

LAPORAN TAHUN KE-2
PENELITIAN HIBAH BERSAING



PEMETAAN ZONA KERENTANAN LONGSORAN
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI ALO PROVINSI
GORONTALO

TIM PENGUSUL

Dr. FITRYANE LIHAWA, M.Si (KETUA)
NIDN : 0009126902

INDRIATI MARTHA PATUTI (ANGGOTA)
NIDN: 0013036904

NURFAIKA (ANGGOTA)
NIDN : 0002028302

UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

JUNI 2014

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Pemetaan Zona Kerentanan Longsor di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : Dr FITRYANE LIHAWA M.Si

NIDN : 0009126902

Jabatan Fungsional :

Program Studi : Pendidikan Fisika

Nomor HP : 081340820707

Surel (e-mail) : fitryane.lihawa@ung.ac.id

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : INDRIATI MARTHA PATUTI ST., M.Eng

NIDN : 0013036904

Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap : NURFAIKA S.Si., M.Sc

NIDN : 0002028302

Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra :

Alamat :

Penanggung Jawab :

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun

Biaya Tahun Berjalan : Rp. 50.000.000,00

Biaya Keseluruhan : Rp. 177.290.000,00

Mengetahui
Dekan Fakultas MIPA

(Prof. Dr. Iri Hulukati, M.Pd)
NIP/NIK 196005301986032001

Gorontalo, 6 - 10 - 2014,
Ketua Peneliti,


(Dr FITRYANE LIHAWA M.Si)
NIP/NIK

Mengetahui
Ketua Lembaga Penelitian

(Dr. Harto Malik, M.Hum)
NIP/NIK 196610041993031010

RINGKASAN

Penelitian tahun kedua ini merupakan lanjutan dari penelitian tahun pertama yang mengkaji tipe dan sebaran longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo. Penelitian tahun kedua ini bertujuan untuk mengkaji tipe dan sebaran longsor berdasarkan satuan medan yang ada di DAS Alo. Dengan mengetahui persebaran longsor berdasarkan satuan medan, maka akan dapat dilakukan prediksi-prediksi wilayah yang rawan longsor.

Penelitian tahun kedua ini dilakukan berdasarkan hasil kajian longsor pada tahun pertama. Lokasi kajian adalah pada 15 (lima belas) titik kejadian longsor. Pada titik kejadian longsor tersebut dilakukan kajian jenis-jenis satuan medan dan kemudian digeneralisasi pada seluruh area DAS Alo Provinsi Gorontalo.

Tahapan yang telah dicapai pada bulan ketiga penelitian ini adalah pemetaan sebaran satuan medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo.

Rencana pada tahapan berikutnya adalah melanjutkan analisis terhadap longsor yang terjadi pada satuan-satuan medan tersebut.

Kata Kunci: *Peta, Zona Kerentanan, Longsor, DAS Alo.*

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan ridho Nyalah maka penelitian pemetaan kerentanan longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo telah dapat terlaksana dengan baik. Penelitian ini direncanakan selama 3 (tiga) tahun. Pada tahun pertama hasil yang akan dicapai adalah pembuatan Peta Sebaran Longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo. Pada tahun kedua adalah pembuatan peta longsor berdasarkan satuan medan. Capai hasil penelitian tahun kedua hingga bulan Juni Tahun 2014 adalah 70%. Penelitian pada tahun kedua ini masih akan dilanjutkan hingga bulan Oktober 2014. Kesulitan-kesulitan yang dihadapi dalam pelaksanaan penelitian ini adalah keadaan medan di lokasi penelitian yang cukup berat.

Ucapan terima kasih disampaikan pada berbagai pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian yaitu mahasiswa yang membantu dalam pengumpulan data lapangan, pihak BPDB Provinsi Gorontalo dan Kabupaten Gorontalo, tim analisis laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik UNG dan laboratorium Geografi FMIPA UNG.

Semoga Allah akan melimpahkan rahmatNya kepada kita sekalian.

Ketua Peneliti

Dr. Fitryane Lihawa, M.Si

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	I
RINGKASAN	li
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Ekosistem Daerah Aliran Sungai	4
2.2 Konsep Longsoran	5
2.3 Penyebab Longsoran	7
2.4 Faktor Pengontrol	9
2.5 Jenis-jenis Longsoran	9
2.6 Tipe-tipe Longsoran	10
2.7 Upaya-upaya Pencegahan Terjadinya Longsoran	13
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
3.1 Tujuan Penelitian	16
3.2 Manfaat Penelitian	16
BAB IV METODE PENELITIAN	17
4.1 Pendekatan Studi	17
4.2 Populasi dan Sampel	17
4.3 Bahan dan Alat Penelitian	17
4.4 Data dan Teknik Pengumpulan Data	18
4.5 Tahapan Penelitian	19
4.6 Analisis Data	20
4.6.1 Analisis Data Longsoran	20
4.6.2 Analisis Spasial	21
BAB V HASIL YANG DICAPAI	25
5.1 Deskripsi Lokasi Penelitian	25
5.1.1 Letak Geografis	25
5.1.2 Iklim	25
5.1.3 Geologi	27
5.1.4 Lereng	28
5.1.5 Tanah	31
5.1.6 Karakteristik Sungai	31
5.1.7 Penggunaan Lahan	33

5.1.8	Vegetasi	34
5.1.9	Kependudukan	35
5.2	Hasil Analisis	37
5.2.1	Batuan	39
5.2.2	Tanah	39
5.2.3	Topografi	49
5.3	Deskripsi Longsor di DAS ALO Provinsi Gorontalo	52
5.4	Hasil Kajian Bidang Longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo	
5.5	Klasifikasi Satuan Medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo	70
5.6	Sebaran Longsor Berdasarkan Satuan Medan	70
BAB VI	RENCANA TAHAP BERIKUTNYA	85
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1	Kesimpulan	86
7.2	Saran	86
	DAFTAR PUSTAKA	87
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 5.1	Data Curah Hujan pada Stasiun BMG Bandara Djalaludin Gorontalo Selang Tahun 2009 s/d Bulan September 2013	29
Tabel 5.2	Rata-rata Suhu Bulanan pada Stasiun BMG Bandara Djalaludin Gorontalo Selang Tahun 2009 s/d Bulan September 2013	30
Tabel 5.3	Kemiringan lereng DAS Alo Provinsi Gorontalo	33
Tabel 5.4	Sungai-sungai yang bermuara ke Sungai Alo	36
Tabel 5.5	Jenis penggunaan lahan berdasarkan luas pada DAS Alo	37
Tabel 5.6	Jenis vegetasi pada DAS Alo Provinsi Gorontalo	39
Tabel 5.7	Jumlah penduduk pada setiap desa Di DAS Alo Pada Tahun 2012	40
Tabel 5.8	Hasil Analisis Sifat Fisik Tanah	54
Tabel 5.9	Hasil Pengamatan Topografi di Lokasi Kejadian Longsoran	55
Tabel 5.10	Analisis Morfometri Longsoran di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo	57
Tabel 5.11	Sebaran Longsoran Berdasarkan Karakteristik Medan	71

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 2.1	Klasifikasi dan Karakteristik Gerakan Massa	13
Gambar 4.1	Diagram Alir Analisis Spasial	26
Gambar 4.3	Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 5.1	Peta Administrasi DAS Alo Provinsi Gorontalo	28
Gambar 5.2	Peta Geologi DAS Alo Provinsi Gorontalo	32
Gambar 5.3	Peta Lereng di DAS Alo Provinsi Gorontalo	34
Gambar 5.4	Peta Penggunaan Lahan di DAS Alo Provinsi Gorontalo	38
Gambar 5.5	Foto Jenis Batuan Sedimen Organik (Gamping Coral) pada Lokasi Sampel 1	42
Gambar 5.6	Foto Batuan Beku pada Lokasi Sampel 2	43
Gambar 5.7	Batuan Beku Basalt di Lokasi Sampel 3	45
Gambar 5.8	Batuan Beku Alterasi di lokasi Sampel 4	46
Gambar 5.9	Sampel Batuan Vulknaik di Lokasi Sampel 5	47
Gambar 5.10	Batuan Sedimen (batu gamping) di Lokasi Sampel 6	48
Gambar 5.11	Batuan Sedimen (Batu Gamping) di Lokasi Sampel 7	48
Gambar 5.12	Batuan Sedimen Organik (Gamping Coral) di Lokasi Sampel 8	49
Gambar 5.13	Batuan Vulkanik pada Lokasi Sampel 9, 10 dan 11	50
Gambar 5.14	Kenampakan Longsoran di Desa Botumoputi Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	51
Gambar 5.15	Kenampakan Longsoran di Desa Buhu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	52
Gambar 5.16	Kondisi Longsoran di Desa Labanu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	53
Gambar 5.17	Kondisi Longsoran di Desa Toyidito Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo	59
Gambar 5.18	Kondisi Longsoran di Desa Molalahu Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo	60
Gambar 5.19	Kondisi Longsoran pada Desa Molalahu Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo	61
Gambar 5.20	Kondisi Longsoran pada Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	61
Gambar 5.21	<i>Rock Blok Slide</i> di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	62
Gambar 5.22	Kondisi Longsoran di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	62
Gambar 5.23	Kondisi Longsoran pada Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo (Sampel 7)	63
Gambar 5.24	<i>Rock Blok Slide</i> di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	64

Gambar 5.25	Kondisi Longsor di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	64
Gambar 5.26	Longsor <i>Planar Slide</i> di Desa Isimu Utara	65
Gambar 5.27	Kondisi Bekas Longsor di Desa Isimu Utara	66
Gambar 5.28	Kondisi Longsor di Desa Iloponu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	67
Gambar 5.29	Kondisi Longsor di Desa Iloponu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo	67
Gambar 5.30	Kondisi Longsor di Desa Molamahu Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo	68
Gambar 5.31	Kondisi Longsor di Desa Toyidito Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo	69
Gambar 5.32	Peta Tipe dan Sebaran Longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo	70
Gambar 5.33	Lokasi Pengukuran Geolistrik	71
Gambar 5.34	Penampang 2D <i>resistivity imaging</i> pada lintasan L1-L2	72
Gambar 5.35	Penampang 2D <i>resistivity imaging</i> pada lintasan M1-M2	74
Gambar 5.36	Penampang 2D <i>resistivity imaging</i> pada lintasan I1-I2	75
Gambar 5.37	Penampang 2D <i>resistivity imaging</i> pada lintasan T1-T2	76
Gambar 5.38	Penampang 2D <i>resistivity imaging</i> pada lintasan B1-B2	77
Gambar 5.39	Peta Sebaran Longsor Berdasarkan Satuan Medan	84

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
Lampiran 1	Lembar Observasi Lapangan	81
Lampiran 2	Data Hasil Pengukuran Lapangan	85
Lampiran 3	Hasil Analisis Laboratorium Tanah	75
Lampiran 4	Foto Dokumentasi Lapangan	83
Lampiran 5	Karakteristik Satuan Medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo	8

BAB I

PENDAHULUAN

Tanah longsor adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan bergerakanya massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah. Gerakan massa ini dapat terjadi pada lereng-lereng yangambat geser tanah atau batuananya lebih kecil dari berat massa tanah atau batuan itu sendiri. Proses tersebut melalui empat tahapan, yaitu pelepasan, pengangkutan atau pergerakan, dan pengendapan. Perbedaan menonjol dari fenomena longsor dan erosi adalah volume tanah yang dipindahkan, waktu yang dibutuhkan, dan kerusakan yang ditimbulkan. Longsor memindahkan massa tanah dengan volume yang besar, adakalanya disertai oleh batuan dan pepohonan, dalam waktu yang relatif singkat, sedangkan erosi tanah adalah memindahkan partikel-partikel tanah dengan volume yang relatif lebih kecil pada setiap kali kejadian dan berlangsung dalam waktu yang relatif lama.

Proses longsoran dapat menyebabkan kerusakan tatanan bentang lahan, sumber daya alam dan lingkungan, bahkan dapat menyebabkan terjadinya bencana alam yang merugikan bagi kehidupan manusia. Hasil kajian tipe dan sebaran longsoran di DAS Alo Provinsi Gorontalo diperoleh bahwa tipe longsoran yang terjadi di DAS Alo adalah *rotational slide*, *planar slide*, *slide flow* dan *rock block slide*. Sebaran kejadian longsoran terjadi pada lahan dengan lereng curam hingga sangat curam, tanah dengan tekstur lempung berlanau dan pada penggunaan lahan semak belukar. Secara adminitratif, kejadian longsoran terbesar terjadi di Kecamatan Tibawa dan Kecamatan Pulubala.

Penelitian tahun kedua ini akan dilanjutkan dengan mengkaji tipe dan sebaran longsoran tersebut berdasarkan satuan medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo. Penetapan satuan medan didasarkan pada sebaran jenis tanah, batuan dan penggunaan lahan. Pemetaan sebaran longsoran berdasarkan satuan medan ini

bertujuan agar dapat dilakukan prakiraan daerah-daerah yang rawan longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo.

Berdasarkan uraian tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini tahun kedua (Tahun 2014) ini adalah: bagaimanakah sebaran longsor berdasarkan satuan medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo ?

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Daerah Aliran Sungai

Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk atas hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya (Odum, 1993; Asdak, 2002). Tingkatan organisasi antara makhluk hidup dan lingkungannya dikatakan sebagai suatu sistem karena memiliki komponen-komponen dengan fungsi yang berbeda, terkoordinasi secara baik sehingga masing-masing komponen terjadi hubungan timbal balik.

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi, yang menerima hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke sungai seterusnya sampai ke danau atau laut (Seyhan, 1990; Summerfield, 1991; Ritter, *et al.*, 1995; Asdak, 2002; Suripin, 2004). Daerah aliran sungai merupakan suatu ekosistem dimana didalamnya terjadi suatu proses interaksi antara faktor-faktor biotik, abiotik dan manusia. Sebagai suatu ekosistem, maka setiap masukan (*input*) dan proses yang terjadi dapat dievaluasi berdasarkan keluaran (*output*) dari ekosistem tersebut. Karakteristik biofisik DAS sebagai prosessor dalam merespons curah hujan yang jatuh dalam wilayah DAS tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, dan aliran permukaan.

Daerah aliran sungai dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Daerah hulu merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng lebih besar dari 15%, bukan merupakan daerah banjir, jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Daerah hilir DAS merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, daerah yang memiliki kemiringan lereng kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan) dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan transisi dari kedua ciri tersebut (Seyhan, 1990; Asdak, 2002).

Ekosistem DAS hulu memiliki fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS, antara lain fungsi perlindungan terhadap tata air dalam ekosistem DAS tersebut. Daerah hulu dan hilir dalam suatu DAS memiliki keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Oleh karena itu, daerah hulu seringkali menjadi fokus dalam perencanaan pengelolaan DAS.

2.2 Konsep Longsor

Longsor dan erosi adalah proses berpindahnya tanah atau batuan dari satu tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah akibat dorongan air, angin, atau gaya gravitasi. Tanah longsor adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan bergerak massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah (Hardiyatmo, 2006; Suratman, 2002). Gerakan massa ini dapat terjadi pada lereng-lereng yang hambat geser tanah atau batumannya lebih kecil dari berat massa tanah atau batuan itu sendiri. Proses tersebut melalui empat tahapan, yaitu pelepasan, pengangkutan atau pergerakan, dan pengendapan. Perbedaan menonjol dari fenomena longsor dan erosi adalah volume tanah yang dipindahkan, waktu yang dibutuhkan, dan kerusakan yang ditimbulkan. Longsor memindahkan massa tanah dengan volume yang besar, adakalanya disertai oleh batuan dan pepohonan, dalam waktu yang singkat, sedangkan erosi tanah adalah memindahkan partikel-partikel tanah dengan volume yang lebih kecil pada setiap kali kejadian dan berlangsung dalam waktu yang lama.

Dibandingkan dengan erosi, kejadian longsor sering memberikan dampak yang bersifat langsung dalam waktu yang singkat dan menjadi bencana. Hal ini dikarenakan proses pelepasan, pengangkutan dan pergerakannya berlangsung dalam waktu yang cepat dengan material yang jauh lebih besar atau lebih banyak jika dibandingkan dengan kejadian erosi. Oleh karena itu pengetahuan, pengenalan dan identifikasi area-area yang berpotensi longsor menjadi sangat penting.

Upaya-upaya antisipasi kejadian longsor dapat dimulai dengan melakukan identifikasi daerah rawan longsor, melakukan pemetaan daerah-daerah rawan longsor, menyusun rencana tindak penanggulangan longsor dan implementasinya

di daerah-daerah rawan longsor. Penanggulangan longsor pada dasarnya adalah pengendalian tata ruang dan penggunaan lahan serta penguatan tebing pada kawasan-kawasan yang rentan terhadap bahaya longsor.

