....	102
Gambar 5.44. Analisis kestabilan lereng STA 61 tanpa beban gempa (lanjutan) .....	103
Gambar 5.45. Analisis kestabilan lereng STA 61 dengan beban gempa.....	103
Gambar 5.46. Analisis kestabilan lereng STA 61 dengan beban gempa (lanjutan) .....	104
Gambar 5.47. Analisis kestabilan lereng STA 63 tanpa beban gempa.....	105
Gambar 5.48. Analisis kestabilan lereng STA 63 tanpa beban gempa (lanjutan) .....	106
Gambar 5.49. Analisis kestabilan lereng STA 63 dengan beban gempa.....	107
Gambar 5.50. Analisis kestabilan lereng STA 71 tanpa beban gempa.....	108
Gambar 5.51. Analisis kestabilan lereng STA 71 tanpa beban gempa (lanjutan) .....	109
Gambar 5.52. Analisis kestabilan lereng STA 71 dengan beban gempa.....	109
Gambar 5.53. Analisis kestabilan lereng STA 71 dengan beban gempa (lanjutan) .....	110
Gambar 5.54. Analisis kestabilan lereng STA 120 tanpa beban gempa.....	111
Gambar 5.55. Analisis kestabilan lereng STA 120 tanpa beban gempa (lanjutan) .....	112
Gambar 5.56. Analisis kestabilan lereng STA 120 dengan beban gempa .....	112
Gambar 5.57. Analisis kestabilan lereng STA 120 dengan beban gempa (lanjutan) ...	113

Tabel 1.1. Keterbaruan data terhadap peneliti terdahulu yang melakukan penelitian detail .....	7
Tabel 3.1. Terjemahan klasifikasi pelapukan batuan (ISRM, 1981). Tingkat pelapukan batuan dibagi dalam enam kelas.....	20
Tabel 3.2. Rangkuman kelompok mineral lempung beserta contohnya (Brigatti dkk., 2006).....	22
Tabel 3.3. Klasifikasi kekuatan tanah dan batuan berdasarkan pengamatan di lapangan (ISRM, 1981) .....	24
Tabel 3.4. Nilai C secara umum berdasarkan ukuran core yang digunakan (ASTM, 1995).....	25
Tabel 3.5. Penilaian klasifikasi massa batuan menggunakan RMR (Bieniawski, 1989).....	28
Tabel 3.6. Kualitas massa batuan berdasarkan nilai GSI (Sivakugan dkk, 2013) .....	30
Tabel 3.7. Perkiraan nilai m dan s untuk berbagai jenis dan kondisi massa batuan (Hoek dan Brown, 1988).....	32
Tabel 3.8. Estimasi faktor gangguan D (Hoek dkk., 2002) .....	33
Tabel 3.9. Beban hidup berdasarkan kelas jalan menurut SNI-8460:2017 .....	39
Tabel 3.10. Klasifikasi situs (AASHTO, 2012 dalam SNI-8460:2017) .....	41
Tabel 3.11. Faktor amplifikasi untuk PGA (PGA) dan periode 0,2 detik (Fa) (AASHTO, 2012 dalam SNI-8460:2017) .....	41
Tabel 4.1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian beserta kegunaannya.....	46
Tabel 5.1. Data muka air tanah pada sumur bor .....	75
Tabel 5.2. Data sekunder kedalaman muka air tanah pada sumur bor .....	76
Tabel 5.3. Data sekunder kedalaman muka air tanah pada CAT Banyumudal .....	76
Tabel 5.4. N-SPT rata-rata sampai dengan kedalaman 20 meter pada BM-01 .....	78
Tabel 5.5. N-SPT rata-rata sampai dengan kedalaman 20 meter pada BM-02 .....	78
Tabel 5.6. N-SPT rata-rata sampai dengan kedalaman 20 meter pada BM-03 .....	79
Tabel 5.7. N-SPT rata-rata sampai dengan kedalaman 20 meter pada BM-04 .....	79
Tabel 5.8. N-SPT rata-rata sampai dengan kedalaman 20 meter pada BM-05 .....	79
Tabel 5.9. Nilai koefisien gempa horisontal di daerah penelitian .....	80
Tabel 5.10. Parameter masukan dalam analisis kestabilan lereng .....	98
Tabel 5.11. Nilai faktor keamanan lereng tanpa beban gempa.....	114
Tabel 5.12. Nilai faktor keamanan lereng dengan beban gempa.....	114