

DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
INTISARI	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Masalah Penelitian	3
1.3. Keaslian Penelitian.....	4
1.4. Tujuan dan Pertanyaan Penelitian	6
1.4.1. Tujuan Umum Penelitian	6
1.4.2. Tujuan Khusus Penelitian	6
1.4.3. Hipotesis dan Pertanyaan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA PIKIR PENELITIAN	9
2.1. Tinjauan Pustaka	9
2.1.1. Geologi Zona Selatan Pulau Jawa	9
2.1.2. Geomorfologi Gunungapi.....	10
2.1.3. Geomorfologi Gunungapi Muda dan Gunungapi Tua.....	11
2.1.4. Geomorfologi Tanah Pada Sistem Gunungapi	14
2.1.5. Sumberdaya Lahan Gunungapi.....	17
2.1.6. Ancaman Bencana Bentanglahan Gunungapi.....	19
2.1.7. Karakter Sosial, Ekonomi dan Budaya Masyarakat Bentanglahan Gunungapi.....	20
2.2. Landasan Teori dan Alur Pikir Penelitian.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1. Metode Pemilihan Lokasi.....	23
3.2. Metode Pengambilan Sampel.....	24
3.3. Variabel Penelitian	27
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	27
3.5. Metode Analisis dan Penyajian Data	28
3.5.1. Pengukuran Kelengkungan Sungai (<i>Channel Sinuosity</i>)	29

3.5.2.	Pengambilan Data LiDAR	31
3.5.3.	Pengambilan Data Foto Udara	33
3.5.4.	Pengukuran Parameter Permukaan Melalui Analisis 3 Dimensi	34
3.5.5.	Pengelompokkan Parameter Permukaan Lahan Berdasarkan Kesamaan Atribut	36
3.5.6.	Analisis Fitur Geometri Longsor	37
3.5.7.	Klasifikasi Tutupan dan Penggunaan Lahan	39
3.5.8.	Pengambilan Sampel Tanah dan Uji Mineralogi Bahan Induk.....	39
3.5.9.	Pengambilan Data Sosial, Ekonomi, dan Budaya	40
3.5.10.	Analisa SWOT-SOAR.....	41
BAB IV DESKRIPSI WILAYAH PENELITIAN		43
4.1.	Deskripsi Umum Wilayah.....	43
4.2.	Fisik Lingkungan Wilayah Penelitian	44
4.2.1.	Iklm.....	44
4.2.2.	Relief.....	45
4.2.3.	Geologi.....	47
4.2.4.	Air	49
4.2.5.	Tanah.....	51
4.2.6.	Tutupan dan Penggunaan Lahan.....	52
4.3.	Sosial, Ekonomi, dan Budaya.....	55
4.3.1.	Demografi dan Sosial Masyarakat.....	58
4.3.2.	Ekonomi	59
4.3.3.	Budaya	59
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		61
5.1.	Delineasi Zona Transisi Gunungapi Kuartar-Neogen (TGKN) Secara Spasial.....	61
5.1.1.	Morfologi Zona TGKN	72
5.1.2.	Material Bahan Induk di Zona TGKN	74
5.1.3.	Karakteristik Tanah Permukaan di Zona TGKN	85
5.1.4.	Identifikasi 3 Zona Transisi Gunungapi di Jawa Bagian Selatan Berdasarkan Aransemen Spasialnya.	96
5.2.	Tatanan Sumberdaya Lahan dan Ancaman Bencana di Zona TGKN.....	102
5.2.1.	Pola Penggunaan Lahan di Zona TGKN.....	102
5.2.2.	Sebaran dan Tipologi Longsor, Erosi, dan Kekeringan di Zona TGKN.....	106
5.3.	Pola Pengelolaan dan Pengembangan Sumberdaya Lahan di Zona TGKN.....	126
5.3.1.	Kondisi Eksisting Pengelolaan Sumberdaya Lahan di Zona TGKN.....	126
5.3.2.	Strategi Pengelolaan dan Pengembangan Lahan Pertanian di Zona TGKN.....	137

5.3.3.	Strategi Pengelolaan dan Pengembangan Lahan Permukiman di Zona TGKN....	144
6.1.	Kesimpulan	149
6.2.	Rekomendasi.....	151
ACKNOWLEDGMENT.....		151
BAB VIII DAFTAR PUSTAKA		152
