

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| DAFTAR LAMBANG | xviii |
| INTISARI..... | xxi |
| <i>ABSTRACT</i> | xxii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan..... | 2 |
| 1.3 Batasan Penelitian | 3 |
| 1.4 Keaslian Penelitian | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Tipe-tipe Gerakan Massa..... | 5 |
| 2.2 Pemodelan Curah Hujan..... | 8 |
| 2.3 Pengaruh Curah Hujan terhadap Faktor Aman..... | 11 |
| 2.4 Infiltrasi | 12 |
| 2.5 Pengaruh Infiltrasi terhadap Stabilitas Lereng..... | 13 |
| 2.6 Konsep Tanah Jenuh Sebagian | 14 |
| 2.7 <i>Soil Water Characteristic Curve (SWCC)</i> | 15 |
| 2.8 Geologi Regional | 19 |
| 2.8.1 Fisiografi regional Karanganyar | 19 |
| 2.8.2 Struktur geologi regional Karanganyar..... | 20 |

BAB 3 LANDASAN TEORI

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Analisis Hidrologi | 21 |
| 3.1.1 | Analisis frekuensi | 21 |
| 3.1.2 | Perkiraan Data Hujan | 23 |
| 3.1.3 | Durasi dominan..... | 24 |
| 3.2 | Aliran Air dalam Tanah Jenuh Sebagian | 25 |
| 3.3 | Propertis Tanah | 27 |
| 3.3.1 | Porositas | 27 |
| 3.3.2 | Angka pori..... | 27 |
| 3.3.3 | Derajat kejenuhan | 28 |
| 3.3.4 | Kadar air | 28 |
| 3.3.5 | <i>Specific gravity</i> | 28 |
| 3.3.6 | Kepadatan tanah..... | 29 |
| 3.4 | Estimasi <i>Soil Water Characteristic Curve (SWCC)</i> berdasarkan <i>Soil Vision Databased</i> | 29 |
| 3.4.1 | <i>Fitting</i> distribusi ukuran butiran | 30 |
| 3.4.2 | <i>Fitting SWCC</i> | 33 |
| 3.5 | Estimasi Nilai Konduktivitas Hidraulik | 35 |
| 3.6 | Infiltrasi | 36 |
| 3.6.1 | Persamaan Green Ampt | 37 |
| 3.6.2 | Persamaan Philip | 39 |
| 3.6.3 | Parameter Green Ampt..... | 42 |
| 3.6.4 | Waktu genangan (<i>ponding time</i>)..... | 43 |
| 3.7 | Model Analisis Stabilitas Lereng | 44 |
| 3.7.1 | Faktor aman | 48 |
| 3.7.2 | Parameter kuat geser tanah..... | 48 |

BAB 4 METODE PENELITIAN

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 4.1 | Lokasi Penelitian | 49 |
| 4.2 | Data Penelitian | 49 |
| 4.3 | Pengujian Laboratorium | 54 |
| 4.4 | Tahapan Analisis | 56 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.4.1 | <i>Fitting soil water characteristic curve (SWCC)</i> | 56 |
| 4.4.2 | Analisis nilai konduktivitas hidraulik | 56 |
| 4.4.3 | Pengolahan data curah hujan | 57 |
| 4.4.4 | Perhitungan infiltrasi..... | 57 |
| 4.4.5 | Analisis stabilitas lereng | 58 |

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-------|---|----|
| 5.1 | Lokasi Penelitian | 60 |
| 5.1.1 | Kondisi lereng | 60 |
| 5.1.2 | Geologi..... | 65 |
| 5.2 | Pengujian Propertis Tanah..... | 68 |
| 5.3 | <i>Fitting Soil Water Characteristik Curve (SWCC)</i> | 69 |
| 5.4 | Konduktivitas Hidraulik Tanah..... | 73 |
| 5.5 | Analisis Curah Hujan | 75 |
| 5.5.1 | Durasi hujan | 75 |
| 5.5.2 | Curah hujan | 76 |
| 5.6 | Kapasitas Infiltrasi | 79 |
| 5.7 | Pengaruh Infiltrasi terhadap Perubahan Parameter Kuat Geser Tanah | 83 |
| 5.8 | Kedalaman Bidang Runtuh dan Faktor Aman..... | 87 |