Menurut Suripin (2002) longsor adalah merupakan bentuk erosi dimana panjang kutan atau gerakan massa tanah terjadi pada suatu saat dan volume yang relatif besar. Ditinjau dari segi gerakannya, maka selain erosi longsor massa ada berupa erosi akibat gerakan massa tanah rayapan, (*creep*) runtuh batuan (*Rock fall*) aliran lumpur (*mud flow*). Massa yang bergerak merupakan massa yang besar maka sering kejadian longsor akan membawa korban berupa kerusakan lingkungan yaitu lahan pertanian, pemukiman dan infrastruktur, serta hilangnya nyawa manusia. Proses terjadinya gerakan tanah melibatkan interaksi yang kompleks antara aspek geologi, geomorfologi, hidrologi, curah hujan, dan tata guna lahan.

Menurut Van Zuidam (1983) longsor merupakan indikator umum semua proses dimana massa dari material bumi bergerak oleh gravitasi baik lambat atau cepat dari suatu tempat ke tempat lain. Proses gerakan tanah dipengaruhi oleh faktor/parameter penggunaan lahan, kemiringan lereng, ketebalan lapisan tanah, dan stratigrafi (geologi). Data-data dari setiap parameter tersebut dilakukan suatu analisis dan diberikan pengkelasan sesuai dengan kepekaan untuk terjadinya gerakan tanah.

Menurut Karnawati (2001) longsor dapat didefinisikan sebagai suatu gerakan menuruni lereng massa tanah atau batuan penyusun lereng, akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Longsor merupakan pergerakan massa tanah atau batuan menuruni lereng mengikuti gaya gravitasi akibat terganggunya kestabilan lereng. Apabila massa yang bergerak pada lereng ini didominasi oleh tanah dan gerakannya melalui suatu bidang pada lereng, baik berupa bidang miring maupun lengkung, maka proses pergerakan tersebut disebut longsor tanah.

Jadi gerakan tanah atau longsor adalah suatu konsekuensi fenomena dinamis alam untuk mencapai kondisi baru akibat gangguan keseimbangan lereng yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat ulah manusia. Gerakan tanah akan

terjadi pada suatu lereng, jika ada keadaan-keadaan keseimbangan yang menyebabkan terjadinya suatu proses mekanis, mengakibatkan sebagian dari lereng tersebut bergerak mengikuti gaya gravitasi, dan selanjutnya setelah terjadi longsor lereng akan seimbang atau stabil kembali.

2.3 Penyebab Longsoran

Hardiyatmo (2006) mengemukakan sebab-sebab terjadinya longsoran adalah:

1. Penambahan beban pada lereng. Tambahan beban pada lereng dapat berupa bangunan baru, tambahan beban oleh air yang masuk ke pori-pori tanah maupun yang menggenang di permukaan tanah dan beban dinamis oleh tumbuh-tumbuhan.

Banyak kejadian longsoran diakibatkan atau dipicu oleh penggalian lereng untuk jalan raya, perumahan, praktek pertanian dan galian-galian pertambangan.

Anup *et al.* (2013) mengemukakan bahwa kejadian bencana alam khususnya banjir dan tanah longsor lebih disebabkan oleh praktek pertanian yang kurang tepat, pembangunan perumahan dan gaya hidup.

Longsoran dalam tanah lempung cair sering dipicu erosi tanah oleh aliran air di bagian kaki lereng. Pada kondisi tertentu, penggalian tanah berakibat longsornya lereng galian. Longsoran tersebut disebabkan oleh pekerjaan galian yang mengurangi tekanan sehingga tanah atau batuan mengembang dan kuat gesernya turun (Hardiyatmo, 2006).

2. Penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng.
3. Penggalian yang mempertajam kemiringan lereng.
4. Perubahan posisi muka air secara cepat pada bendungan, sungai, dan lain-lain.
5. Kenaikan tekanan lateral oleh air (air yang mengisi retakan akan mendorong tanah ke arah lateral)

6. Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng oleh akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung yang mudah kembang susut dan lain-lain.
7. Getaran atau gempa bumi.

Tun Lie (2006) mengemukakan bahwa Chi Chi gempa yang berkekuatan 7,3 skala Richter di Taiwan mengakibatkan terjadinya longsor pada area yang sangat luas dan membentuk danau yang sangat besar dengan kemampuan menampung air 40 juta m³.

Suratman (2002) mengemukakan bahwa sebaran longsor bervariasi tipe dan intensitasnya tergantung pada faktor kemiringan lereng, tebal lapukan, kemiringan perlapisan batuan, solum tanah, penggunaan lahan, kepadatan aliran dan intensitas hujan. Longsor tipe jatuhan, longsor dan aliran debris tanah dominan dijumpai pada zona *erogully-slide* aktif yang terdapat pada Pegunungan Struktural-Denudasional Latosol Oksik dan Lereng Bukit Koluvial Mediteran Kromik. Kemiringan lereng dan curah hujan merupakan indikator dominan yang mempengaruhi perkembangan erosi parit tipe *digitate* yang berasosiasi dengan longsor.

Longsor dan erosi merupakan satu kejadian yang tidak dapat dipandang secara terpisah. Perkembangan erosi mulai dari erosi lembar, erosi alur, erosi parit akan dapat mengakibatkan terjadinya longsor. Lihawa (2010) dalam hasil penelitian di DAS Alo-Pohu menemukan bahwa tingkat perkembangan erosi yang paling cepat terjadi pada lahan kritis dan lereng-lereng agak terjal hingga curam. Tingkat erosi tinggi terjadi pada lahan-lahan pertanian jagung dengan kemiringan lereng besar 15%. Asdak (2006) yaitu aliran permukaan dan erosi permukaan meningkat dengan adanya pengurangan tanaman pada masing-masing plot percobaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa struktur tanaman penutup lahan merupakan faktor penting yang mempengaruhi besarnya erosi permukaan

2.6 Faktor Pengontrol

Secara umum 16ndica pengontrol terjadinya longsor pada suatu lereng di kelompokkan menjadi faktor internal dan eksternal. Faktor enternal terdiri dari kondisi geologi, batuan dan tanah penyusun lereng, kemiringan lereng (geomorfologi lereng), hidrologi dan struktur geologi. Sedangkan 16ndica eksternal yang disebut juga sebagai 16ndica pemicu yaitu curah hujan, vegetasi penutup, penggunaan lahan pada lereng, dan getaran gempa.

Potensi terjadinya gerakan tanah pada lereng tergantung pada kondisi tanah dan batuan penyusunnya, dimana salah satu proses geologi yang menjadi penyebab utama terjadinya gerakan tanah adalah pelapukan batuan. Proses pelapukan batuan yang sangat intensif banyak dijumpai dengan negara yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia. Tingginya curah hujan dan penyiraman matahari menjadikan tinggi pula proses pelapukan batuan, batuan yang banyak mengalami pelapukan akan menyebabkan berkurangnya kekuatan batuan yang pada akhirnya membentuk lapisan batuan lemah dan tanah residu yang tebal. Apabila hal initerjadi pada daerah lereng, maka lereng akan menjadi kritis. Faktor geologi lainnya yang menjadi pemicu terjadinya gerakan tanah adalah aktivitas tektonik dan fulkanik, 16ndica geologi ini dapat di analisis melalui variabel tekstur tanah, dan jenis batuan. Tekstur tanah dan jenis batuan merupakan salah satu penyebab terjadinya gerakan tanah yang diukur berdasarkan sifat tanah dan kondisi fisik batuan (Hardiyatmo, 2006; Suratman, 2002; Lihawa, 2010).

2.6 Jenis Jenis Longsoran

➤ Longssoran Translasi

Longsoran translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

➤ Longsoran Rotasi

Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

➤ Pergerakan Blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut juga longsor translasi blok batu.

➤ Runtuhan Batu

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung, terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah

➤ Rayapan Tanah

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini 17ndica tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama, longsor jenis rayapan ini 17ndi menyebab-kan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.

➤ Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter, seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.

2.6 Tipe Tipe Longsoran

Aktivitas dan tipe-tipe gerakan massa tanah atau batuan dipengaruhi oleh faktor topografi, litologi, stratigrafi, struktur geologi, iklim, organik dan aktivitas manusia (Sutikno, 1994).

Secara umum longsoran dikelompokkan menjadi 5 tipe longsoran yaitu:

➤ Jatuhan

Jatuhan adalah gerak bebas material yang berasal dari lereng curam seperti bukit. Tipe ini memiliki asal kata “jatuh”, yang membedakan dengan tipe lain adalah keadaan dimana material jatuh bebas dari lereng mengalami tumbukan berulang dengan lereng yang berada dibawahnya dengan kecepatan tinggi. Lebih

mudahnya adalah adanya sebuah pecahan batuan yang jatuh dari sebuah lereng yang menggelinding dan menerjang serta merusakkan apa saja yang dilewatinya.

Diantara tipe jatuhnya ini adalah dimana bukit curam tersusun oleh batuan bersipat getas yang mengalami erosi gelombang laut pada bagian bawahnya yang menyebabkan terjadinya jatuhnya. Perhatikan retakan pada permukaan atasnya yang merupakan gejala sebelum terjadi jatuhnya. Jatuhnya yang gerakannya sangat cepat secara bebas, meloncat dan menggelinding. Materi yang bergerak pada umumnya adalah batuan, fragmen dan bongkahan tanah.

➤ Rubuhan

Rubuhan adalah gerak rotasi ke depan dari massa batuan, runtuhnya atau tanah dengan sumbu yang berhimpit pada lereng bukit. Rubuhan merupakan gabungan dari gerak jatuhnya dengan gelinciran tetapi bergerak tanpa adanya tumbukan.

Gerakan ini terjadi akibat tekanan interaksi antar blok kolom. Blok-blok tersebut terjadi akibat adanya bidang perlapisan ireguler, belahan, kekar atau retakan tension dengan arah jurus relatif sejajar dengan arah jurus lereng. Rubuhan mungkin hanya terdiri dari satu fragmen dengan volume 1 m^3 hingga 109 m^3 . Perubahan umumnya terjadi di batuan schist dan gamping tetapi juga terdapat pada batuan sedimen tipis dan juga batuan beku dengan kekar kolom. Retakan pada batu gamping yang sejajar dengan jurus kemiringan lereng menyebabkan terjadinya rubuhan ini.

➤ Longsoran Gelinciran

Longsoran gelinciran merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia dan intensif terjadi pada musim penghujan. Longsoran gelinciran ini dikenali dengan adanya retakan di permukaan. Pergerakan ini dikenali dengan bentuk permukaan berupa lingkaran atau bentuk sendok. Setelah terjadi kerusakan massa dengan adanya gawir longsoran di permukaan pada bagian mahkota longsoran, longsoran gelincir ini mulai bergerak dan akan membagi dalam beberapa blok yang terpisahkan oleh retakan. Pada daerah kepala blok ini akan menggelincir ke bawah dan membentuk daerah datar. Bagian paling bawah akan bergerak muncul ke atas membentuk lidah di permukaan.

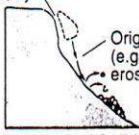
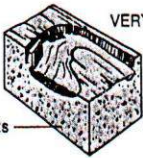
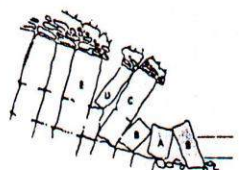
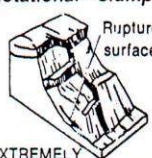
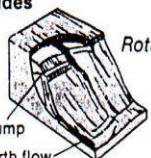
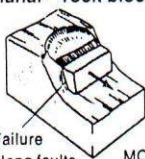
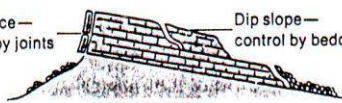
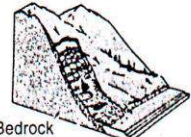
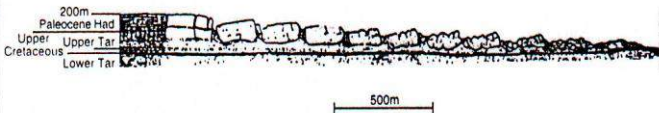
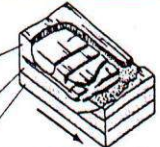
Gelinciran ini dapat terjadi dengan kecepatan beberapa centimeter per tahun hingga beberapa meter per bulan bahkan dapat terjadi tiga meter dalam satu detik. Rayapan tanah merupakan indikator adanya pergerakan longsoran gelinciran yang ditunjukkan dengan keadaan vegetasi yang membengkok. Daerah seperti ini semestinya tidak diperuntukkan sebagai kawasan pemukiman penduduk.

➤ Sebaran Lateral

Sebaran lateral adalah perluasan lateral dari batuan kohesif atau masa tanah akibat deformasi massa yang dikontrol bagian dasar yang bersifat plastis. Sebaran ini adalah hasil dari deformasi plastis yang dalam massa batuan yang menyebabkan perluasan di permukaan. Gerakan ini disebabkan oleh tekanan gravitasi. Berbeda antara batuan dan tanah adalah dampak dan periode waktu. Umumnya morfologi sebaran lateral ini dicirikan dengan adanya pari-parit yang memisahkan massa batuan tersebut.

➤ Aliran

Aliran dalam gerakan permukaan adalah berpindahnya partikel yang bergerak dalam pergerakan massa. Material tersebut mungkin merupakan batuan dengan retakan yang banyak dan menghasilkan runtuh yang tertanam dalam matrik atau materi yang berukuran halus. Longsoran ini terjadi pada tanah atau pasir yang memiliki kandungan air yang besar. Longsoran ini terjadi terus-menerus seperti air yang mengalir dalam jumlah besar dengan densitas cairan yang besar pula. Densitas yang tinggi inilah yang sangat berbahaya, karena dapat mengapungkan batu-batu besar dan tentunya bangunan beton yang dilewatinya. Aliran lahar merupakan contoh pada tipe ini. Longsoran ini jarang terjadi, tetapi jika terjadi hal ini akan sangat merusakkan.

BEDROCK		SOILS (including rock fragments, sheared bedrock, weathered zone, organic soils)	
FALLS	Rockfall Joint opened (e.g., by hydrostatic pressure or frost wedging)  Original support removed (e.g., by sea or river erosion, quarrying) EXTREMELY RAPID	Soil fall  Mixed sediments Undercut by river VERY RAPID	
	TOPPLES 	Debris Topple  Clayey gravel Clean sand	
SLIDES	Rotational Rotational—slump  Rupture surface EXTREMELY SLOW TO MODERATE	Slides  Slump Earth flow Rotational Planar Loess Glacial clay SLOW	
	Translational Planar—rock block slide  Failure along faults MODERATE	Rockslide Scarp face—control by joints  Dip slope—control by bedding planes VERY SLOW TO EXTREMELY RAPID	Debris Slide, very slow to rapid  Bedrock
LATERAL SPREADS	 200m Paleocene-Had Upper Upper Tan Cretaceous Lower Tan 500m		 Firm clay Soft clay with water-bearing silt Firm clayey gravel General lateral movement of soft clays VERY RAPID

Gambar 2.1 Klasifikasi dan Karakteristik Gerakan Massa
(Sumber: Varnes, 1978 dalam Summerfield, 1991)

2.7 Upaya-Upaya Pencegahan Terjadinya Longsor

Dalam rangka pencegahan bencana longsor, upaya-upaya yang harus mendapat perhatian dalam tahap pengendalian pemanfaatan ruang adalah sebagai berikut:

- Penetapan dan penerapan peraturan zona (*zoning regulation*)
 - o Sebagaimana telah disampaikan peraturan zona adalah ketentuan yang memuat hal-hal yang boleh dan tidak boleh dilakukan oleh pemanfaatan

ruang pada setiap peruntukan (guna lahan) yang telah ditetapkan dalam rencana tata ruang. Untuk kawasan rawan bencana longsor, peraturan zonasi hendaknya memuat berbagai ketentuan yang dimaksudkan untuk mengurangi potensi kejadian longsor yang juga merupakan pedoman dalam mewujudkan baku mutu lingkungan. Beberapa ketentuan yang hendaknya diatur dalam peraturan zona antara lain adalah:

- o Koefisien Dasar Bangunan (KDB) yang rendah sehingga dapat diwujudkan ruang terbuka hijau yang memadai;
- Kewajiban untuk mengembangkan vegetasi dengan perakaran yang kuat dan tajuk yang rimbun sebagai kontrol terhadap faktor-faktor penyebab bencana longsor;
- Kewajiban untuk mengembangkan sistem drainase untuk mengurangi tingkat kejenuhan air dalam tanah;
- Kewajiban untuk membangun struktur (bangunan) yang berfungsi untuk menahan gerakan tanah (*retaining wall*).
- Kewajiban untuk mengembangkan piranti pemantauan gerakan tanah.
- Penerbitan izin pemanfaatan ruang secara selektif
 - o Mekanisme perizinan pada kawasan rawan bencana longsor harus dilaksanakan secara hati-hati, mengingat tidak semua kegiatan pemanfaatan ruang dapat dikembangkan di kawasan rawan bencana longsor. Sementara itu, kegiatan yang dimungkinkan untuk dikembangkan pun harus dikelola dengan pola pengelolaan yang tepat agar tidak meningkatkan potensi bencana longsor.
- Pengenaan sanksi secara tegas dan konsisten terhadap pelanggaran pemanfaatan *ruang*.
 - o Pelanggaran pemanfaatan ruang pada umumnya terjadi dalam intensitas yang rendah, dalam arti hanya dilakukan oleh satu orang dan mencakup luasan yang sempit. Sekilas, pelanggaran ini tidak berdampak terhadap lingkungan sehingga sebagian pihak menganggap tidak perlu dilakukan penertiban. Namun harus disadari, tidak adanya tindakan pengenaan

sanksi akan menjadi preseden dan memicu terjadinya pelanggaran serupa.