BAB IX LAMPIRAN		163
Lampiran 1.	Data Primer Sifat Fisika Tanah di Lapangan	164
Lampiran 2.	Data Primer dan Sekunder Sifat Fisika dan Kimia	168
Lampiran 3.	Data In-depth Interview	177

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1.	Formasi Batuan Penyusun Pulau Jawa.....	9
Tabel 2. 2.	Perbandingan karakter mineral kaolinit dan hallosit (Hart et al., 2002; Joussein et al., 2005; Kirkman, 1981).	17
Tabel 3. 2.	Variabel Penelitian.	27
Tabel 3. 3.	Daftar Alat Penelitian	28
Tabel 3. 4.	Bahan Penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini secara umum terdiri dari 5 (lima) bahan utama.....	28
Tabel 3. 5.	Metode analisis data pada masing-masing variable penelitian.....	29
Tabel 3. 6.	Klasifikasi index kelengkungan sungai.....	30
Tabel 3. 7.	Turunan data DEM yang digunakan dalam penelitian	34
Tabel 3. 8.	Pembagian kelas parameter	36
Tabel 3. 9.	Definisi SWOT-AR	41
Tabel 3. 10.	SWOT – AR Matriks Analysis.....	42
Tabel 4. 1.	Lokasi Desa Area Kunci Penelitian	44
Tabel 4. 2.	Kelas lereng DAS Kodil dan area kunci penelitian	46
Tabel 4. 3.	Formasi geologi penyusun DAS Kodil	47
Tabel 4. 4.	Panjang Sungai pada setiap orde di DAS Kodil	50
Tabel 4. 5.	Tutupan dan penggunaan lahan DAS Kodil.....	53
Tabel 4. 6.	Tutupan dan penggunaan lahan area kunci penelitian	55
Tabel 4. 7.	Data SDGs Desa Lokasi kunci penelitian	56
Tabel 4. 8.	Desa layak air bersih dan sanitasi (SDGs 6) dan sumber air yang digunakan untuk mandi keluarga.....	57
Tabel 4. 9.	Desa layak air bersih dan sanitasi (SDGs 6) dan sumber air yang digunakan untuk minum keluarga.....	57
Tabel 4. 10.	Konsumsi dan produksi desa sadar lingkungan	58
Tabel 4. 11.	Demografi penduduk desa Lokasi kunci penelitian tahun 2023	58
Tabel 4. 12.	Pertumbuhan ekonomi desa – pekerjaan utama	59

Tabel 5. 1. Karakteristik morfologi tanah pada 4 (empat) profil kontrol area kunci penelitian.	77
Tabel 5. 2. Kandungan 5 mineral dominan sampel G.14	79
Tabel 5. 3. Kandungan 5 mineral dominan sampel G.23	79
Tabel 5. 4. Kandungan 5 mineral dominan sampel G.20	81
Tabel 5. 5. Kandungan 5 mineral dominan sampel G.33	82
Tabel 5. 6. Hasil analisis mineral pada lapisan klei dari lapukan abu vulkanik dan batuan induk di longsor Desa Wonogiri (Noviyanto, 2020).....	83
Tabel 5. 7. Perbandingan luas tutupan lahan terhadap tipe bentuklahan	102
Tabel 5. 8. Parameter statistik untuk geometri longsor dalam dua dimensi (2D)	108
Tabel 5. 9. Pembagian kelas indeks eliptisitas menggunakan teknik interval geometris.....	109
Tabel 5. 10.....	135
Tabel 5. 11. SWOT – AR Matrik Analisis untuk Lahan Permukiman.....	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pembagian Zona Bentanglahan Pulau Jawa.....	10
Gambar 2. 2. Profil melintang posisi sistem vulkanik Gunungapi Sumbing dan Gunungapi Tua Menoreh	12
Gambar 2. 3. Intrusi magma di sekitar Sungai Kodil (Van Bemmelen, 1949)	13
Gambar 2. 4. (a) Struktur mineral hallosit dan (b) mineral kaolinit (Murray, 1999, 2006)	16
 Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian di 4 Kawasan Gunungapi Pulau Jawa bagian Selatan, Dimana Kawasan Gunungapi Sumbing sebagai Lokasi kunci penelitian dan 3 gunungapi lainnya sebagai Lokasi pembuktian morfologis.....	23
Gambar 3. 2. Profil melintang lingkungan lokasi penelitian yang menggambarkan bagaimana kompleksitas permukaan formasi Tmok terbentuk oleh endapan hasil transportasi material Qsmo, ditutupi oleh material jatuhnya Qsm, dan dipengaruhi oleh proses intrusi magma di masa lampau (sebelumnya dijelaskan pada Gambar 2.3).	24
Gambar 3. 3. (a) Titik pengukuran gravitasi, dan (b) kontur hasil plotting gravitasi di Desa Margoyoso dan Kalijambe (Sargiyanto, 2017).	26
Gambar 3. 4. (a) Lokasi DAS Kodil dan (b) lokasi kunci penelitian yang berada dalam DAS.....	26
Gambar 3. 5. Metode penentuan orde Sungai (Strahler, 1957).	30
Gambar 3. 6. Metode penentuan sinuositas sungai	30
Gambar 3. 7. Jalur terbang perekaman LiDAR di Lokasi kunci penelitian	31
Gambar 3. 8. Pemasangan Ground Control Point (GCP) dan persiapan penerbangan DJI Matrice 300 RTK.....	32
Gambar 3. 9. Perbedaan kualitas foto udara hasil perekaman bersama LiDAR (a) dengan foto udara hasil perekaman secara mandiri (b).	33
Gambar 3. 10. Data LiDAR yang diperoleh digunakan untuk menentukan batas longsor dan menentukan elemen geometri yang diperlukan dalam perhitungan elips poligon. (a) fitur longsor (b) luas dan keliling batas longsor (c) titik berat poligon dan orientasi sudut utamanya (d) luas lambung cembung dan keliling lambung cembung.	38
Gambar 3. 11. Plotting Ellipse from L_E , W_E , centroid (x, y), and orientation (a) (Taylor et al., 2018).	38
Gambar 3. 12. Pengamatan profil dan sifat fisik tanah di lapangan	39

Gambar 4. 1. (a) Sebaran gunungapi di Jawa bagian Selatan, (b) DAS Kodil, dan (c) Area kunci penelitian.....	43
Gambar 4. 2. Rata-rata curah hujan bulanan selama 2014 – 2023 di Stasiun Ngasinan Purworejo (DPUPR, 2023)	45
Gambar 4. 3. Rata-rata curah hujan bulanan selama 2011 – 2023 di Kabupaten Magelang (BPS, 2023).....	45
Gambar 4. 4. Distribusi kelas lereng DAS Kodil dan area kunci penelitian	46
Gambar 4. 5. Geologi DAS Kodil skala 1: 100.000 yang di re-digitasi dalam skala 1: 25.000	48
Gambar 4. 6. Jaringan Sungai di DAS Kodil (a) dan jaringan Sungai di Lokasi kunci penelitian (b).	51
Gambar 4. 7. Lapisan material tanah hasil proses pelapukan bawah permukaan di Dusun Kalisari, Margoyoso (subsoil/lapisan 3).	52
Gambar 4. 8. Tutupan dan penggunaan lahan DAS Kodil (a) dan area kunci penelitian (b).	54
Gambar 5. 1. Tahapan utama dalam pengelompokan parameter permukaan lahan melibatkan multivariate clustering, dimana: Pengelompokan versi 1 menggunakan parameter dari kelompok a dan b, pengelompokan versi 2 menggunakan parameter dari kelompok b saja, dan pengelompokan versi 3 menggunakan parameter dari kelompok b dan c.	62
Gambar 5. 2. Parallel box plot dari pengelompokan versi 1 yang menggunakan 7 parameter, terdiri dari: (a) 3 klaster, (b) 5 klaster, (c) 7 klaster, dan (d) 9 klaster.	63