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|-----|------------------|----|
| 6.1 | Kesimpulan | 90 |
| 6.2 | Saran..... | 91 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Desain hujan untuk simulasi di saluran induk Kalibawang Kulonprogo | 9 |
| Tabel 2.2 | Rancangan pemodelan curah hujan | 10 |
| Tabel 2.3 | Rancangan model hujan setiap bulan | 11 |
| Tabel 2.4 | Angka aman lereng dalam berbagai kondisi pemodelan | 11 |
| Tabel 3.1 | Derajat curah hujan dan intensitas hujan | 23 |
| Tabel 3.2 | Keadaan curah hujan dan intensitas hujan | 23 |
| Tabel 3.3 | <i>Specific gravity</i> tanah..... | 29 |
| Tabel 3.4 | Estimasi nilai konstanta (δ) dan indeks distribusi ukuran butiran (λ) untuk variasi tanah | 36 |
| Tabel 3.5 | Konduktivitas hidraulik tanah jenuh sebagian sebagai fungsi dari <i>matric suction</i> | 37 |
| Tabel 3.6 | Parameter Green Ampt untuk beberapa jenis tanah | 42 |
| Tabel 3.7 | Klasifikasi kedalaman longsor..... | 47 |
| Tabel 3.8 | Kategori faktor aman | 48 |
| Tabel 5.1 | Hasil uji propertis tanah | 68 |
| Tabel 5.2 | Durasi hujan dominan dari analisis <i>WindRose</i> | 76 |
| Tabel 5.3 | Besaran nilai curah hujan lebat maksimum setiap tahun | 77 |
| Tabel 5.4 | Besaran nilai curah hujan normal maksimum setiap tahun..... | 77 |
| Tabel 5.5 | Karakteristik kedalaman hujan lebat menurut probabilitasnya | 77 |
| Tabel 5.6 | Karakteristik kedalaman hujan normal menurut probabilitasnya.. | 78 |
| Tabel 5.7 | Rekapitulasi angka yang mewakili hujan normal dan lebat yang terjadi di lokasi penelitian | 78 |
| Tabel 5.8 | Hasil perhitungan kapasitas infiltrasi hujan normal pada lokasi penelitian untuk semua kondisi derajat kejenuhan..... | 79 |
| Tabel 5.9 | Hasil perhitungan kapasitas infiltrasi hujan lebat pada lokasi penelitian untuk semua kondisi derajat kejenuhan..... | 80 |
| Tabel 5.10 | Perubahan nilai parameter kuat geser tanah berdasarkan nilai <i>suction</i> | 84 |