- o Untuk kawasan rawan bencana longsor, ketidak-tegasan dan inkonsistensi pengenaan sanksi akan semakin meningkatkan potensi kejadian bencana longsor. Oleh karena itu, pemerintah selaku pihak yang berwenang untuk melakukan penertiban dalam rangka pengendalian pemanfaatan ruang harus dapat bersikap lebih tegas dan tidak memberikan toleransi kepada pihak-pihak yang secara nyata telah melanggar ketentuan pemanfaatan ruang yang telah ditetapkan.

- o Penerapan mekanisme insentif dan disinsentif untuk meningkatkan perlindungan terhadap kawasan rawan bencana longsor.

Mekanisme insentif dan disinsentif dimaksudkan untuk mendorong pemanfaatan ruang agar sesuai dengan rencana tata ruang dan untuk mengurangi atau mencegah timbulnya pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang. Mekanisme ini dipandang sangat relevan untuk diterapkan untuk meningkatkan perlindungan terhadap kawasan rawan bencana longsor, misalnya:

- pembatasan pengembangan prasarana dan sarana umum di kawasan rawan bencana longsor;
- pengenaan pajak yang tinggi terhadap kegiatan yang dikembangkan di kawasan rawan bencana longsor;
- pengenaan kewajiban kepada pemanfaat ruang di kawasan rawan bencana longsor untuk terlebih dahulu meningkatkan kontrol terhadap faktor penyebab longsor (penghijauan, pembangunan *retaining wall*, dsb.) dalam cakupan yang lebih luas daripada lahan yang dikuasai.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian tahun kedua ini adalah mengkaji sebaran aspek keruangan tipe longsor berdasarkan satuan medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo dan menyajikannya dalam bentuk Peta Sebaran Longsor Berdasarkan Satuan Medan Skala 1 : 50.000. Peta sebaran longsor satuan medan ini kemudian diaplikasikan untuk memprediksi kerawanan longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo.

3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat ditinjau dari sisi ilmu pengetahuan dan dari sisi kebijakan praktis dalam mencegah bencana longsor.

- **Dari sisi ilmu pengetahuan**

Penelitian ini merupakan pengembangan suatu model penelitian proses geomorfologi yang menerapkan satuan medan sebagai pendekatan studinya dan dari metodologi, penelitian ini menerapkan teknik sistem informasi geografi dan penginderaan jauh untuk studi sebaran longsor. Hasil penelitian ini dapat menjelaskan tipe-tipe longsor yang terjadi di DAS Alo Provinsi Gorontalo berdasarkan morfometri longsor dan faktor medan yang menjadi penyebab terjadinya longsor.

Dengan mengetahui dan memahami tipe longsor berdasarkan karakteristik medan, maka dapat dilakukan prediksi wilayah-wilayah yang berpotensi untuk terjadinya longsor.

- **Dari sisi kebijakan praktis**

Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi pemerintah daerah dalam menetapkan kebijakan perencanaan dalam pengelolaan bahaya longsor.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Pendakatan Studi

Pendekatan penelitian yang di gunakan dalam mengkaji sebaran keruangan longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo adalah pendekatan satuan medan. Klasifikasi satuan medan dilakukan dengan cara interpretasi citra satelit ASTER dan peta-peta tematik yaitu peta tanah, peta geologi, Peta Geomorfologi dan Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:50.000.

Karakteristik medan merupakan data utama dalam kajian keruangan tentang longsor. Dalam identifikasi dan deliniasi satuan medan dipakai sistem kategori dengan mengkaji sistem medan dan satuan medan. Dasar klasifikasi medan yang digunakan adalah genesis, kemiringan lereng dan tanah. Dengan menerapkan ketiga kriteria tersebut dapatlah dilakukan identifikasi dan deliniasi satuan medan sebagai langkah penting dalam pemetaan satuan medan melalui interpretasi citra satelit.

4.2 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah meliputi seluruh wilayah DAS Alo Provinsi Gorontalo dengan luas 7.588 Ha. Dalam pengkajian sebaran longsor tahun pertama, dilakukan pengamatan dan pengukuran titik-titik longsor yang terjadi pada seluruh wilayah DAS Alo yaitu sejumlah 14 (empat belas) titik kejadian longsor. Pada setiap titik longsor dilakukan pengukuran dan pengamatan karakteristik medan dan dilakukan pengambilan contoh tanah dan batuan untuk dianalisis di laboratorium.

4.3 Bahan dan Alat penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Citra satelit untuk menginterpretasi satuan medan dan longsor.
- Peta Rupa Bumi Tahun 1:50.000

- Peta Satuan Lahan Skala 1:50.000 Tahun 2009
- Peta Penggunaan Lahan Skala 1:50.000 Tahun 2009
- Peta Tanah Skala 1:50.000 Tahun 2009
- Peta Geologi Skala 1:50.000 Tahun 2009

Alat yang digunakan adalah:

- *Stereoskop* cermin untuk interpretasi satuan medan dan karakteristiknya, klasifikasi dan pemetaan medan.
- *Soil sampling tools* untuk pengukuran dan pengamatan tanah, batuan, morfologi dan proses geomorfologi.
- *Soils test kit* untuk penyelidikan sifat tanah di lapangan.
- Set alat ukur longsor untuk mengukur morfometri dan morfologi longsor secara langsung di lapangan.
- Perangkat lunak *Arc View* untuk pengolahan data Sistem Informasi Geografi.
- *Chek list*, kuesioner dan panduan observasi untuk pengumpulan data fisik.

4.4 Data dan Teknik Pengumpulan Data

Data-data yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data sistem medan dikumpulkan melalui interpretasi citra satelit/foto udara dan pengecekan lapangan dengan menggunakan kompas dan *abney level*.
- Data kemiringan lereng diperoleh melalui interpretasi peta rupa bumi dan dilakukan pengecekan lapangan dengan melakukan pengukuran menggunakan kompas geologi.
- Data batuan dan struktur diperoleh melalui interpretasi peta geologi.
- Data tanah diperoleh melalui pengambilan sampel tanah dan dianalisis di laboratorium.
- Data longsor diperoleh melalui observasi langsung dan dilakukan pengukuran lapangan morfometri longsor dengan menggunakan meteran.
- Data penutup lahan diperoleh melalui interpretasi citra dan peta penggunaan lahan dan dilakukan pengecekan lapangan.

- Data curah hujan diperoleh melalui pengukuran dilapangan dengan menggunakan alat penakar curah hujan.

4.5 Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan secara sistematis berdasarkan tata cara survei medan yang dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan penelitian sebagai berikut:

a. Tahapan Persiapan

- Studi literatur yang terkait dengan objek penelitian.
- Pengumpulan bahan penelitian
- Pengorganisasian dalam penelitian
- Interpretasi citra satelit
- Pembuatan peta dasar
- Penentuan rancangan sampel penelitian
- Orientasi lapangan

b. Tahapan kerja lapangan

- Pengecekan hasil interpretasi citra satelit
- Pengumpulan data sekunder
- Pengukuran dan pengamatan karakteristik medan (batuan, tanah, penggunaan lahan, vegetasi)
- Pengukuran kenampakan longsor pada setiap titik sampel
- Pengambilan sampel tanah dan batuan untuk dianalisis dilaboratorium
- Wawancara dengan penduduk sebagai data pendukung sosial ekonomi

c. Tahap penyelesaian

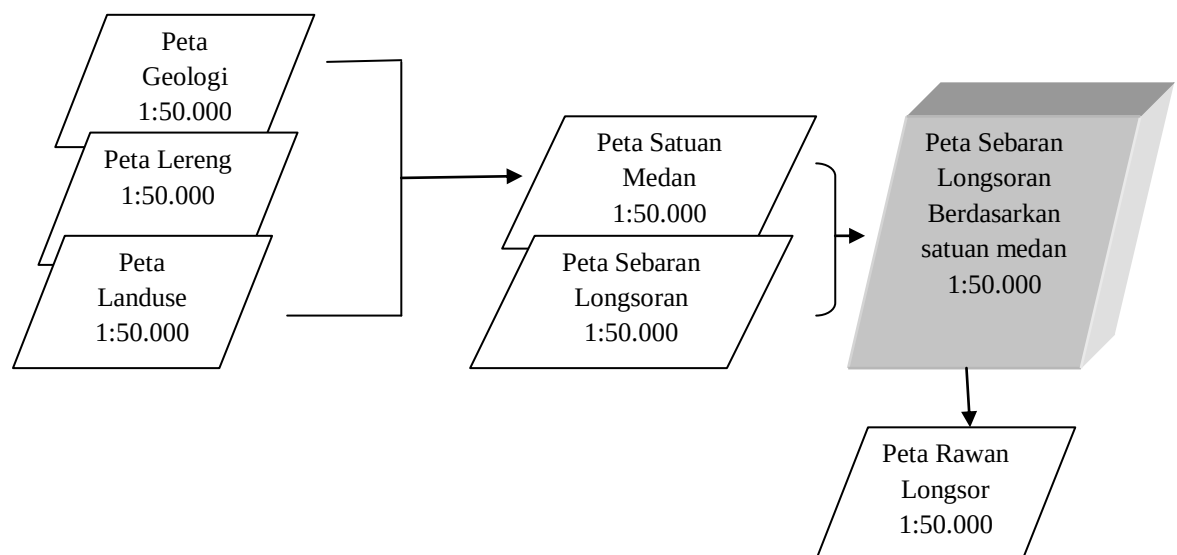
- Penyempurnaan peta satuan medan hasil uji lapangan
- Pengolahan data spasial dengan *Arc View*
- Analisis data fisik karakteristik medan
- Analisis data hasil laboratorium
- Penyusunan laporan

4.6 Analisis Data

4.6.1 Analisis data satuan medan

Data satuan medan diperoleh melalui overlay peta geologi, peta lereng dan peta penggunaan lahan di DAS Alo Provinsi Gorontalo. Hasil overlay tersebut menghasilkan peta satuan medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo. Kemudian peta satuan medan tersebut dioverlay dengan peta sebaran longsor yang telah dihasilkan pada penelitian tahun pertama, dan hasilnya adalah Peta Sebaran Longsor berdasarkan satuan medan.

Hasil ini kemudian dianalisis untuk kemudian dilakukan prediksi kejadian longsor berdasarkan satuan medan tersebut sehingga dihasilkan sebaran kerawanan longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo.



Gambar 4.1 Diagram alir Analisis Spasial

BAB V

HASIL YANG DICAPAI

Pada bab ini diuraikan tentang deskripsi lokasi penelitian, data-data hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, hasil analisis deskriptif dan interpretasi dari hasil penelitian tersebut.

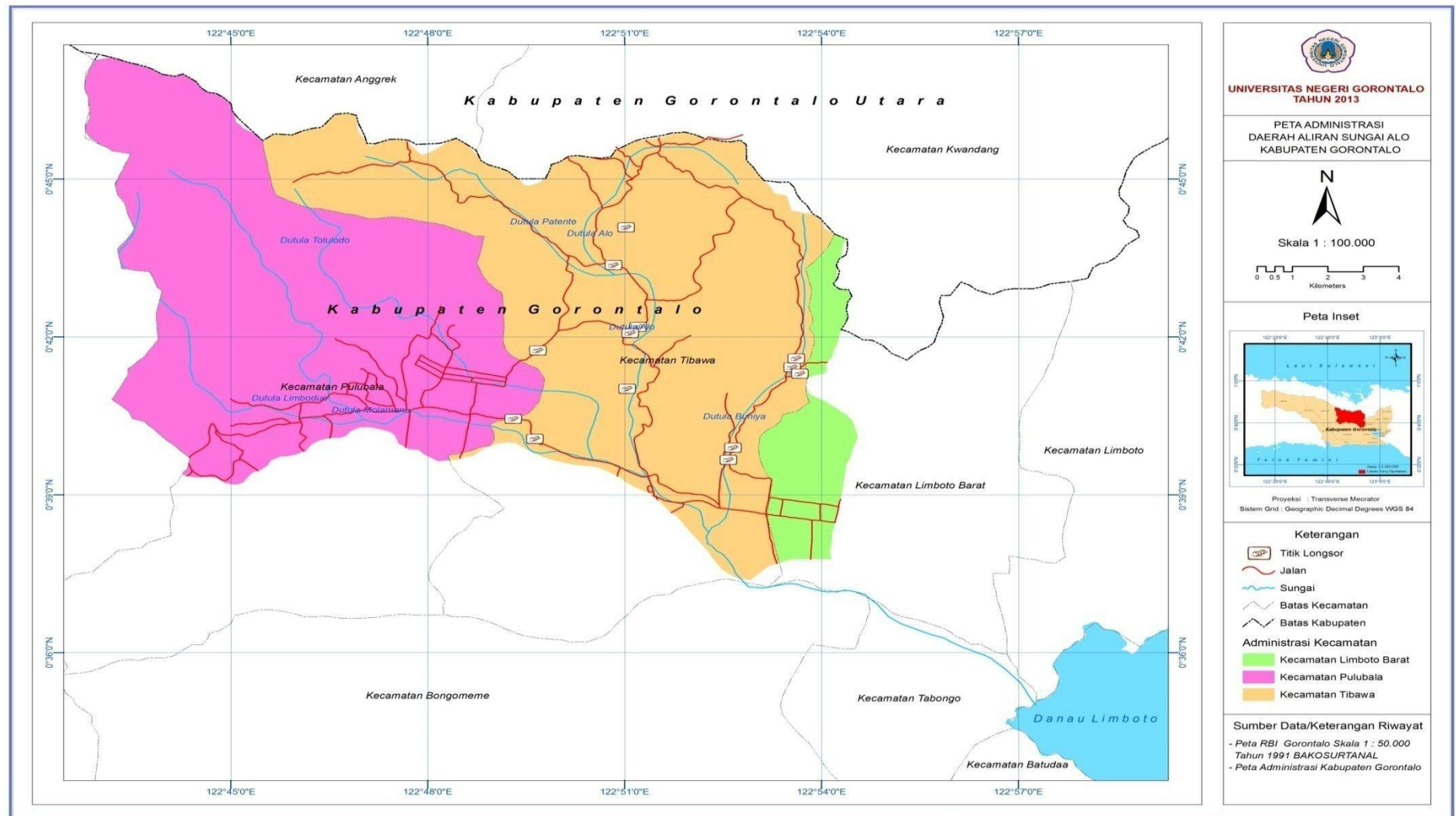
5.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

5.1.1 Letak Geografis

Lokasi penelitian adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Alo yang terletak di Provinsi Gorontalo. DAS Alo memiliki luas 11.867,300 ha yang terletak pada $00^{\circ} 44' 52,715''$ - $00^{\circ} 39' 59,192''$ LU dan $122^{\circ} 49' 33,206'$ - $122^{\circ} 49' 12,778'$ BT . Batas DAS Alo adalah sebagai berikut.

- a. Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara
- b. Sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo
- c. Sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Boliohuto Kabupaten Gorontalo
- d. Sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo.

Lokasi daerah penelitian dan wilayah administrasi yang tercakup dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Peta Administrasi DAS Alo Provinsi Gorontalo

5.1.2 Iklim

Iklim merupakan parameter yang bersifat aktif dan dinamis dalam proses pelapukan dan longsor. Proses pelapukan fisik, kimia dan biologi dipengaruhi oleh kondisi iklim yaitu suhu dan curah hujan. Uraian kondisi curah hujan dan suhu di lokasi penelitian diuraikan sebagai berikut.

a. Curah hujan

Pada daerah tropis, unsur cuaca yang sangat berpengaruh terhadap proses longsor adalah curah hujan. Hujan berperan dalam proses longsor melalui tenaga penglepasan dari pukulan butir-butir hujan pada permukaan tanah dan selanjutnya merupakan tenaga pengangkut material tanah longsor. Data curah hujan yang digunakan untuk menentukan tipe iklim diambil dari 2 (dua) stasiun curah hujan yang ada di lokasi penelitian maupun di sekitar lokasi penelitian yaitu Stasiun Meteorologi Bandara Djalaluddin Gorontalo, Stasiun ARR Alo. Data curah hujan dan hari hujan pada lokasi penelitian diperoleh melalui pengukuran curah hujan yang ada di lokasi penelitian yaitu pada Stasiun Badan Meteorologi dan Geofisika Bandara Djalaludin Gorontalo dan Stasiun Curah Hujan Alo. Data curah hujan selang Tahun 2009 s/d Tahun 2013 ditunjukkan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Data Curah Hujan pada Stasiun BMG Bandara Djalaludin Gorontalo
Selang Tahun 2009 s/d Bulan September 2013

Bulan	Curah Hujan (mm)				
	2009	2010	2011	2012	2013
Januari	148	10	59	90	144
Februari	147	45	322	129	150
Maret	169	38	302	76	110
April	137	153	113	244	187
Mei	228	378	116	262	257
Juni	101	263	205	118	99
Juli	45	172	27	221	244
Agustus	10	277	7	107	160
September	29	302	44	45	*
Oktober	34	250	182	147	*
November	142	84	91	403	*
Desember	55	250	186	152	*

Sumber: BMG Bandara Djalaludin Gorontalo.