Gambar 5. 3. Plot kotak paralel (parallel box plot) dari pengelompokan versi 2 yang menggunakan 5 parameter, terdiri dari: (a) 3 klaster, (b) 5 klaster, (c) 7 klaster, dan (d) 9 klaster.	64
Gambar 5. 4. Parallel box plot dari versi pengelompokan 3 yang menggunakan 6 parameter, terdiri dari: (a) 3 klaster, (b) 5 klaster, (c) 7 klaster, dan (d) 9 klaster.	65
Gambar 5. 5. (a) Hasil visualisasi pengelompokan versi 1 menggunakan 7 parameter, (b) pengelompokan versi 2 menggunakan 5 parameter, dan (c) pengelompokan versi 3 menggunakan 6 parameter.	67
Gambar 5. 6. (a) Kondisi geologi di wilayah studi menggambarkan keadaan bawah permukaan, (b) satuan lanskap pegunungan di DAS Kodil merepresentasikan parameter permukaan yang dipengaruhi oleh material bawah permukaan dan kemudian berinteraksi dengan pemanfaatan lahan. Selanjutnya (c), tutupan dan penggunaan lahan menunjukkan intervensi manusia dalam memanfaatkan potensi sumber daya lahan.	68
Gambar 5. 7. Zona Transisi Gunungapi Kuartar-Neogen (TGKN) dalam DAS Kodil	74
Gambar 5. 8. Rekonstruksi penarikan batas antara zona TGKN dengan zona vulkanik-struktural Menoreh.	75
Gambar 5. 9. Hasil uji SEM pada lapisan material bahan induk tanah perwakilan vulkanik (G.14, G.23) dan perwakilan system vulkanik-struktural (G.20, G.33).	78
Gambar 5. 10. Grafik hasil uji XRD pada sampel G.14 dan G.23	79
Gambar 5. 11. Hasil SEM-EDX pada dua sampel perwakilan system vulkanik	79
Gambar 5. 12. Grafik hasil uji XRD pada sampel G.20 dan G.33.	80
Gambar 5. 13. Hasil SEM-EDX pada dua sampel perwakilan system structural.....	81
Gambar 5. 14. Singkapan profil sampel G.12 memiliki warna 7.5 YR 2.5/3 (kemerahan) pada lapisan ke-4 yang menunjukkan lapisan hasil lapukan batuan induk oleh proses alterasi hidrotermal. Warna merah menunjukkan adanya oksida besi.	86

Gambar 5. 15. (a) Distribusi proporsi pasir, debu dan lempung di seluruh lokasi penelitian, (b) diagram jumlah seluruh sampel Lokasi penelitian dimana 85% diantaranya memiliki tekstur klei, dan (c) perbandingan fraksi tekstur sampel tanah tiap unit landform.	88
Gambar 5. 16. Struktur tiang-berukuran mega yang tersusun di Lokasi penelitian menyebabkan lapisan tanah rapuh, mudah runtuh dan mudah terdispersi oleh air.	89
Gambar 5. 17. Grafik hubungan antara struktur dengan tekstur tanah di lokasi penelitian. Struktur blocky terbentuk pada tekstur clay, sementara struktur crumb terbentuk oleh tekstur sand.	89
Gambar 5. 18. Nilai porositas terhadap landform.....	91
Gambar 5. 19. Nilai porositas terhadap tutupan lahan.....	91
Gambar 5. 20. Nilai permeabilitas terhadap landform.....	92
Gambar 5. 21. Nilai infiltrasi terhadap jenis tutupan lahan	93
Gambar 5. 22. Nilai pH tanah terhadap tutupan lahan.....	94
Gambar 5. 23. Nilai pH tanah terhadap landform.....	94
Gambar 5. 24. Kategori nilai BO terhadap tipe penggunaan lahan.....	95
Gambar 5. 25. Nilai C-Organik terhadap jenis penggunaan lahan.....	96
Gambar 5. 27. Satuan lanskap di Kawasan Gunungapi Slamet. Zona TGKN berada pada satuan lereng kaki Gunung Slamet Tua bagian Selatan (g).....	98