| | |
|--|----|
| Tabel 5.11 Rekapitulasi hasil perhitungan kedalaman bidang gelincir lereng dan faktor aman untuk hujan normal | 86 |
| Tabel 5.12 Rekapitulasi hasil perhitungan kedalaman bidang gelincir lereng dan faktor aman untuk hujan lebat | 86 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Skema tipe longsoran berdasarkan gerakannya | 8 |
| Gambar 2.2 | Zona kelembaban selama infiltrasi dan pengaruh dari jenis tanah | 13 |
| Gambar 2.3 | Perbedaan fase elemen pada tanah jenuh sebagian | 15 |
| Gambar 2.4 | Fungsi <i>volumetric water content</i> | 16 |
| Gambar 2.5 | Prosedur pengujian <i>SWCC</i> di laboratorium | 17 |
| Gambar 2.6 | Menentukan <i>Unsaturated Soil Function</i> dengan tes laboratorium | 18 |
| Gambar 2.7 | Fisiografi Pulau Jawa bagian Tengah dan Timur | 19 |
| Gambar 3.1 | Stasiun hujan untuk koreksi data | 23 |
| Gambar 3.2 | Sebaran hujan dominan | 25 |
| Gambar 3.3 | Pola infiltrasi air hujan dalam tanah | 36 |
| Gambar 3.4 | Metode infiltrasi Green Ampt | 37 |
| Gambar 3.5 | Penampang media berpori pada tanah jenuh | 40 |
| Gambar 3.6 | Pengaruh besaran waktu ponding terhadap tingkat infiltrasi | 43 |
| Gambar 3.7 | Model lereng tak hingga, (a) Model 1: lapisan tanah keras berada sangat dalam, (b) Model 2: lapisan tanah keras relatif dangkal | 46 |
| Gambar 3.8 | Perubahan kohesi akibat peningkatan <i>matric suction</i> | 49 |
| Gambar 4.1 | Lokasi Penelitian Desa Puntukrejo Kec. Ngaryoso | 51 |
| Gambar 4.2 | Lokasi Penelitian Desa Gerdu Kec. Karangpandan | 52 |
| Gambar 4.3 | Lokasi Penelitian Desa Koripan dan Desa Girilayu Kec. Matesih | 53 |
| Gambar 4.4 | Satu set saringan standar ASTM D 422 | 54 |
| Gambar 4.5 | Alat uji hidrometer | 55 |
| Gambar 4.6 | Piknometer | 55 |
| Gambar 4.7 | Bagan alir penelitian | 59 |
| Gambar 5.1 | Peta risiko bencana longsor Kabupaten Karanganyar | 61 |
| Gambar 5.2 | Peta kemiringan lereng Kabupaten Karanganyar | 62 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 5.3 | Kemiringan lereng di Desa Koripan Kecamatan Matesih..... | 63 |
| Gambar 5.4 | Kemiringan lereng di Desa Girilayu Kecamatan Matesih..... | 63 |
| Gambar 5.5 | Kemiringan lereng di Desa Gerdu Kecamatan Karangpandan. | 64 |
| Gambar 5.6 | Kemiringan lereng di Desa Puntukrejo Kecamatan Ngaryoso . | 65 |
| Gambar 5.7 | Peta geologi Kabupaten Karanganyar berdasarkan formasi geologi..... | 67 |
| Gambar 5.8 | Distribusi ukuran butir dan persamaan <i>unimodal fit</i> untuk tanah SM di Desa Koripan Kecamatan Matesih..... | 69 |
| Gambar 5.9 | Distribusi ukuran butir dan persamaan <i>unimodal fit</i> untuk tanah MH di Desa Girilayu Kecamatan Matesih | 70 |
| Gambar 5.10 | Distribusi ukuran butir dan persamaan <i>unimodal fit</i> untuk tanah ML di Desa Gerdu Kecamatan Karangpandan..... | 70 |
| Gambar 5.11 | Distribusi ukuran butir dan persamaan <i>unimodal fit</i> untuk tanah ML di Desa Puntukrejo Kecamatan Ngaryoso..... | 70 |
| Gambar 5.12 | <i>Soil Water Characteristic Curve</i> untuk tanah SM di Desa Koripan Kecamatan Matesih | 71 |
| Gambar 5.13 | <i>Soil Water Characteristic Curve</i> untuk tanah MH di Desa Girilayu Kecamatan Matesih | 71 |
| Gambar 5.14 | <i>Soil Water Characteristic Curve</i> untuk tanah ML di Desa Gerdu Kecamatan Karangpandan | 72 |
| Gambar 5.15 | <i>Soil Water Characteristic Curve</i> untuk tanah ML di Desa Puntukrejo Kecamatan Ngaryoso | 72 |
| Gambar 5.16 | Konduktivitas hidraulik tanah (<i>k</i>) untuk masing-masing lokasi | 74 |
| Gambar 5.17 | Sebaran hujan normal hasil analisis <i>WindRose</i> Kec.Matesih, Kabupaten Karanganyar | 75 |
| Gambar 5.18 | Laju infiltrasi selama hujan untuk masing-masing lokasi..... | 82 |
| Gambar 5.19 | Infiltrasi kumulatif selama hujan untuk masing-masing lokasi | 82 |
| Gambar 5.20 | Penurunan nilai kohesi terhadap perubahan nilai <i>suction</i> | 85 |
| Gambar 5.21 | Pengaruh infiltrasi terhadap faktor aman (a) hujan normal, (b) hujan lebat di Desa Girilayu Kec. Matesih..... | 87 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 5.22 | Pengaruh infiltrasi terhadap faktor aman (a) hujan normal, (b) hujan lebat di Desa Koripan Kec. Matesih | 87 |
| Gambar 5.23 | Pengaruh infiltrasi terhadap faktor aman (a) hujan normal, (b) hujan lebat di Desa Puntukrejo Kec. Ngargoyoso | 88 |
| Gambar 5.24 | Pengaruh infiltrasi terhadap faktor aman (a) hujan normal, (b) hujan lebat di Desa Gerdu Kec. Karangpandan | 88 |