Keterangan: *) Belum ada data

b. Suhu

Suhu rata-rata di DAS Alo Provinsi Gorontalo berkisar 26°C – 28°C . Suhu udara maksimum rata-rata tahunan di lokasi penelitian berkisar 32°C , sedangkan suhu udara minimum rata-rata tahunan berkisar 23°C . Keadaan suhu udara rata-rata selama lima tahun terakhir ditunjukkan pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Rata-rata Suhu Bulanan pada Stasiun BMG Bandara Djalaludin Gorontalo Selang Tahun 2009 s/d Bulan September 2013

Bulan	Suhu				
	2009	2010	2011	2012	2013
Januari	26,8	27,2	26,6	26,8	144
Februari	27,0	24,4	26,5	27,0	150
Maret	27,0	27,9	26,3	28,2	110
April	27,0	27,8	26,3	27,0	187
Mei	27,6	28,0	27,4	27,6	257
Juni	27,1	27,0	26,0	27,1	99
Juli	26,9	26,7	27,0	26,5	244
Agustus	27,4	26,9	27,4	27,0	160
September	27,6	26,9	27,5	27,6	*
Oktober	27,8	27,1	27,4	27,8	*
November	27,5	27,3	26,7	26,8	*
Desember	27,4	26,8	27,1	26,4	*

Sumber: BMG Bandara Djalaludin Gorontalo, 2009 - 2013.

5.1.3 Geologi

Salah satu aspek geologi yang berperan terhadap proses geomorfik adalah litologi. Litologi (batuan) menjadi dasar untuk memperoleh informasi dan karakteristik tanah dan hidrologi, seperti pola aliran sungai dan kerapatan aliran. Oleh sebab itu bahasan geologi pada bagian dibatasi pada keadaan litologi pada lokasi penelitian. Deskripsi formasi batuan penyusun pada DAS Alo didasarkan pada Peta Geologi Tahun 1993 Skala 1:250.000 Lembar Tilamuta (S.Bachri, dkk. 1993). DAS Alo tersusun atas batuan yang berumur Tersier dan Kuartar. Formasi batuan penyusun pada DAS Alo diuraikan sebagai berikut.

a) Diorit Bone (Tmb)

Diorit Bone dapat dijumpai di sub DAS Molamahu dan sub DAS Alo yang tersusun atas diorit, diorit kuarsa, granodiorit. Umur satuan ini sekitar Miosen Akhir.

b) Batuan Gunungapi Bilungala (Tmbv)

Terdiri dari breksi, tuf dan lava bersusunan andesit, dasit dan riolit. Tebal satuan diperkirakan lebih dari 1000 m, sedang umurnya adalah Miosen Bawah- Miosen Akhir. Dapat dijumpai di sub DAS Alo.

c) Formasi Dolokapa (Tmd)

Formasi Dolokapa tersusun atas batulanau, batulumpur, konglomerat, tuf, tuflapili, aglomerat, breksi gunungapi, lava andesit sampai basal.

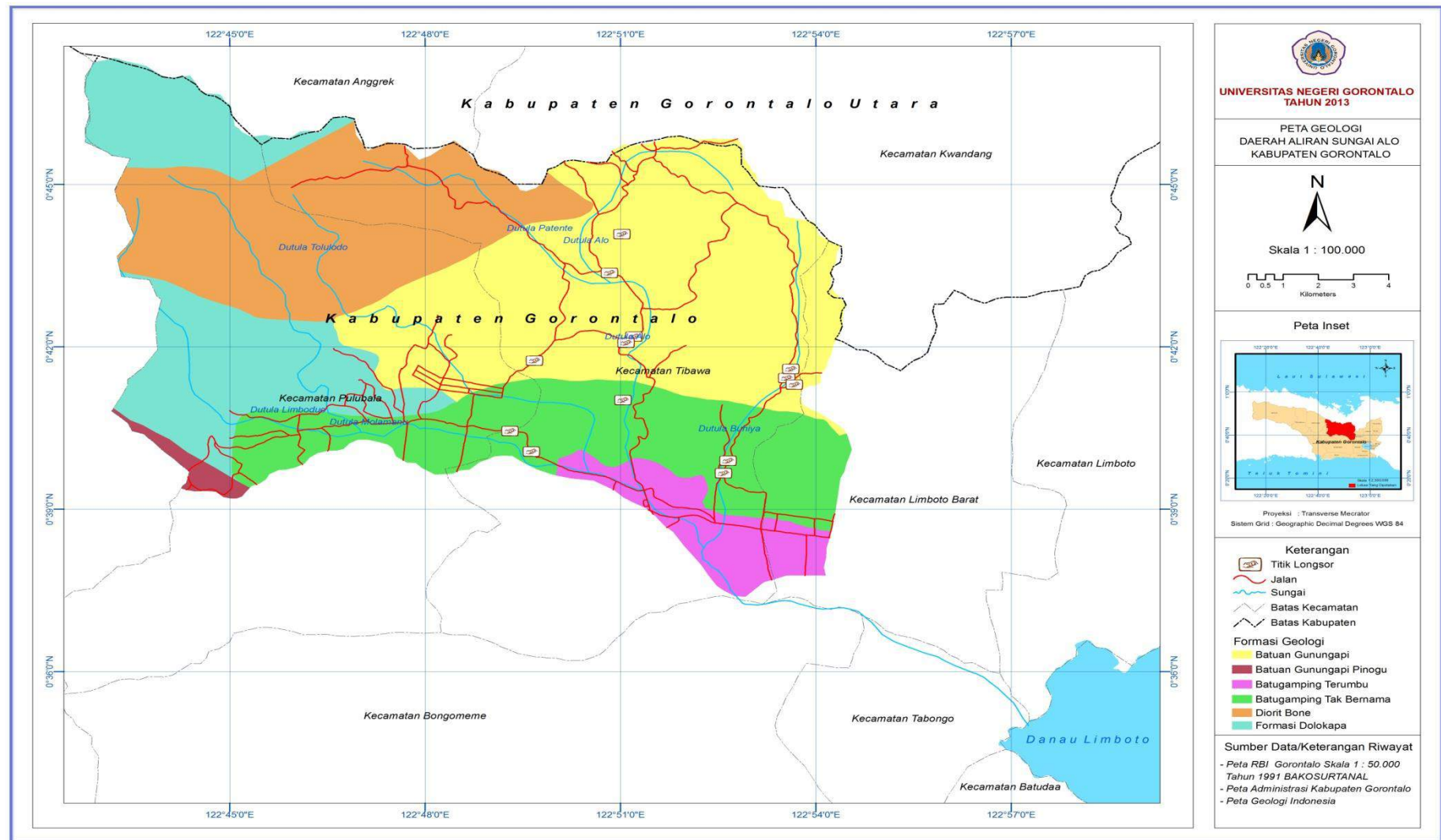
d) Batuan Gunungapi Pinogu (TQpv)

Batuan gunungapi Pinogu berumur Tersier, tersusun atas aglomerat, tuf, lava andesit-basal. Umur geologinya adalah Pliosen.

e) Batu Gamping Terumbu (Ql)

Sebagian DAS Alo tersusun atas batu gamping terumbu berumur Kuartar yang terdiri dari batu gamping koral. Umur geologinya adalah Holosen.

Peta Formasi Geologi DAS Alo ditunjukkan pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Peta Geologi DAS Alo Provinsi Gorontalo

5.1.4 Lereng

Hasil interpretasi *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) Tahun 2004 dan dibandingkan dengan Peta Digital Elevation Model serta pengecekan lapangan Tahun 2013 keadaan kemiringan lereng di DAS Alo ditunjukkan pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Kemiringan lereng DAS Alo Provinsi Gorontalo

Kemiringan Lereng	Kriteria	Luas (ha)	Persentase (%)
0 -8 %	Datar	2.970,2	25,03
8 – 15%	Landai	4.050,2	34,13
15 – 25%	Agak Curam	3.054,1	25,74
25 – 45%	Curam	1.538,1	12,96
> 45%	Sangat Curam	254,7	2,15
Total		11.867,3	100

Sumber: Hasil interpretasi SRTM, Peta DEM dan cek lapangan Tahun 2013

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa kemiringan lereng di DAS Alo didominasi oleh lereng landai dengan kemiringan berkisar 8 - 15% dengan persentase luasan 3,14%. dan kemiringan lereng 15 – 25% sebesar 25,74%.

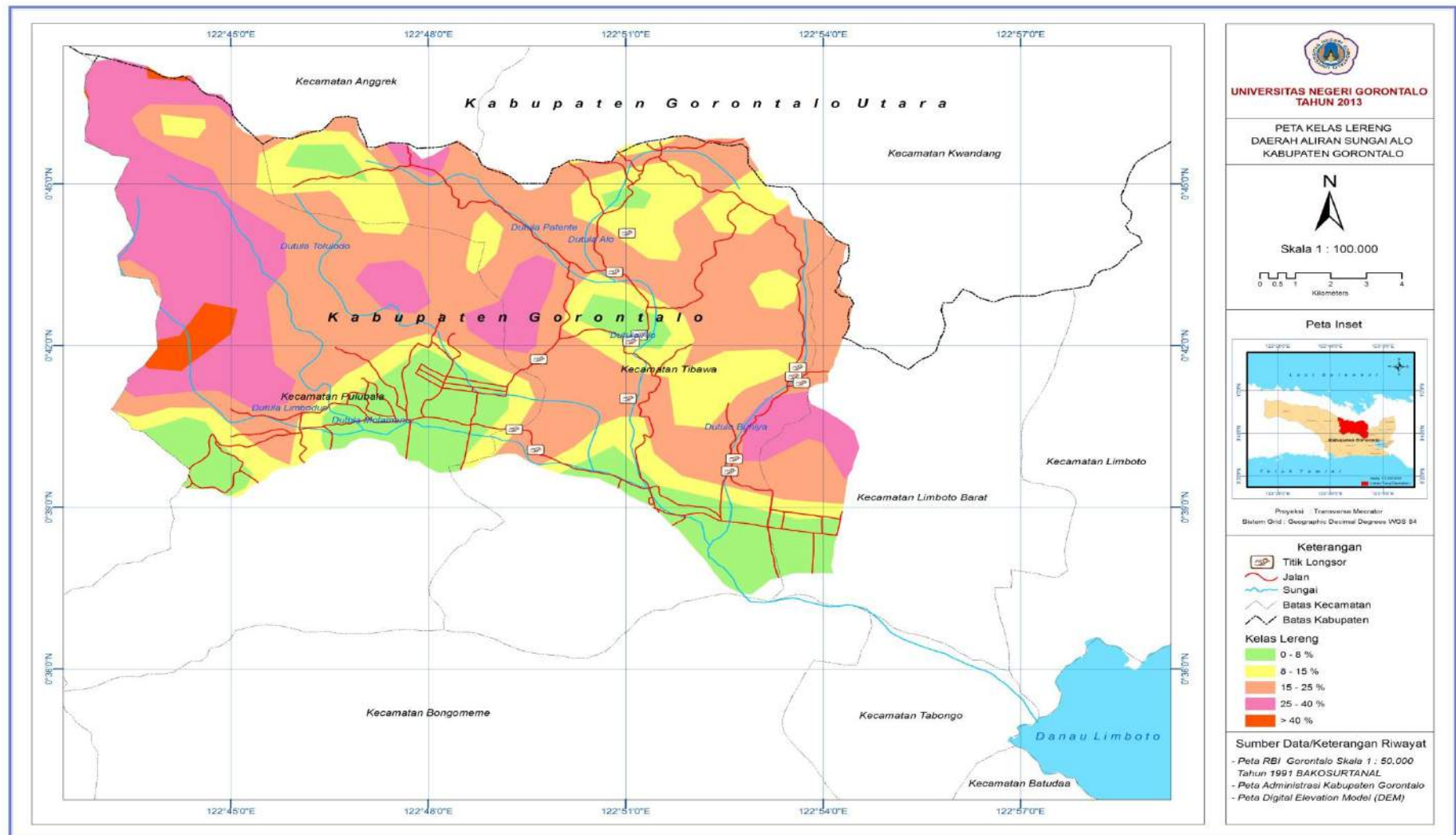
Gambaran kemiringan lereng pada DAS Alo ditunjukkan pada Gambar 5.3.

5.1.5 Tanah

Berdasarkan Peta Tanah Tinjau yang dibuat oleh Pusat Penelitian Tanah Agroklimat (1992) dan Peta Tanah DAS Limboto yang dibuat oleh BP DAS Bone-Bolango Tahun 2005, jenis-jenis tanah di wilayah DAS Alo adalah sebagai berikut.

a) Andosol

Tanah dengan epipedon mollik atau umbrik atau orchik dan horison kambik, serta mempunyai bulk density kurang dari 0,85 g/cc dan didominasi bahan amorf atau lebih dari 60% terdiri dari bahan vulkanik vitrik, cinder, atau piroklastik vitrik yang lain. Jenis tanah tersebar di Desa Labanu Kecamatan Tibawa, Desa Ayumolingu, sebagian Desa Molamahu Kecamatan Pulubala.



Gambar 5.3 Peta Lereng di DAS Alo Provinsi Gorontalo

b) Grumusol

Tanah ini berkembang dari batuan tuf gamping, napal dan tuf napalan. Tanah ini mempunyai sifat susunan horison A, B, C, kedalaman tanah efektif dangkal – sedang, tekstur lempung berat, struktur granuler-pejal, konsistensi sangat teguh, bila basah sangat lekat dan sangat plastis, pada lahan yang tidak diolah tampak relief mikro gilgai, permeabilitas sangat lambat, warna tanah kelabu-hitam, KTK sangat tinggi, kejenuhan basa tinggi, kesuburan dan potensi tanah rendah hingga sedang. Grumusol merupakan tanah yang peka terhadap erosi. Sebaran tanah ini meliputi Desa Pulubala, Desa Molalahu, Desa Pongongaila Kecamatan Pulubala, dan Desa Datahu Kecamatan Tibawa.

c) Litosol

Jenis tanah ini berkembang dari asosiasi tanah Latosol dan Mediteran karena erosi sangat berat, solum tanah tinggal lapisan tanah yang tipis, kurang dari 25 cm, bahkan sebagian besar tinggal singkapan batuan induk. Sifat tanah ini adalah kedalaman efektif kurang dari 25 cm, tekstur geluh debu hingga geluh pasir, struktur remah hingga gumpal, konsistensi agak teguh, bila basah agak lekat, warna coklat hingga merah kekuningan, KTK rendah, kejenuhan basa sedang, kesuburan dan potensi tanah sangat rendah. Jenis tanah Litosol termasuk tanah yang sangat peka terhadap erosi. Sebaran tanah ini meliputi sebagian kecil wilayah Kecamatan Tibawa.

d) Podsolik

Tanah dengan horison penimbunan liat (horison argilik), dan kejenuhan basa kurang dari 50%, tidak mempunyai horison albik. Jenis tanah ini termasuk tanah yang peka terhadap erosi. Jenis tanah ini tersebar di sekitar Kecamatan Tibawa.

5.1.6 Karakteristik sungai

Air permukaan yang dijumpai di daerah penelitian merupakan sungai, rawa dan danau. Sungai-sungai yang ada merupakan suatu sistem Sungai Alo. Sungai-sungai yang bermuara ke Sungai Alo bersifat *perennial* yaitu sungai-sungai yang mengalirkan airnya sepanjang tahun, dan *intermittent* yaitu kondisi

air sungai dipengaruhi oleh musim hujan. Pada umumnya anak sungai pada DAS Alo bersifat *intermittent* yaitu sungai yang memiliki sifat aliran terputus. Sungai seperti ini mengalirkan air pada musim hujan dan kering pada musim kemarau.