Gambar 5. 28. Satuan lanskap di Kawasan Gunungapi Lawu. Zona TGKN berada pada lereng bawah Gunungapi Lawu Tua (h).	99
Gambar 5. 29. Satuan lanskap di Kawasan Gunungapi Semeru. Zona TGKN terletak pada area lereng kaki Gunungapi Semeru (e dan f).....	101
Gambar 5. 30. (a) Sebaran dan pola tutupan penggunaan lahan di lokasi kunci penelitian, (b) tipe dan pola bentuklahan di lokasi kunci penelitian.	103
Gambar 5. 31. Sawah irigasi di Desa Kalijambe yang sumber airnya berasal dari Desa Margoyoso. Air irigasi di Desa Kalijambe mengalir sepanjang tahun dan mampu menyokong 2 (dua) kali tanam padi dalam satu tahun.	104
Gambar 5. 32. Pertanian lahan kering/tegalan yang menempati area slope dengan dominasi tanaman ketela pohon dan tanaman pangan lain seperti jagung. Berdasarkan hasil analisa bagian 5.2.2, tegalan di Desa Wonogiri dan Kwaderan ini menempati area bekas longsor masa lampau. Saat musim kemarau area tegalan menjadi sangat kering.	105
Gambar 5. 33. Kebun campur pola agroforestry dengan tanaman multilayer (a) kelapa-sengon-pisang dan (b) jati-kopi.	106
Gambar 5. 34. (a) Peta delineasi batas longsor dan penaksiran elipsnya, (b) Indeks eliptisitas longsor, (c) tutupan lahan dan penggunaan lahan di daerah penelitian utama.	110
Gambar 5. 35. (a) Hubungan antara eliptisitas longsor dan nilai rata-rata fitur geometri 2D (P: Keliling longsor dalam meter, L_{CL} : Panjang pusat longsor dalam meter, L: Panjang total longsor dalam meter, W: Lebar longsor dalam meter, H: Tinggi longsor dalam meter, Kemiringan dalam derajat, dan Luas dalam meter persegi), (b) Orientasi 259 satuan longsor di dalam wilayah kajian disajikan dalam bentuk diagram bunga mawar, yang menunjukkan tren arah dominan ke arah tenggara, selatan, dan barat daya.	112
Gambar 5. 36. Boxplot distribusi indeks eliptisitas longsor untuk setiap unit LULC	113
Gambar 5. 37. Tren fitur longsor geometri 2D pada unit LULC, dengan mempertimbangkan panjang total longsor dalam meter (L), lebar longsor dalam meter (W), tinggi longsor dalam meter (H), lereng longsor dalam derajat, dan luas longsor dalam meter.	115
Gambar 5. 38. Distribusi dan tipologi longsor dalam ilustrasi dan visualisasi 3D.....	118
Gambar 5. 39. Longsor aktif ditemukan pada saat survei lapangan. (a – e) longsor aktif di kebun campuran yang berbatasan dengan persawahan dan sungai, (f – h) longsor aktif di atas pemukiman penduduk.....	120

Gambar 5. 40. Ilustrasi pelebaran horizon B pada erosi parit sehingga membentuk pola trapezium atau “vas.”	122
Gambar 5. 41. (a) Pemetaan sebaran erosi parit di dalam Landslide Morphology Unit (LMU) menggunakan LiDAR DTM-Hillshade; (b) Indeks Posisi Topografi (Topographical Position Index/TPI) menunjukkan pola spasial reaktivasi longsor.	123
Gambar 5. 42. (a) Aliran permukaan yang mengikuti jalan setapak di tegalan, (b-c) erosi alur dan (d) erosi parit dengan kedalaman >1.5 m.	128
Gambar 5. 43. (a) Longsor besar di Dusun Kalisari, Margoyoso yang terus bergerak mendesak lahan sawah tadah hujan, (b) runtuh tebing Sungai pada bagian kaki longsor.	128