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

- A.1 Analisis distribusi ukuran butir: Desa Koripan Kecamatan Matesih..... Lamp-A-1
- A.2 Analisis distribusi ukuran butir: Desa Girilayu Kecamatan Matesih.....Lamp-A-2
- A.3 Analisis distribusi ukuran butir: Desa Gerdu Kecamatan Karangpandan.....Lamp-A-3
- A.4 Analisis distribusi ukuran butir: Desa Puntukrejo Kecamatan NgargoyosoLamp-A-4
- A.5 Analisis koefisien permeabilitas: Desa Koripan Kecamatan Matesih.....Lamp-A-5
- A.6 Analisis koefisien permeabilitas: Desa Girilayu Kecamatan Matesih.....Lamp A-6
- A.7 Analisis koefisien permeabilitas: Desa Gerdu Kecamatan Karangpandan.....Lamp-A-7
- A.8 Analisis koefisien permeabilitas: Desa Puntukrejo Kecamatan NgargoyosoLamp-A-8

LAMPIRAN B

- B.1 Rekap data hujan lebat dengan intensitas 50-100 mm/hari di stasiun hujan Kecamatan Matesih.....Lamp-B-9
- B.2 Rekap data hujan lebat dengan intensitas 50-100 mm/hari di stasiun hujan Kecamatan Karangpandan.....Lamp-B-10
- B.3 Rekap data hujan lebat dengan intensitas 50-100 mm/hari di stasiun hujan Kecamatan Ngargoyoso Lamp-B-11
- B.4 Rekap data hujan normal dengan intensitas 20-50 mm/hari di stasiun hujan Kecamatan Matesih.....Lamp-B-12
- B.5 Rekap data hujan normal dengan intensitas 20-50 mm/hari di stasiun hujan Kecamatan Karangpandan.....Lamp-B-13

- B.6 Rekap data hujan normal dengan intensitas 20-50 mm/hari di stasiun hujan Kecamatan NgargoyosoLamp-B-14

LAMPIRAN C

- C.1 Rekap *input* analisis frekuensi.....Lamp-C-15
- C.2 Rekap *output* analisis frekuensi dengan intensitas hujan lebat ($i = 50-100$ mm/hari) di Kecamatan Karangpandan Lamp-C-15
- C.3 Uji Smirnov-Kolmogorov intensitas lebat ($i = 50-100$ mm/hari) Kecamatan Karangpandan Lamp-C-17
- C.4 Kala-ulang hujan dengan intensitas lebat ($i = 50-100$ mm/hari) di Kecamatan Karangpandan Lamp-C-17
- C.5 Kala-ulang hujan dengan intensitas normal ($i = 20-50$ mm/hari) di Kecamatan Karangpandan.....Lamp-C-18
- C.6 Kala-ulang hujan dengan intensitas lebat ($i = 50-100$ mm/hari) di Kecamatan Matesih..... Lamp-C-18
- C.7 Kala-ulang hujan dengan intensitas normal ($i = 20-50$ mm/hari) di Kecamatan Matesih.....Lamp-C-18
- C.8 Kala-ulang hujan dengan intensitas lebat ($i = 50-100$ mm/hari) di Kecamatan NgargoyosoLamp-C-19
- C.9 Kala-ulang hujan dengan intensitas normal ($i = 20-50$ mm/hari) di Kecamatan NgargoyosoLamp-C-19