Sungai-sungai pada DAS Alo mengikuti suatu jaringan satu arah dimana cabang dan anak sungai mengalir ke dalam suatu sungai utama yang lebih besar dan membentuk suatu pola aliran tertentu. Pola aliran ini dipengaruhi oleh kondisi topografi, geologi, iklim dan vegetasi yang terdapat dalam suatu DAS. Pola aliran di DAS Alo pada umumnya membentuk suatu pola aliran dendritik. Pola ini pada umumnya terdapat pada daerah dengan batuan sejenis dan penyebarannya luas. Nama dan sifat sungai di DAS Alo ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Sungai-sungai yang bermuara ke Sungai Alo

No	Nama Sungai	Bermuara	Keterangan
1	Sungai Alo	S. Alo-Pohu	Landai berbatu, <i>Perennial</i>
2	Sungai Molamahu	Sungai Alo	Bagian hulu berbatu, bagian hilir berpasir, <i>Perennial</i>
3	Sungai Bolongga	Sungai Alo	<i>Intermittent</i>
4	Sungai Patente	Sungai Alo	<i>Intermittent</i>
5	Sungai Bohulo	Sungai Alo	<i>Intermittent</i>
6	Sungai Holongge	Sungai Alo	<i>Intermittent</i>
7	Sungai Buhiya	Sungai Alo	Landai berpasir <i>Intermittent</i>
8	Sungai Butulopomalangga	S. Buhiya	<i>Intermittent</i>
9	Sungai Limboduo	S. Molamahu	<i>Intermittent</i>
10	Sungai Tolulodo	S. Molamahu	<i>Intermittent</i>

Sumber: JICA (2002) & Observasi Lapangan Tahun 2013

5.1.7 Penggunaan Lahan

Kondisi penggunaan lahan di DAS Alo diperoleh melalui interpretasi Citra Aster. Rekaman Citra Aster untuk Tahun 2010, Tahun 2011 dan Tahun 2012 di lokasi penelitian sebagian besar tertutup awan. Oleh sebab itu hasil interpretasi Citra dikomparasikan dengan beberapa laporan penggunaan lahan dari Dinas Kehutanan Provinsi Gorontalo dan BPDAS Bone Bolango Provinsi Gorontalo. Hasil analisis penggunaan lahan tersebut dilanjutkan dengan pengecekan lapangan untuk verifikasi dengan kondisi pada saat dilakukan penelitian.

Bentuk penggunaan lahan di DAS Alo meliputi hutan, pertanian lahan kering, semak belukar, sawah, tanah terbuka (lahan berro dan lahan kosong) dan permukiman yang ditunjukkan pada Gambar 5.4.

Tabel 5.5 Jenis penggunaan lahan berdasarkan luas pada DAS Alo

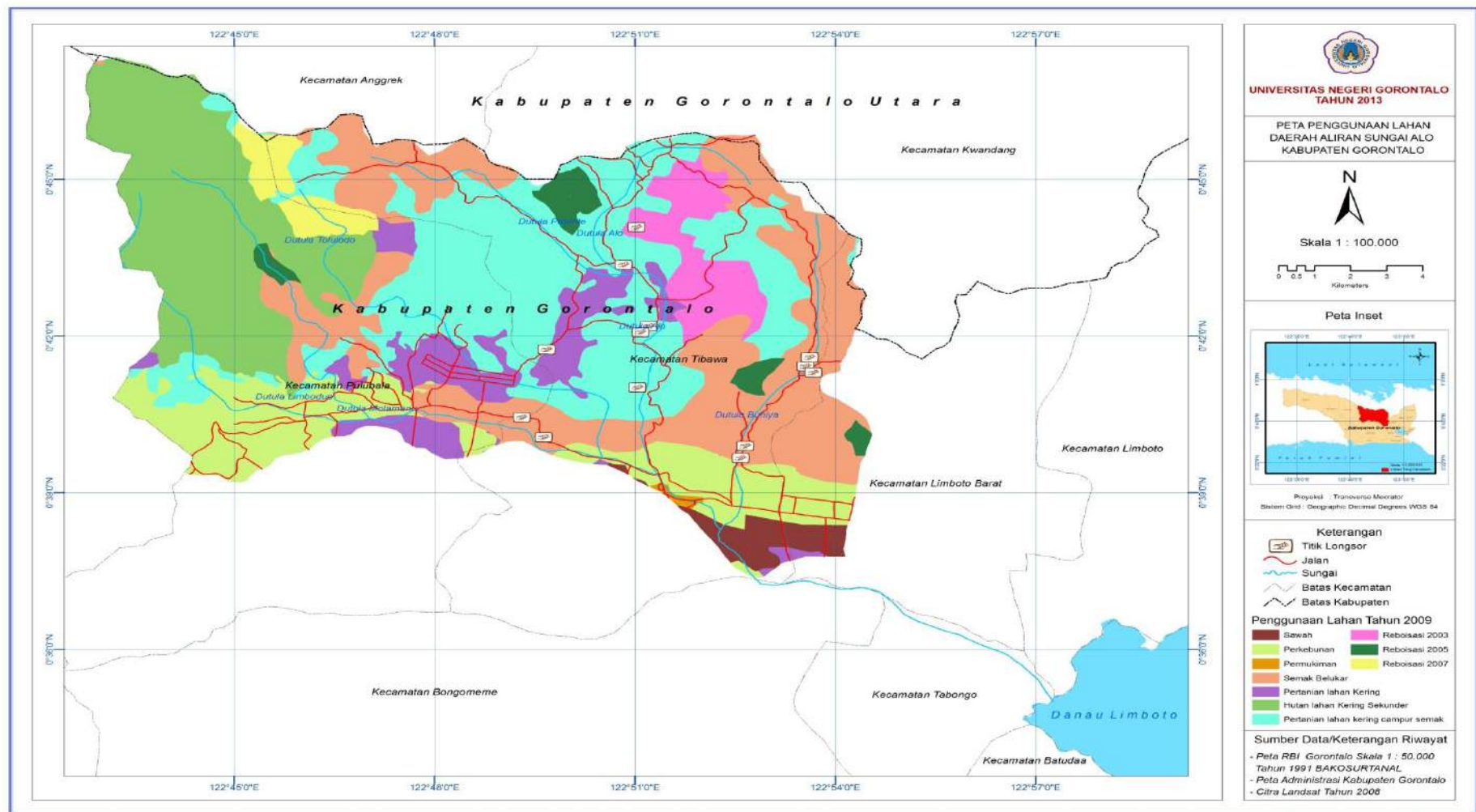
No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	%
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	2526,3	21,29
2	Perkebunan	1.753,9	14,78
3	Permukiman	164	1,38
4	Pertanian Lahan Kering	1.761,7	14,84
5	Pertanian lahan kering campur semak	2.757,3	23,23
6	Sawah	494,5	4,17
7	Semak Belukar	2.409,6	20,30
	TOTAL	11.867,3	100

Sumber: Hasil interpretasi Citra Landsat 2008, Peta Penggunaan Lahan Tahun 2010 dan Pengecekan Lapangan

Proses konversi penggunaan lahan dari hutan menjadi lahan pertanian di DAS Alo masih cenderung terjadi. Hal ini terjadi karena petani merasa produktivitas lahan mulai menurun, sehingga petani cenderung mencari lahan baru untuk dibuka dan digarap menjadi lahan pertanian.

5.1.7.1 Vegetasi

Vegetasi sangat berpengaruh terhadap kejadian erosi permukaan dengan kemampuannya menangkap butir air hujan sehingga energi kinetiknya terserap oleh tanaman dan tidak menghantam langsung pada tanah. Disamping itu juga, tanaman mampu mengurangi energi aliran sehingga kecepatan aliran permukaan berkurang. Jenis vegetasi yang ada di DAS Alo ditunjukkan pada Tabel 5.6.



Gambar 5.4 Peta Penggunaan Lahan di DAS Alo Provinsi Gorontalo

Tabel 5.6 Jenis vegetasi pada DAS Alo Provinsi Gorontalo

No	Nama Indonesia>Nama Lokal	Nama Latin
1	Akasia	<i>Acacia tomentosa</i>
2	Aras	<i>Duabanga moluccana</i>
3	Bambu	<i>Shizotachyum sp</i>
4	Beringin	<i>Ficus spp</i>
5	Bintangar	<i>Kleinhovia hospita</i>
6	Bolangitan	<i>Tatrameles nudiflora</i>
7	Cemara	<i>Casuarina sp</i>
8	Cempaka	<i>Elmerrillia ovalis</i>
9	Coro	<i>Ficun variegatus</i>
10	Damar	<i>Shorea sp</i>
11	Gopara	<i>Langerstroemia ovalifolia</i>
12	Jagung	<i>Zea mays</i>
13	Jati	<i>Tectona grandis</i>
14	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>
15	Kenanga	<i>Canangium odoratum</i>
16	Licola	<i>Licuala celebensis</i>
17	Linggua	<i>Pterocarpus indicus</i>
18	Mangga	<i>Mangifera indica</i>
19	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
20	Nantu	<i>Palaquin obtusifolium</i>
21	Nira	<i>Arenga pinnata</i>
22	Palem ekor ikan	<i>Caryota mitis</i>
23	Pangi	<i>Pangium edule</i>
24	Pinang	<i>Pinangan sp</i>
25	Pisang	<i>Musa paradisiaca</i>
26	Rotan	<i>Calamus spp</i>
27	Rao	<i>Dracontomelum dao</i>
28	Randu	<i>Ceiba petandra</i>
29	Walongo	<i>Macarangerhizinoides</i>
30	Wanga	<i>Pigafetta fillaria</i>
31	Wohu	<i>Casuarinaequisetifolia</i>
32	Woka	<i>Livistona torundifolia</i>
33	Wolato	<i>Vitexcelebica</i>
34	Wonthami	<i>Diospyros fasciculosa</i>
35	Wuloto	<i>Sterblusasper</i>

Sumber: Hasil wawancara dan observasi Tahun 2013.

5.1.7.2 Kependudukan

Pembahasan kependudukan dalam penelitian ini meliputi jumlah dan kepadatan penduduk. Relevansi pembahasan kependudukan dalam penelitian ini adalah untuk mengkaji karakteristik penduduk secara keruangan dalam kaitannya dengan kejadian longsor.

a. Jumlah dan Kepadatan Penduduk

Secara administrasi DAS Alo meliputi wilayah 6 (enam) desa di Kecamatan Pulubala yaitu Desa Mulyonegoro, Desa Bakti, Desa Pongongaila, Desa Pulubala, Desa Molalahu, Desa Molamahu, Desa Ayumolingo dan Kecamatan Tibawa. Jumlah penduduk di lokasi penelitian terkonsentrasi di pusat-pusat kecamatan dan pusat desa. Data kependudukan selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Jumlah penduduk pada setiap desa Di DAS Alo Pada Tahun 2012

No	Kecamatan/Desa	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)		Total (jiwa)	Kepadatan (jiwa/Km ²)
			Laki-laki	Perempuan		
	Kecamatan Pulubala					
1	Mulyonegoro	38,88	1.231	1.166	2.396	61,63
1	Bakti	38,88	1.489	1.443	2.932	75,41
2	Pongongaila	12,0	1.047	1.143	2.190	182,5
3	Pulubala	16,12	1.500	1.513	3.013	186,91
4	Molalahu	13,29	796	797	1.593	119,86
5	Molamahu	14,44	1.070	998	2.068	143,21
6	Ayumolingo	14,44	520	551	1.071	74,17
	JUMLAH	109,17	7.653	7.611	15.264	139,82
	Kecamatan Tibawa					
1	Ilomata	8,0	739	780	1.519	189,87
2	Molowahu	12,88	1.236	1.209	2.445	189,83
3	Dunggala	4,0	924	904	1.828	457
4	Reksonegoro	4,26	694	613	1.307	306,81
5	Tolito	3,79	1.286	1.288	2.574	679,16
6	Isimu Selatan	4,57	1.585	1.615	3.500	765,86
7	Datahu	9,60	2.174	2.238	4.412	459,58
8	Iloponu	21,62	1.393	1.555	2.948	136,35
9	Buhu	19,62	2.187	2.136	4.323	220,34
10	Isimu Utara	21,11	966	1.178	2.174	102,98
11	Labanu	35,33	1.011	1.119	2.130	60,29
12	Motilango	30,50	1.081	1.078	2.259	74,07
13	Balahu	4,33	1.222	1.336	2.558	590,76
14	Botumoputi	11,49	1.287	1.275	2.562	222,98
15	Isimu Raya	8,60	1.307	1.270	2.577	299,65
16	Ulobua	8,0	540	635	1.175	146,87
	JUMLAH	207,7	19.632	20.229	39,861	191,92

Sumber: DDA Kabupaten Gorontalo, 2012.

Data pada Tabel 5.7 menunjukkan bahwa kepadatan penduduk tertinggi terdapat pada pusat-pusat desa dan kecamatan. Pada Kecamatan Pulubala, kepadatan penduduk tertinggi (186,91 jiwa/km²) pada Desa Pulubala yang merupakan pusat kecamatan. Tingkat kepadatan penduduk tertinggi di Kecamatan Tibawa ada pada Desa Tolito dengan kepadatan penduduk 679,16 jiwa/km².

5.1.8 Hasil Analisis

5.1.9 Batuan

Pengamatan batuan di lokasi kejadian longsor dilakukan dengan menganalisis sampel batuan di laboratorium geologi Universitas Negeri Gorontalo. Hasil analisis adalah sebagai berikut:

1. Lokasi Sampel 1

Titik Sampel 1 secara administrasi berada di Desa Alo Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo. Secara geografis berada pada koordinat N : 00⁰ 41,13' dan E: 122⁰ 51,43'. Jenis batuan pada lokasi ini adalah Batuan Sedimen Organik.

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk karena proses diagnosis dari batuan material lain yang sudah mengalami sedimentasi. Batuan sedimen terbentuk dari batu-batuan yang telah ada sebelumnya oleh kekuatan-kekuatan yaitu pelapukan, hasil kerja air, pengikisan oleh angin, serta proses litifikasi (proses perubahan material sedimen menjadi sedimen kompak), diagnosis (proses perubahan unsur mineral selama terendapkan dan terlitifikasi) dan proses transportasi sehingga jenis batuan ini terendapkan di tempat atau wilayah yang relatif lebih rendah. Batuan sedimen organik yaitu batuan sedimen yang terbentuk dari proses pengendapan organisme. Contohnya, Batuan gamping koral tergolong sebagai batuan sedimen organik yang berasal dari organism laut dangkal seperti terumbu karang (Coral).

Kaitannya dengan penelitian ini, sampel batuan di peroleh pada wilayah tebing yaitu tepatnya pada tebing lereng bagian bawah, memiliki karakteristik warna keputih-putihan yang mengindikasikan bahwa jenis batuan tersebut memiliki kandungan CaCO₃ yang tinggi, merupakan akumulasi bahan sisa

organisme laut dangkal yaitu berupa terumbu karang. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa jenis batuan yang ada pada lokasi I tergolong sebagai batuan sedimen: batu gamping coral. Jenis batuan tersebut merupakan jenis batuan yang memiliki kandungan CaCO_3 yang tinggi sehingga mudah larut, sehingga jenis batuan tersebut mudah lapuk dan tererosi seperti yang terjadi pada lokasi penelitian ini. Gambar sampel batuan pada lokasi sampel 1 ditunjukkan pada Gambar 5.5



Gambar 5.5 Foto Jenis Batuan Sedimen Organik (Gamping Coral) pada Lokasi Sampel 1

2. Lokasi Sampel 2

Lokasi titik sampel ke 2 secara administrasi berada di Desa Buhu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo. Secara geografis, lokasi titik sampel 2 berada pada koordinat N : $00^{\circ}43,363'$ dan E : $122^{\circ}50,835'$. Jenis batuan lokasi sampel 2 adalah Batuan Beku.

Batuan beku merupakan batuan yang berasal dari hasil proses pembekuan magma. Magma merupakan material silikat yang panas dan pijar yang terdapat di dalam bumi. Mineral-mineral yang membentuk batuan beku di determinasi oleh komposisi kimia magma dari mana mineral-mineral tersebut mengkristal. Batuan beku mempunyai variasi yang sangat besar, dapat pula diasumsikan bahwa macam magmapun mempunyai variasi yang besar. Para ahli geologi telah mendapatkan bahwa satu gunung api mempunyai tingkat erupsi yang bervariasi dan terkadang mengeluarkan lava yang mempunyai mineral berbeda.

Kaitanya dengan penelitian ini, sampel batuan di peroleh pada wilayah tebing lereng bagian bawah (lokasi longsor), memiliki karakteristik batuan yang berwarna hitam keabu-abuan, setelah dianalisis lebih lanjut, terdapat banyak bercak-bercak putih yang mengindikasikan kandungan mineral silikat (Sillisum oksida) yang tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis batuan yang ada pada lokasi Sampel 2 (Desa Buhu) merupakan jenis batuan beku yang terbentuk dari hasil inturusi magma dan telah tersilifikasi atau telah mangalami proses peningkatan kandungan silica.. Dengan demikian, kandungan mineral primer batuan tersebut telah terdekomposisi dengan mineral lain sehingga menyebabkan jenis batuan ini mudah pecah dan lapuk dan menjadi material longsor.