Gambar 5. 44. Model Tata Letak Tanaman Kebun Agroforestri Dalam Penampang 3D Lereng Hasil Longsor dan Penampang 3D Erosi Parit (Purwaningsih et.al, 2020).	129
Gambar 5. 45. Wawancara 14 petani penerima manfaat penerapan TKL di Desa Wonogiri melalui program Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi 2020-2022.	130
Gambar 5. 46. Grafik Adopsi TKL di Desa Wonogiri, (a) Keuntungan ekonomi, (b) Isu social-budaya, (c) Manfaat yang diterima, (d) Manfaat yang diterima berdasar tingkat pentingnya.	131
Gambar 5. 47. Indepth interview terhadap petani pengolah lahan sawah dan tegalan di Desa Kalijambe, Desa Margoyoso, dan Desa Wonogiri.	133
Gambar 5. 48. (a) Lokasi lahan demplot instalasi embung pertanian di Dusun Bompon, Wonogiri, (b) posisi 5 (lima) embung yang menempati zona lereng berbeda.	139
Gambar 5. 49. (a) Pengambilan air sungai menggunakan mesin pompa (b) Penampung air di lereng residual/interfluve, (c) Embung mikro 1 di lereng erosional saat musim kemarau, (d) Embung mikro 2 di lereng erosional saat musim hujan, (e-f) Embung mikro 3 di lereng erosional saat musim hujan, (g-h) Embung mikro 4 di lereng deposisional di akhir musim hujan, (i) Stasiun Pengamat Aliran Sungai/SPAS	140
Gambar 5. 50. (a) Disain tata letak tanaman tumpang-gilir antara jagung, kacang tanah, dan ketela pohon dengan arah miring 10 derajat dari arah lereng untuk memperoleh sinar matahari yang optimal antar tanaman, (b) jarak antar lorong adalah 100 cm. Setiap lorong ditanami jagung dengan jarak antar tanamannya adalah 30 cm. Ketela pohon akan ditanam kemudian setelah 2 bulan dari jagung dan kacang tanah pada lorong yang sama dengan jarak antar tanamannya 100 cm. Kacang tanah ditanam diantara lorong dengan jarak antar tanamannya adalah 20 cm.	141
Gambar 5. 51. Pendampingan dan pembinaan Kelompok Wanita Tani (KWT) Melati di Dusun Salakan, Desa Wonogiri terkait pengolahan pasca panen ketela pohon untuk menjadi produk bahan baku tepung mocaf (modified cassava flour).	142
Gambar 5. 52. (a) Kerjasama dengan dunia industri dalam pemasaran bahan baku tepung mocaf, (b) promosi hasil pengolahan turunan produk mocaf menjadi aneka olahan masakan.	143
Gambar 5. 53. (a-b) Pemotongan lereng untuk bangunan rumah di Dusun Tubansari, Margoyoso, (b) longsor tepi jalan di Dusun Kalisari, Margoyoso, (d) longsor yang merusak rumah di Dusun Manten, Kalijambe.	146
Gambar 5. 54. Desain tampungan pengendali limpasan air hujan di permukiman (desain ini telah didaftarkan ke pencatatan ciptaan dengan nomor HKI EC00202274458)	147
Gambar 5. 55. Aplikasi bangunan pengendali limpasan di Dusun Bompon, Desa Wonogiri, (a) Lokasi pemasangan talang air, (b) saluran ke bak peredam, dan (c) lubang air pada bak peredam.	148
Gambar 5. 56. Budidaya ikan lele dengan memanfaatkan air hujan, (a) talang air yang dialirkan ke bak penampung, (b) tampungan air hujan yang telah didiamkan minimal 1-2 hari kemudian dialirkan ke kolam lele yang didesain dengan system central drain.	148