LAMPIRAN D

- D.1 Sebaran hujan deras hasil analisis *WindRose* Kecamatan Matesih, Kabupaten KaranganyarLamp-D-20
- D.2 Sebaran hujan normal hasil analisis *WindRose* Kecamatan Matesih, Kabupaten KaranganyarLamp-D-20
- D.3 Sebaran hujan deras hasil analisis *WindRose* Kecamatan Karangpandan, Kabupaten KaranganyarLamp-D-21
- D.4 Sebaran hujan normal hasil analisis *WindRose* Kecamatan Karangpandan, Kabupaten KaranganyarLamp-D-21

- D.5 Sebaran hujan deras hasil analisis *WindRose* Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar Lamp-D-22
- D.6 Sebaran hujan deras hasil analisis *WindRose* Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar Lamp-D-22

LAMPIRAN E

- E.1 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan lebat pada kondisi $S_r = 70\%$ Lamp-E-23
- E.2 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan lebat pada kondisi $S_r = 80\%$ Lamp-E-23
- E.3 Perhitungan Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan lebat pada kondisi $S_r = 90\%$ Lamp-E-24
- E.4 Perhitungan Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan lebat pada kondisi $S_r = 94\%$ Lamp-E-24
- E.5 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan lebat pada kondisi $S_r = 96\%$ Lamp-E-24
- E.6 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan lebat pada kondisi $S_r = 97\%$ Lamp-E-25
- E.7 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan normal pada kondisi $S_r = 70\%$ Lamp-E-25
- E.8 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan normal pada kondisi $S_r = 80\%$ Lamp-E-26
- E.9 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan normal pada kondisi $S_r = 90\%$ Lamp-E-26
- E.10 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan normal pada kondisi $S_r = 94\%$ Lamp-E-26
- E.11 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan normal pada kondisi $S_r = 96\%$ Lamp-E-27
- E.12 Perhitungan kapasitas infiltrasi dengan intensitas hujan normal pada kondisi $S_r = 97\%$ Lamp-E-27

LAMPIRAN F

- F.1 Analisis stabilitas lereng Desa Girilayu Kec. Matesih dengan intensitas hujan lebat ($i = 50-100$ mm/hari) Lamp-F-28
- F.2 Analisis stabilitas lereng Desa Ngaryoso Kec. Puntukrejo dengan intensitas hujan lebat ($i = 50-100$ mm/hari) Lamp-F-29
- F.3 Analisis Stabilitas lereng Desa Gerdu Kec. Karangpandan dengan intensitas hujan lebat ($i = 50-100$ mm/hari) Lamp-F-30
- F.4 Analisis stabilitas lereng Desa Koripan Kec. Matesih dengan intensitas hujan lebat ($i = 50-100$ mm/hari) Lamp-F-31
- F.5 Analisis stabilitas lereng Desa Girilayu Kec. Matesih untuk intensitas hujan normal ($i = 20-50$ mm/hari)..... Lamp-F-32
- F.6 Analisis stabilitas lereng Desa Ngaryoso Kec. Puntukrejo dengan intensitas hujan hujan normal ($i = 20-50$ mm/hari) Lamp-F-33
- F.7 Analisis Stabilitas lereng Desa Gerdu Kec. Karangpandan dengan intensitas hujan normal ($i = 20-50$ mm/hari)..... Lamp-F-34
- F.8 Analisis stabilitas lereng Desa Koripan Kec. Matesih dengan intensitas hujan normal ($i = 20-50$ mm/hari)..... Lamp-F-35

LAMPIRAN G

- G.1 Laporan Badan Penanggulangan Bencana Kabupaten Karanganyar perihal kejadian tanah longsor di Desa Gerdu Kecamatan Karangpandan Lamp-G-36
- G.2 Laporan Badan Penanggulangan Bencana Kabupaten Karanganyar perihal kejadian tanah longsor di Desa Girilayu Kecamatan Matesih..... Lamp-G-41
- G.3 Laporan Badan Penanggulangan Bencana Kabupaten Karanganyar perihal kejadian tanah longsor di Desa Puntukrejo Kecamatan Ngargoyoso Lamp-G-44
- G.4 Laporan Badan Penanggulangan Bencana Kabupaten Karanganyar perihal kejadian tanah longsor di Desa Koripan Kecamatan Matesih..... Lamp-G-46