Foto Batuan Beku di lokasi Sampel 2 ditunjukkan pada Gambar 5.6



Gambar 5.6 Foto Batuan Beku pada Lokasi Sampel 2

3. Lokasi Sampel 3

Secara administrasi lokasi Titik Sampel 3 berada di Desa Labanu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo. Secara geografis, letak titik Sampel 2 berada pada koordinat N: $00^{\circ} 44,79'$ dan E: $122^{\circ} 51,026'$. Jenis batuan pada lokasi Sampel 3 adalah Batuan Beku Basalt. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa batuan beku berasal dari pembekuan suatu cairan pijar yang dikenal dengan magma. Secara umum, ada dua bentuk batuan beku yaitu batuan beku bentuk ekstrusi dan intrusi. Bentuk ekstrusi adalah bentuk yang dibangun oleh

magma ketika mencapai permukaan bumi yang disebut lava. Berdasarkan dari proses terbentuknya, batuan beku terdiri dari batuan beku intrusi yaitu pembekuan magma yang tidak sampai pada permukaan bumi dan batuan beku hasil ekstusi yaitu pembekuan magma yang sampai pada permukaan bumi berupa batuan lelehan atau lava. Salah satu jenis batuan beku lelehan adalah batuan beku basal. Batu basal merupakan batuan lelehan dari gabbro berbutir halus, bertekstur hipokristalin yang mengandung mineral plagioklas (labradorit) yang bersifat basa. Basal umumnya berwarna hitam karena kaya akan unsur besi dan magnesium.

Kaitanya dengan penelitian ini, sampel batuan memiliki karakteristik warna batuan yang didominasi oleh warna hitam yang mengindikasikan bahwa jenis batuan tersebut bersifat basa, serta memiliki tekstur porfiriya itu terdiri dari Kristal-kristal halus atau kaca. Selain itu, material tanah yang merupakan hasil dari pelapukan batuan yang ada pada lokasi tersebut didominasi oleh warna coklat kemerahan sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis batuan induknya memiliki kandungan besi dan magnesium yang tinggi. Oleh sebab itu dapat disimpulkan bahwa jenis batuan yang ada pada lokasi III (Desa Labanu) adalah batuan beku: batuan basalt.

Seperti yang kita ketahui bahwa sifat jenis batuan beku merupakan jenis batuan yang tergolong batuan yang keras dan tidak mudah lapuk, akan tetapi oleh karena adanya beberapa faktor tenaga eksogen yang bekerja pada permukaan bumi seperti tenaga air, angin, gaya gravitasi, dan sebagainya maka tidak menutup kemungkinan jenis batuan ini akan mengalami translokasi atau berpindah tempat, sehingga akan menyebabkan proses pecahnya batuan yang memicu terbentuknya retakan-retakan pada bidang batuan yang akan mempermudah proses pelapukan batuan. Dengan demikian batuan tersebut akan menjadi batuan induk dan berubah menjadi bahan induk tanah dan menjadi material longsor seperti yang terjadi pada lokasi penelitian ini.

Foto sampel batuan pada lokasi Sampel 4 ditunjukkan pada Gambar 5.7



Gambar 5.7 Batuan Beku Basalt di Lokasi Sampel 3

4. Lokasi Sampel 4

Lokasi titik Sampel 4 berada di Desa Toyidito Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo. Secara geografis, lokasi Sampel 4 berada pada koordinat N: $00^{\circ} 41,74'$ dan E: $122^{\circ} 49,68'$. Seperti di lokasi sebelumnya, jenis batuan yang ada di lokasi Sampel 4 ini juga termasuk jenis batuan beku, akan tetapi telah mengalami proses alterasi yaitu telah mengalami proses perubahan unsur mineral yang lebih signifikan. Sampel batuan diperoleh pada tebing lereng bagian bawah (wilayah longsoran), memiliki karakteristik warna coklat kemerahan. Setelah dianalisis lebih lanjut, bagian permukaan batuan yang menjadi bidang belahan batuan terdapat karakteristik warna yang didominasi oleh warna kehijauan seperti lumut yang biasa disebut dengan mineral serpentin yang dapat dijadikan indikator jika ditinjau dari aspek geologis wilayah tersebut merupakan wilayah patahan, dan secara geomorfologis merupakan bentuk lahan bentukan asal struktural, sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis batuan yang ada pada lokasi ini adalah jenis batuan beku alterasi.

Foto Batuan Beku Alterasi pada lokasi Sampel 4 ditunjukkan pada Gambar 5.8



Gambar 5.8 Batuan Beku Alterasi di lokasi Sampel 4

5. Lokasi Sampel 5

Lokasi titik Sampel 5 berada di Desa Molalahu Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo. Koordinat geografis lokasi Sampel 5 adalah N: $00^{\circ} 40,062'$ dan E: $122^{\circ} 49,637'$. Jenis batuan pada lokasi ini adalah Batuan Vulkanik.

Batuan vulkanik yang sering disebut batuan leleran atau batuan efusi atau batuan ekstrusi atau vulkanik adalah batuan yang berasal dari magma yang meleler di permukaan bumi (lava). Batuan ini umumnya mempunyai tekstur porfiri (setengah kristalin) dan amorf. Tekstur porfiri dapat kita lihat dengan adanya kristal-kristal dalam matriks batuan, sedangkan tekstur amorf dapat kita lihat dapat kita lihat dalam batu kaca atau obsidian dan dalam tanah yang banyak mengandung abu vulkan. Kaitannya dengan penelitian ini, sampel batuan memiliki karakteristik yang terdiri dari warna hitam sebagai warna dasar dan memiliki warna material yang menyelubungi (coating mineral) berwarna coklat kemerahan, hal tersebut mengindikasikan bahwa terdiri dari mineral besi. Pada matriks batuan tampak adanya kristal-kristal kecil dan material tanah yang merupakan hasil dari pelapukan memiliki tekstur yang sangat halus berupa abu vulkan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jenis batuan yang ada pada lokasi ini merupakan jenis batuan vulkanik (tuff). Pada lokasi penelitian, jenis batuan ini berupa bongkahan-bongkahan atau

fragmen-fragmen batuan kecil yang mudah dan telah mengalami pelapukan. Fragmen-fragmen batuan tersebut terakumulasi dengan material tanah yang telah menjadi material longsor. Gambar sampel batuan pada lokasi Sampel 5 ditunjukkan pada Gambar 5.9



Gambar 5.9 Sampel Batuan Vulkanik di Lokasi Sampel 5

6. Lokasi Sampel 6

Lokasi Sampel 6 berada di Desa Molalahu Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo. Letak geografis berada pada koordinat N: $00^{\circ} 40,062'$ dan E: $122^{\circ} 49,637'$. Hasil analisis terhadap sampel batuan diperoleh bahwa jenis batuan lokasi longsor di Desa Molalahu adalah jenis batuan sedimen (batu gamping). Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa batuan sedimen merupakan batuan yang terbentuk karena proses diagenesis dari batuan lain yang sudah mengalami sedimentasi atau pengendapan. Batuan sedimen klastik merupakan jenis batuan yang terdiri dari akumulasi partikel-partikel yang berasal dari pecahan batuan dan sisa-sisa kerangka organisme yang telah mati. Batu gamping merupakan jenis batuan sedimen yang secara kimia terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3) dan magnesium. Kaitannya dengan penelitian ini, sampel batuan memiliki karakteristik warna keputih-putihan yang dapat dijadikan indikasi bahwa memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi, hal tersebut dapat dibuktikan melalui penggunaan larutan HCl untuk pengujian ada tidaknya kandungan CaCO_3 . Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa jenis batuan tersebut memiliki kandungan kalsium

karbonat CaCO_3 yang tinggi. Selain itu, pada sampel batuan tersebut tampak terlihat adanya tekstur batuan yang porous artinya memiliki tingkat pelarutan yang tinggi dan mudah lapuk.



Gambar 5.10 Batuan Sedimen (batu gamping) di Lokasi Sampel 6

7. Lokasi Sampel 7

Lokasi Sampel 7 berada di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo. Letak geografis berada pada koordinat N: $00^{\circ} 39,663'$ dan E: $122^{\circ} 52,586'$. Jenis batuan lokasi ini sama dengan jenis batuan yang teridentifikasi di Lokasi Sampel 6. Gambar batuan sedimen di Lokasi Sampel 7 ditunjukkan pada Gambar 5.11



Gambar 5.11 Batuan Sedimen (Batu Gamping) di Lokasi Sampel 7

8. Lokasi Sampel 8

Lokasi Sampel 8 berada di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo pada koordinat N: $00^{\circ} 40' 3,3''$ dan E: $122^{\circ} 52' 40,4''$.

Jenis batuan yang ada pada lokasi ini pada dasarnya sama dengan sampel batuan yang ada pada lokasi Sampel 1, yaitu batuan sedimen organik (gamping coral). Batuan sedimen organik yaitu batuan sedimen yang terbentuk dari proses pengendapan organisme. Contohnya, Batuan gamping koral tergolong sebagai batuan sedimen organik yang berasal dari organisme laut dangkal seperti terumbu karang (Coral). Jika ditinjau dari aspek geomorfologis, dapat disimpulkan bahwa lokasi tersebut awalnya merupakan wilayah laut, akan tetapi oleh karena adanya proses geomorfologi yakni oleh tenaga endogen yang menyebabkan terjadinya proses pengangkatan sehingga terbentuklah sebuah daratan dengan bentuklahan seperti yang ada pada saat sekarang ini.

Gambar Batuan Sedimen Organik (Gamping Coral) pada lokasi Sampel 8 ditunjukkan pada Gambar 5.12



Gambar 5.12 Batuan Sedimen Organik (Gamping Coral) di Lokasi Sampel 8

9. Lokasi Sampel 9, 10 dan 11.

Lokasi sampel 9, 10 dan 11 berada di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo. Titik koordinat Lokasi 9 adalah N: $00^{\circ} 41' 25,169''$ dan E: $122^{\circ} 53' 33,404''$, Lokasi 10 koordinatnya N: $00^{\circ} 41' 21,4''$, E: $122^{\circ} 53' 42,1''$ dan Lokasi 11 koordinatnya N: $00^{\circ} 41' 17,949''$ dan E: $122^{\circ} 53' 40,624''$.

Sampel batuan pada lokasi ini pada dasarnya sama dengan klasifikasi sampel batuan yang ada pada lokasi 5, akan tetapi memiliki beberapa perbedaan. Sampel batuan pada ketiga lokasi ini termasuk kelompok jensi batuan vulkanik yang terbentuk oleh karena aktifitas vulkanisme yang menyebabkan magma meleler sampai ke permukaan bumi (lava) dan mengalami pendinginan lalu membeku menjadi batuan vulkanik. Kaitannya dengan penelitian ini, sampel batuan pada lokasi ini memiliki karakteristik seperti yang tampak pada gambar, yakni memiliki karakteristik warna abu kemerahan, bertekstur amorf yakni berupa debu yang sangat halus (abu vulkan), dan pada matriks bagian dalam batuan tampak adanya kandungan kristal-kristal (bercak-bercak putih). Oleh karena memiliki sifat dan ciri jenis batuan vulkanik, dengan demikian kami menyimpulkan bahwa jenis batuan yang ada pada lokasi ini adalah Batuan Vulkanik (Tufa Kristalin).

Gambar Batuan Vulkanik pada lokasi Sampel 9, 10 dan 11 ditunjukkan pada Gambar 5.13



Gambar 5.13 Batuan Vulkanik pada Lokasi Sampel 9, 10 dan 11

10. Lokasi Sampel 12 dan Lokasi Sampel 13

Lokasi sampel 12 berada di wilayah administrasi Desa Iloponu. Secara geografis berada pada titik koordinat N: $0^{\circ} 42,1889'$ dan E: $122^{\circ} 51,213'$. Lokasi 13 berada di Desa Iloponu dan berada pada koordinat N: $0^{\circ} 42,069'$ dan E: $122^{\circ} 51,090'$.

Sampel batuan pada lokasi ini memiliki klasifikasi dan kesamaan sifat dengan sampel batuan yang ada pada lokasi 5, yaitu tergolong batuan vulkanik (tuff) dengan karakteristik sampel yaitu terdiri dari warna hitam sebagai warna dasar dan memiliki warna material yang menyelubungi (coating mineral) berwarna coklat kemerahan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdiri dari mineral besi. Pada matriks batuan tampak adanya kristal-kristal kecil dan material tanah yang merupakan hasil dari pelapukan memiliki tekstur yang sangat halus berupa abu vulkan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jenis batuan yang ada pada lokasi ini merupakan jenis batuan vulkanik (tuff). Gambar sampel batuan pada Lokasi Sampel 12 dan 13 ditunjukkan pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Batuan Vulkanik pada Lokasi Sampel 12 dan 13

11. Lokasi Sampel 14

Sampel batuan pada lokasi 14 ini yang terdapat di Desa Molamahu, pada titik koordinat N: $0^{\circ} 40,850'$ dan E: $122^{\circ} 47,681'$. Batuan pada lokasi ini pada dasarnya memiliki kesamaan dengan sampel batuan yang ada pada lokasi 12 yaitu merupakan jenis batuan vulkanik yakni batuan yang terbentuk oleh karena adanya kegiatan vulkanisme. Sampel batuan pada lokasi ini memiliki karakteristik sifat tekstur amorf yaitu terasa seperti abu vulkan yang sangat halus. Selain itu, seperti yang terlihat pada gambar tampak bahwa sampel batuan tersebut berwarna abu keputihan, hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat unsur mineral karbonat (CaCO_3) pada batuan tersebut. Dengan demikian dapat diidentifikasi bahwa mineral primer pada batuan tersebut telah mengalami dekomposisi (perubahan mineral) yang berdekomposisi dengan mineral gampingan. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa jenis batuan pada lokasi ini tergolong sebagai batuan vulkanik yakni tufa gampingan. Oleh karena adanya dekomposisi mineral pada batuan induk (batuan asal) sehingga menyebabkan jenis batuan ini mengalami proses pelarutan dan pelapukan menjadi material bahan induk yakni berupa fragmen-fragmen batuan yang telah lapuk menjadi material tanah yang merupakan material longsor seperti yang terjadi pada lokasi penelitian ini. Gambar sampel batuan pada lokasi Sampel 14 ditunjukkan pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Batuan Vulkanik pada Lokasi Sampel 14

12. Lokasi Sampel 15

Lokasi Sampel 15 berada di Desa Toyidito pada koordinat N: $0^{\circ} 41,695'$ dan E: $122^{\circ} 47,681'$. Sampel batuan pada lokasi ini pada dasarnya sama dengan dengan sampel batuan pada Lokasi 2 yaitu termasuk golongan batuan beku yang telah tersilifikasi yakni batuan beku yang telah mengalami peningkatan kandungan silika yaitu Silikon Oksida (SiO_2). Kaitannya dengan penelitian ini, pada sampel batuan tersebut tampak menyerupai sifat batuan beku yakni, bersifat struktur padat dan agak keras, dan tampak adanya karakteristik warna yang mendominasi yaitu warna putih bening pada matriks sampel batuan tersebut yang mengindikasikan kandungan Silikon Oksida (SiO_2).

Gambar sampel batuan pada Lokasi 15 ditunjukkan pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Batuan Beku pada Lokasi Sampel 15

5.1.10 Tanah

Sifat fisik tanah merupakan faktor yang turut menentukan dalam suatu kejadian longsor. Sifat fisik tanah ditentukan melalui pengambilan sampel tanah pada setiap titik longsor. Analisis sifat fisik tanah dilakukan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo. Hasil analisis tanah ditunjukkan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Analisis Sifat Fisik Tanah

No	Deskripsi	Kedalaman (m)	Tekstur	Berat Jenis	Kadar Air (%)	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastis (%)	Sifat
1.	Sampel 1 Desa Alo	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,18	31,00	32,00	20,98	11,02	Plastisitas Sedang
2.	Sampel 2 Desa Buhu	0 – 0,5	Lempung	2,40	14,58	34,20	13,08	21,12	Plastisitas Tinggi
3.	Sampel 3 Desa Labanu	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,27	39,45	36,20	26,52	9,68	Plastisitas Sedang
4.	Sampel 4 Desa Toyidito	0 – 0,5	Lempung	2,80	15,16	36,00	13,47	22,53	Plastisitas Tinggi
5.	Sampel 5 Desa Isimu Utara	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,63	28,69	26,00	14,33	11,67	Plastisitas Sedang
6.	Sampel 6 Desa Lalunga	0 – 0,5	Lanau Berlempung	2,48	24,93	26,00	20,94	5,06	Plastisitas Rendah
7.	Sampel 7 Desa Lalunga	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,40	56,54	26,00	18,51	7,49	Plastisitas Sedang
8.	Sampel 8 Desa Isimu Utara	0 – 0,5	Lempung Berlanau	-	-	-	-	-	-
9.	Sampel 9 Desa Isimu Utara	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,11	15,57	23,30	14,16	9,04	Plastisitas Sedang
10.	Sampel 10 Desa Isimu Utara	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,31	17,57	24,00	14,33	9,67	Plastisitas Sedang
11.	Sampel 11 Desa Isimu Utara	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,18	19,20	22,00	12,03	9,25	Plastisitas Sedang
12.	Sampel 12 Desa Iloponu	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,31	35,96	26,00	12,55	13,45	Plastisitas Sedang
13.	Sampel 13 Desa Iloponu	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,08	14,23	36,20	13,57	22,63	Plastisitas Tinggi
14.	Sampel 14 Desa Molamahu	0 – 0,5	Lempung Berlanau	1,93	33,97	30,00	18,62	11,39	Plastisitas Sedang
15.	Sampel 15 Desa Toyidito	0 – 0,5	Lempung Berlanau	2,80	32,77	24,90	11,76	13,14	Plastisitas Sedang

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium, 2013

Data hasil analisis sifat fisik tanah pada Tabel 5.8 menunjukkan bahwa tekstur tanah pada setiap titik sampel kejadian longsoran adalah Lempung berlanau dan Lempung. Bentuk butir-butir lempung biasanya seperti mika dan jika mengandung cukup air akan menjadi sangat liat. Tanah lempung akan mengembang dan menjadi lekat jika air yang dikandungnya cukup banyak. Daya absorpsi tanah lempung terhadap air sangat besar. Hal ini dapat menyebabkan kenaikan tekanan air pori di sepanjang bidang longsor potensial, mereduksi tegangan efektif dan juga mengurangi kuat gesernya. Tanah dengan tekstur debu memiliki sifat kohesi dan daya absorpsi yang lebih rendah dibanding dengan tanah lempung. Sifat kohesi debu yang rendah menyebabkan tanah dengan tekstur debu mudah tererosi dibanding dengan tanah lempung.

Sifat plastisitas tanah di lokasi longsoran bervariasi. Plastisitas rendah terdapat pada tanah di lokasi Sampel 6 di Desa Lalunga. Tanah dengan plastisitas tinggi ada pada lokasi Sampel 2 dan 4. Tanah dengan plastisitas tinggi selalu menandakan karakteristik tanah yang kurang baik, karena sering mengakibatkan keruntuhan lereng.

5.1.11 Topografi

Data kondisi topografi di setiap titik sampel kejadian longsoran diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Hasil pengamatan topografi daerah longsoran ditunjukkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil Pengamatan Topografi di Lokasi Kejadian Longsoran

Lokasi Sampel	Kelas Kemiringan Lereng	Bentuk Lereng	Bagian Lereng yang Longsor
1	Sangat Curam	Cembung	Lereng Tengah
2	Sangat Curam	Cembung	Lereng Tengah
3	Curam	Cenderung Lurus	Lereng atas
4	Curam	Cembung	Lereng atas
5	Sangat Curam	Cembung	Lereng Bawah
6	Sangat Curam	Cembung	Lereng Bawah
7	Curam	Cembung	Lereng Atas
8	Sangat Curam	Lurus	Tengah
9	Sangat Curam	Lurus	Lereng Atas
10	Curam	Cembung	Lereng Tengah
11	Curam	Cembung	Lereng Tengah
12	Curam	Cenderung Lurus	Lereng Atas

Lokasi Sampel	Kelas Kemiringan Lereng	Bentuk Lereng	Bagian Lereng yang Longsor
13	Curam	Cembung	Lereng tengah
14	Sangat Curam	Cenderung Lurus	Atas
15	Curam	Cembung	Tengah

Sumber: Hasil Pengamatan, 2013

Data pada Tabel 5.9 menunjukkan bahwa kejadian longsor di DAS Alo terjadi pada lereng-lereng curam dan sangat curam dengan bentuk lereng cembung dan cenderung lurus. Longsor dan gerakan massa terjadi pada lereng atas, lereng tengah dan lereng bawah. Longsor pada lereng bagian tengah dan bawah terjadi pada lereng yang berbentuk cembung, sedangkan lereng yang bentuknya cenderung lurus, longsor terjadi pada lereng bagian atas.

5.2 Deskripsi Longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo

Deskripsi longsor yang terjadi dalam penelitian ini diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran langsung pada kejadian longsor aktual yang terjadi selama waktu penelitian. Pengamatan dilakukan terhadap tipe longsor, jenis batuan, tanah dan kondisi hidrologi di lokasi penelitian. Pengukuran morfometri longsor berupa parameter indeks penipisan, indeks klasifikasi, indeks pelebaran, indeks perpindahan dan indeks aliran.

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran morfometri longsor sebanyak 15 (lima belas) sampel. Hasil pengukuran morfometri longsor dan karakteristik morfologi longsor ditunjukkan pada Tabel 5.10. Tipologi longsor yang terjadi di setiap titik kejadian longsor diidentifikasi melalui pengukuran langsung di lapangan. Melalui pengukuran morfometri longsor pada setiap satuan medan dapat diketahui tipologi longsor secara keruangan. Identifikasi tipe longsor dapat diketahui dengan menggunakan parameter indeks klasifikasi yaitu $D/L \times 100\%$. Hasil pengukuran data di lapangan di plot dengan menggunakan diagram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Tabel 5.10 Analisis Morfometri Longsor di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo

No	Lokasi	Morfometri Longsor							Morfometri Longsor				
		D	L	Lm	Lr	Lc	Wc	Wx	Indeks Klasifikasi (D/L x 100%)	Indeks Penipisan Lm/Lc	Indeks Pelebaran Wx/Wc	Indeks Perpindahan Lr/Lc	Indeks Aliran (Wx/Wc-1)(Lm/Lc) x 100%
1	Desa Alo N: 00° 41,13' E: 122° 51,43'	1,33	6,4	1,9	4,5	0,9	7,2	8,4	20,78	2,11	0,33	5,00	35,19%
2	Desa Buhu N: 00° 43,363' E: 122° 50,835'	1,38	10	7,7	2,3	2,3	4,52	6,96	13,80	3,35	1,54	1,0	180,72%
3	Desa Labanu N: 00° 44,79' E: 122° 51,026'	0,46	3,3	2,5	0,8	2,5	2,63	4,92	13,94	1,0	1,87	0,32	87,07%
4	Desa Toyidito N: 00° 41,74' E: 122° 49,68'	1,78	42,3	35,3	7,0	23,0	37,86	43	4,21	1,53	1,14	0,30	20,84%
5	Desa Molalahu N: 00° 40,062' E: 122° 49,637'	0,47	12,3	10,16	2,1	14,8	3,35	5,76	3,83	0,69	1,72	0,14	49,39%
6	Desa Molalahu N: 00° 40,439' E: 122° 49,308'	0,68	5,24	3,6	1,64	3,0	5,6	6,2	12,98	1,20	1,11	0,55	12,86%
7	Desa Lalunga N: 00° 39,663' E: 122° 52,586'	3,2	10,85	6,86	3,99	7,42	9,5	16,8	29,49	0,92	1,77	0,54	71,04%
8	Desa Isimu Utara N: 00° 40' 3,3" E: 122° 52' 40,4"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rock/jatuhan
9	Desa Isimu Utara N: 0° 41' 25,169' E: 122° 53' 33,404"	8	43	36	7	20	36,7	48,6	18,6	1,8	1,32	0,35	58,37%
10	Desa Isimu Utara N: 0° 41' 21,4" E: 122° 53' 42,1"	2,5	29,50	21,2	8,3	22,5	12,44	19,34	8,47	0,94	1,55	0,37	52,26%

No	Lokasi	Morfometri Longsoran							Morfometri Longsoran				
		D	L	Lm	Lr	Lc	Wc	Wx	Indeks Klasifikasi (D/L x 100%)	Indeks Penipisan Lm/Lc	Indeks Pelebaran Wx/Wc	Indeks Perpindahan Lr/Lc	Indeks Aliran (Wx/Wc-1)(Lm/Lc) x 100%
11	Desa Isimu Utara N: 0°41'17,949" E: 122°53' 40,624"	4,0	8,0	6,0	2,0	2,0	6,0	7,0	50,00	3,0	1,17	1,0	50%
12	Desa Iloponu N: 0° 42,189' E: 122° 51,213'	0,8	4,6	3,2	1,4	3,3	2,5	3,3	17,39	0,97	1,32	0,42	31,03%
13	Desa Iloponu N: 0° 42,069' E: 122° 51,090"	1,2	5,4	8,2	2,8	4,3	3,1	3,7	22,22	1,91	1,19	0,65	36,91%
14	Desa Molamahu N: 0°40,850' E: 122°47,681'	1,3	6,0	3,7	1,8	4,2	4,6	3,3	21,67	0,88	1,15	0,55	13,41%
15	Desa Toyidito N: 0° 41,695' E: 122°49,644'	2,17	14,8	9,8	3,3	11,5	21,0	8,5	14,66	0,85	1,11	0,29	9,33

Sumber: Hasil Pengukuran, 2013

Deskripsi tipe longsor pada tiap-tiap titik pengamatan kejadian longsor adalah sebagai berikut:

1. Lokasi Sampel 1 (Desa Alo Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi longsor pada lokasi Sampel 1 adalah 20,78%. Tipe longsor lahan adalah longsor tanah secara rotasi (*rotational slide*). Indeks penipisan yang terjadi pada lokasi 1 sebesar 2,11. Indeks pelebaran 0,33, indeks perpindahan 5,0 dan indeks aliran adalah 35,19%. Hal analisis ini menunjukkan bahwa material longsor tidak menyebar secara melebar di bawah lereng. Kenampakan longsor di lokasi Sampel 1 ditunjukkan pada Gambar 5.17



Gambar 5.17 Kenampakan Longsor di Desa Botumoputi Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo

Secara geologis, jenis batuan pada lokasi ini adalah batu gamping coral, yang memiliki kandungan CaCO_3 yang tinggi sehingga mudah larut. Jenis batuan ini mudah lapuk dan tererosi. Hal ini didukung oleh tekstur tanah di lokasi ini adalah lempung berlanau dengan kadar air 31% dan tingkat plastisitas sedang. Tanah dengan tekstur lempung berlanau memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi. Hal ini dapat mengakibatkan beban terhadap tanah menjadi meningkat, sehingga mudah terjadi longsor.

2. Lokasi Sampel 2 (Desa Buhu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi longsor pada lokasi Sampel 2 adalah 13,80. Tipe longsor pada lokasi ini adalah *planar slide*. Indeks penipisan pada lokasi 2 adalah 3,35, indeks pelebaran 1,54, indeks perpindahan 1,0 dan indeks aliran 180,72%. Kenampakan longsor di lokasi Sampel 2 di Desa Buhu ditunjukkan pada Gambar 5.18



Gambar 5.18 Kenampakan Longsor di Desa Buhu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo

Jenis batuan pada lokasi longsor ini adalah batuan beku yang telah mengalami proses peningkatan kandungan silika sehingga memiliki kandungan mineral silikat yang tinggi. Batuan seperti ini telah terdekomposisi dengan mineral lain sehingga menyebabkan batuan jenis ini mudah pecah dan lapuk. Tekstur tanah pada lokasi longsor ini adalah lempung dengan kadar air 14,58% dan tingkat plastisitas tinggi. Kondisi penggunaan lahan pada lokasi ini adalah hutan sekunder campuran semak belukar. Beban pepohonan di permukaan lereng yang curam akan sangat berpotensi untuk longsor.

3. Lokasi Sampel 3 (Desa Labanu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi longsor pada lokasi Sampel 3 adalah 13,94%. Tipe longsor pada lokasi ini adalah *planar slide*. Indeks penipisan longsor pada lokasi ini adalah 1,0, indeks pelebaran 1,87, indeks perpindahan 0,32 dan indeks aliran 87%. Kenampakan longsor di lokasi Sampel 2 di Desa Buhu ditunjukkan pada Gambar 5.19



Gambar 5.19 Kondisi Longsoran di Desa Labanu
Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo

4. Lokasi Sampel 4 (Desa Toyidito Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo)
Indeks klasifikasi longsoran pada lokasi Sampel 4 adalah 4,21%. Tipe longsoran pada lokasi ini adalah *slide flow*. Indeks penipisan 1,53, indeks pelebaran 1,14, indeks perpindahan 0,30 dan indeks aliran 20,84%. Kenampakan longsoran di lokasi Sampel 2 di Desa Buhu ditunjukkan pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Kondisi Longsoran di Desa Toyidito
Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo

5. Lokasi Sampel 5 (Desa Molalahu Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo)
Indeks Klasifikasi longsor yang terjadi di Desa Molalahu adalah 3,83%. Tipe longsor yang terjadi adalah *slide flow*. Indeks penipisan 0,69, indeks pelebaran 1,72, indeks perindahan 0,14 dan indeks aliran 49,39%. Gambar kondisi longsor di lokasi ini ditunjukkan pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21 Kondisi Longsor di Desa Molalahu
Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo

6. Lokasi Sampel 6 (Desa Molalahu Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo)
Indeks klasifikasi longsor pada lokasi Sampel 6 adalah 12,98%. Jenis longsor pada lokasi ini adalah *Rotational Slide*. Indeks penipisan 1,20, indeks pelebaran 1,11, indeks perpindahan 0,55 dan indeks aliran 12,86%. Gambar kondisi longsor pada lokasi ini ditunjukkan pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22 Kondisi Longsor pada Desa Molalahu
Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo

7. Lokasi Sampel 7 (Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi longsor yang terjadi di lokasi Sampel 7 (Desa Isimu Utara) adalah 29,49%. Jenis longsor yang terjadi adalah *Rotational Slide*. Longsor yang terjadi pada lokasi ini dipicu oleh aktivitas manusia. Gambar kondisi longsor yang terjadi ditunjukkan pada Gambar 5.23.



Gambar 5.23 Kondisi Longsor pada Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo (Sampel 7)

8. Lokasi Sampel 8 (Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Tipe perpindahan massa pada lokasi sampel ini adalah potensial *Rock Block Slide*. Gambar kondisi perpindahan massa pada lokasi ini ditunjukkan pada Gambar 5.24.



Gambar 5.24 *Rock Blok Slide* di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo

9. Lokasi Sampel 9 (Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Longsoran pada Sampel 9 adalah longsoran lama yang pernah terjadi. Indeks klasifikasi longsor pada lokasi ini adalah 40%. Jenis longsoran adalah *rotational slide*. Kondisi longsoran pada lokasi Sampel 9 ditunjukkan pada Gambar 5.25.



Gambar 5.25 Kondisi Longsoran di Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo

10. Lokasi Sampel 10 (Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Longsoran pada Sampel 10 adalah longsoran yang terjadi 6 (enam) bulan yang lalu. Indeks klasifikasi longsor pada lokasi ini adalah 8,47%.

Klasifikasi longsor ini adalah *planar slide*. Longsor pada lokasi ini adalah longsor lama yang pernah terjadi, sehingga telah ditumbuhi tanaman. Kondisi longsor pada lokasi Sampel 10 ditunjukkan pada Gambar 5.26.



Gambar 5.26 Longsor *Planar Slide* di Desa Isimu Utara

11. Lokasi Sampel 11 (Desa Isimu Utara Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi pada longsor di lokasi Sampel 11 adalah 50%. Ini menunjukkan bahwa tipe longsor di lokasi ini adalah *rotational slide*. Longsor pada lokasi adalah longsor lama yang pernah terjadi, sehingga material longsor sudah ditumbuhi oleh vegetasi alami. Kondisi longsor di lokasi Sampel 11 ditunjukkan pada Gambar 5.27.



Gambar 5.27 Kondisi Bekas Longsor di Desa Isimu Utara

12. Lokasi Sampel 12 (Desa Iloponu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi longsor pada lokasi Sampel 12 adalah 17,39%. Angka ini menunjukkan bahwa longsor yang terjadi di Lokasi 12 diklasifikasikan sebagai *rotational slide*. Gambar kondisi longsor di lokasi Sampel 12 ditunjukkan pada Gambar 5.28.



Gambar 5.28 Kondisi Longsor di Desa Iloponu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo

13. Lokasi Sampel 13 (Desa Iloponu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi longsor di lokasi Sampel 13 adalah 22,22%. Angka ini menunjukkan klasifikasi longsor di lokasi ini adalah *rotational slide*. Material longsor adalah batuan dan tanah. Kondisi longsor di lokasi ini ditunjukkan pada Gambar 5.29.



Gambar 5.29 Kondisi Longsor di Desa Iloponu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo

Indeks pelebaran longsoran adalah 1,19%. Ini menunjukkan bahwa material longsoran tidak menyebar melebar ke bagian permukaan lereng. Indeks penipisan adalah 1,91 dan indeks aliran adalah 36,91%.

14. Lokasi Sampel 14 (Desa Molamahu Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi longsoran di lokasi Sampel 14 adalah 21,67%. Angka ini menunjukkan klasifikasi longsoran di lokasi ini adalah *rotational slide*. Material longsoran didominasi oleh tanah. Kondisi longsoran di lokasi ini ditunjukkan pada Gambar 5.30.



Gambar 5.30 Kondisi Longsoran di Desa Molamahu Kecamatan Pulubala Kabupate Gorontalo

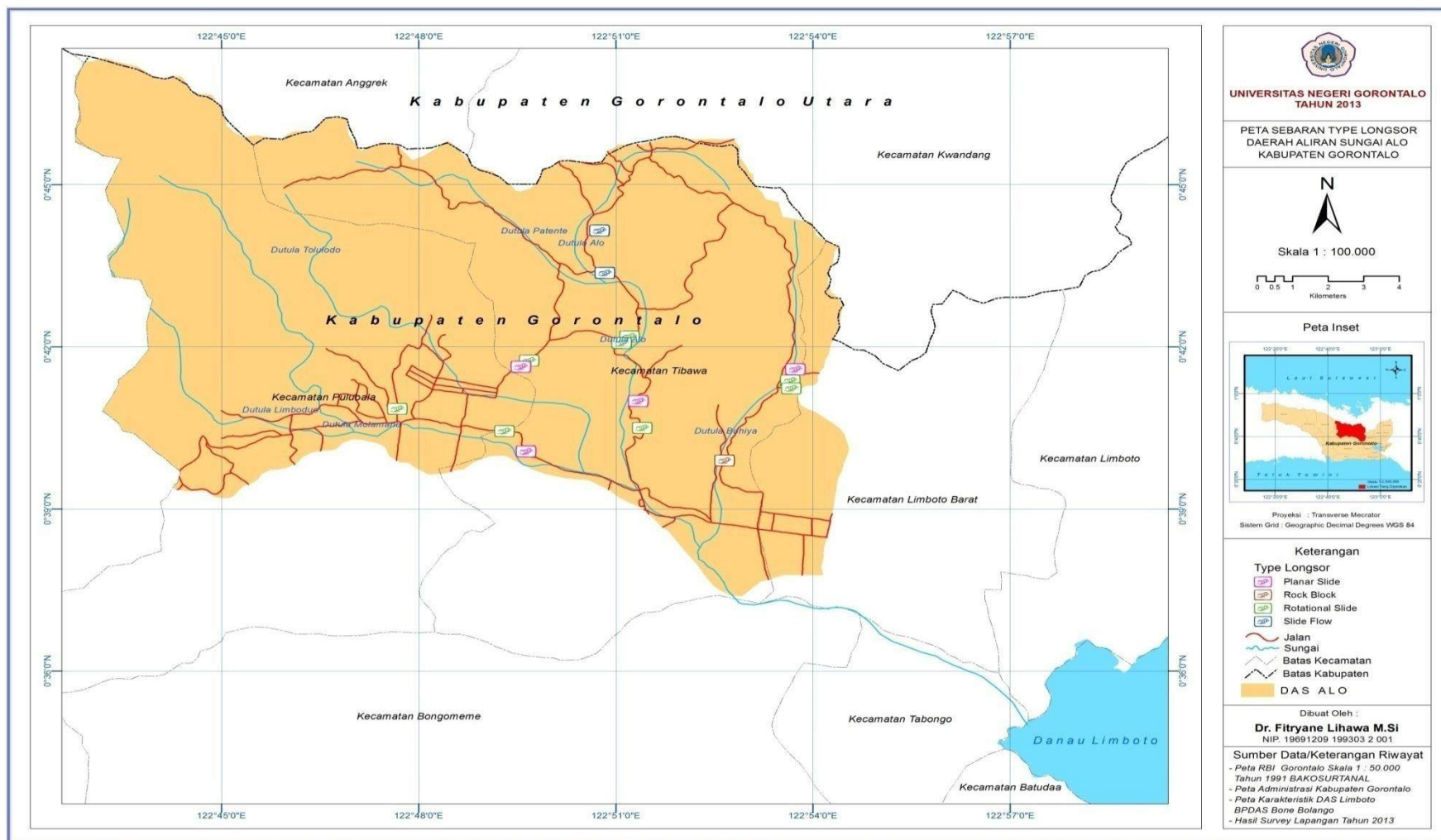
15. Lokasi Sampel 15 (Desa Toyidito Kecamatan Pulubala Kabupaten Gorontalo)

Indeks klasifikasi longsoran di lokasi Sampel 13 adalah 14,66%. Angka ini menunjukkan klasifikasi longsoran di lokasi ini adalah *planar slide*. Material longsoran adalah lapukan batuan dan tanah. Kondisi longsoran di lokasi ini ditunjukkan pada Gambar 5.31.



Gambar 5.31 Kondisi Longsoran di Desa Toyidito Kecamatan Pulubala
Kabupaten Gorontalo

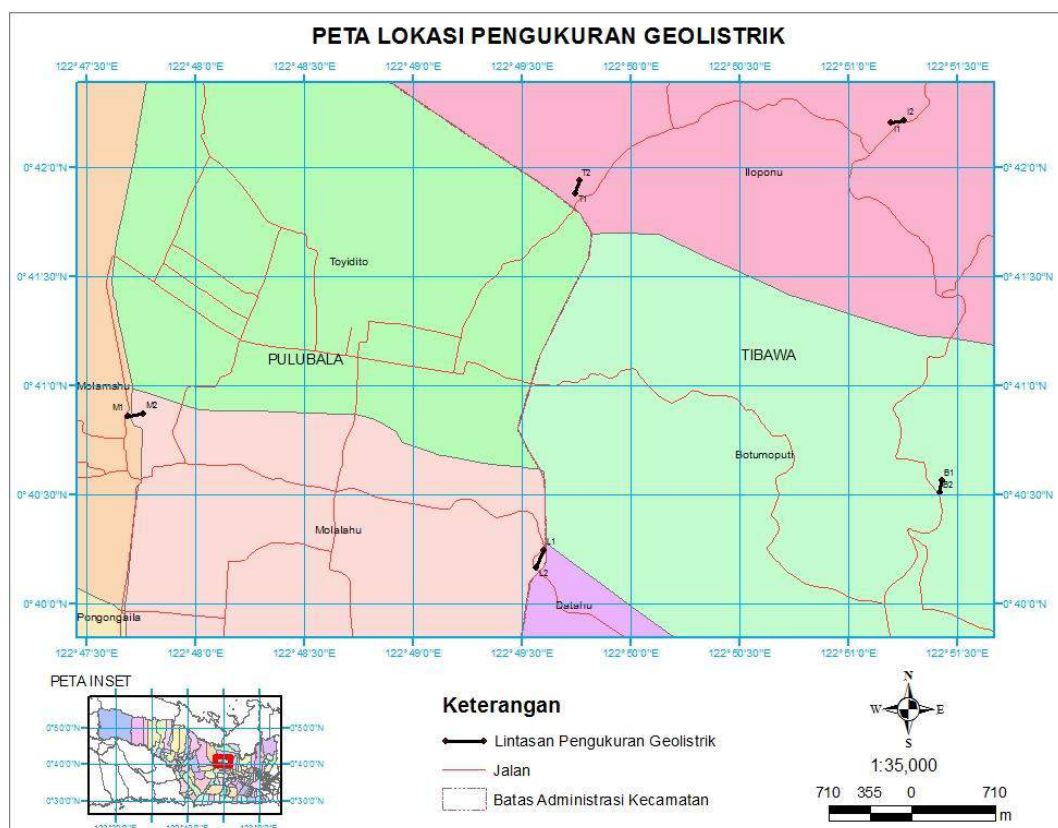
Peta sebaran longsoran di Daerah Aliran Sungai (DAS) Alo Provinsi Gorontalo
ditunjukkan pada Gambar 5.32



Gambar 5.32 Peta Tipe dan Sebaran Longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo

5.4 Hasil Kajian Bidang Longsor di DAS Alo Provinsi Gorontalo

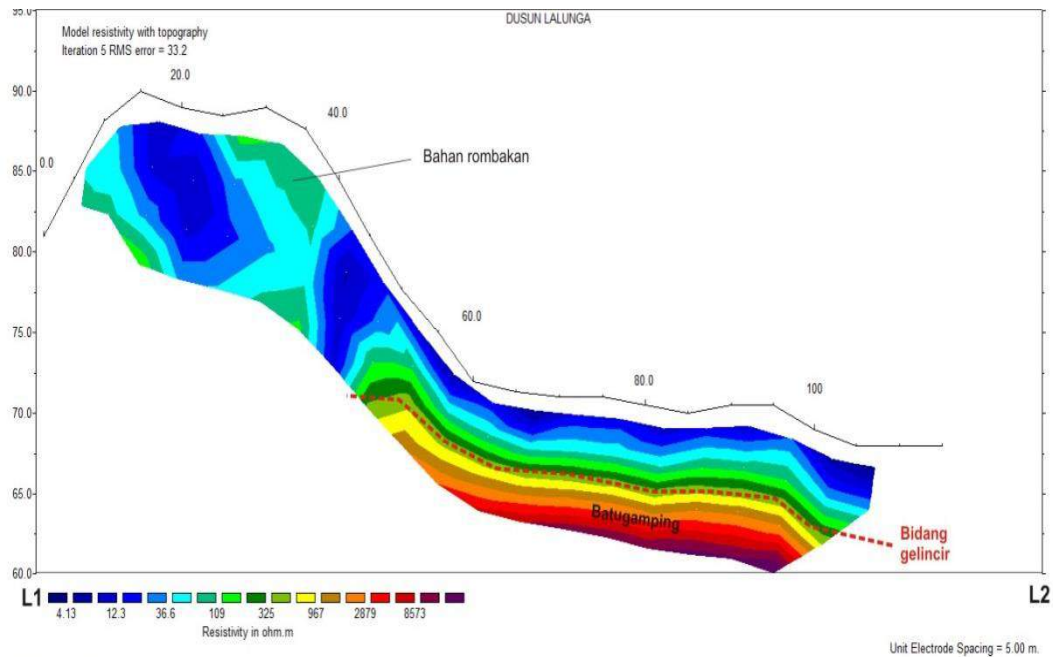
Untuk melakukan pendugaan terhadap bidang batas atau bidang gelincir berdasarkan tipe longsor di bawah permukaan, pengukuran geolistrik menggunakan teknik *resistivity imaging* di area studi dilakukan sebanyak 5 (lima) lintasan pengukuran, yaitu L1-L2, M1-M2, I1-I2, T1-T2, dan B1-B2 (Gambar 5.33). Pengukuran dilakukan menggunakan konfigurasi elektroda Wenner-Alpha dengan panjang bentangan antara 115 m hingga 150 m untuk target kedalaman sekitar 20 m hingga 30 m.



Gambar 5.33 Lokasi pengukuran geolistrik

1. Lintasan L1-L2 (Dusun Lalunga Desa Datahu)

Pengukuran geolistrik pada lintasan L1-L2 berada di Dusun Lalunga Desa Datahu dengan panjang bentangan 110 meter dan arah lintasan Utara-Selatan. Hasil inversi 2D *resistivity imaging* pada lintasan L1-L2 ditunjukkan pada Gambar 5.34.

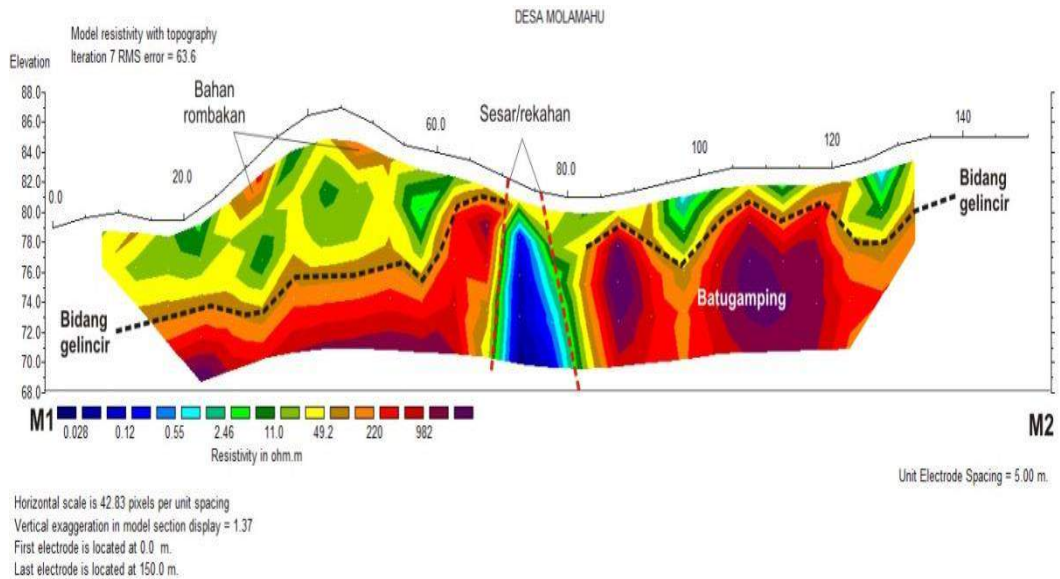


Gambar 5.34 Penampang 2D *resistivity imaging* pada lintasan L1-L2

Dari penampang Gambar 5.34 di atas terlihat bahwa lapisan atas dengan ketebalan sekitar 5 meter yang memiliki resistivitas lebih rendah yakni antara 4 Ωm hingga 967 Ωm (warna biru hingga hijau), berturut-turut, diestimasi sebagai lapisan top soil dan batugamping lapuk. Sedangkan lapisan di bawahnya yang memiliki resistivitas tinggi yakni lebih dari 2.000 Ωm (warna merah hingga ungu), diestimasi sebagai lapisan batugamping masif. Sedangkan bidang batas terletak pada bidang kontras resistivitas antara resistivitas tinggi dan rendah yakni pada kedalaman sekitar 5 meter yang diduga sebagai bidang gelincir dengan kemiringan sekitar 12° kearah selatan (L2).

2. Lintasan M1-M2 (Desa Molamahu)

Pengukuran geolistrik pada lintasan M1-M2 berada di Desa Molamahu dengan panjang bentangan 150 meter dan arah lintasan Barat-Timur. Hasil inversi 2D *resistivity imaging* pada lintasan M1-M2 ditunjukkan pada Gambar 5.35.

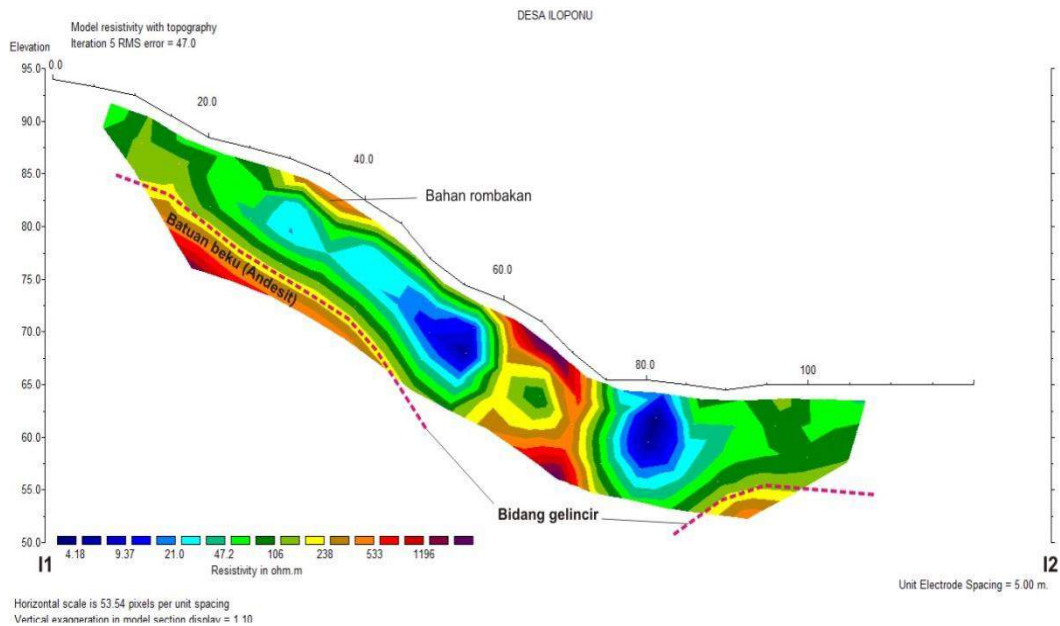


Gambar 5.35 Penampang 2D *resistivity imaging* pada lintasan M1-M2

Dari penampang Gambar 5.35 di atas terlihat bahwa lapisan atas dengan ketebalan antara 1 meter hingga 7 meter yang memiliki resistivitas lebih rendah yakni kurang dari $49 \Omega\text{m}$ (warna hijau hingga kuning), diestimasi sebagai lapisan top soil, tuff, dan batugamping lapuk. Sedangkan lapisan di bawahnya yang memiliki resistivitas tinggi yakni lebih dari $200 \Omega\text{m}$ (warna merah hingga ungu), diestimasi sebagai lapisan batugamping masif. Sedangkan bidang batas terletak pada bidang kontras resistivitas antara resistivitas tinggi dan rendah yakni pada kedalaman sekitar 1 hingga 7 meter yang diduga sebagai bidang gelincir dengan kemiringan sekitar 8° kearah barat (M1).

3. Lintasan I1-I2 (Desa Iloponu)

Pengukuran geolistrik pada lintasan I1-I2 berada di Desa Iloponu dengan panjang bentangan 120 meter dan arah lintasan Barat-Timur. Hasil inversi 2D *resistivity imaging* pada lintasan I1-I2 ditunjukkan pada Gambar 5.36.

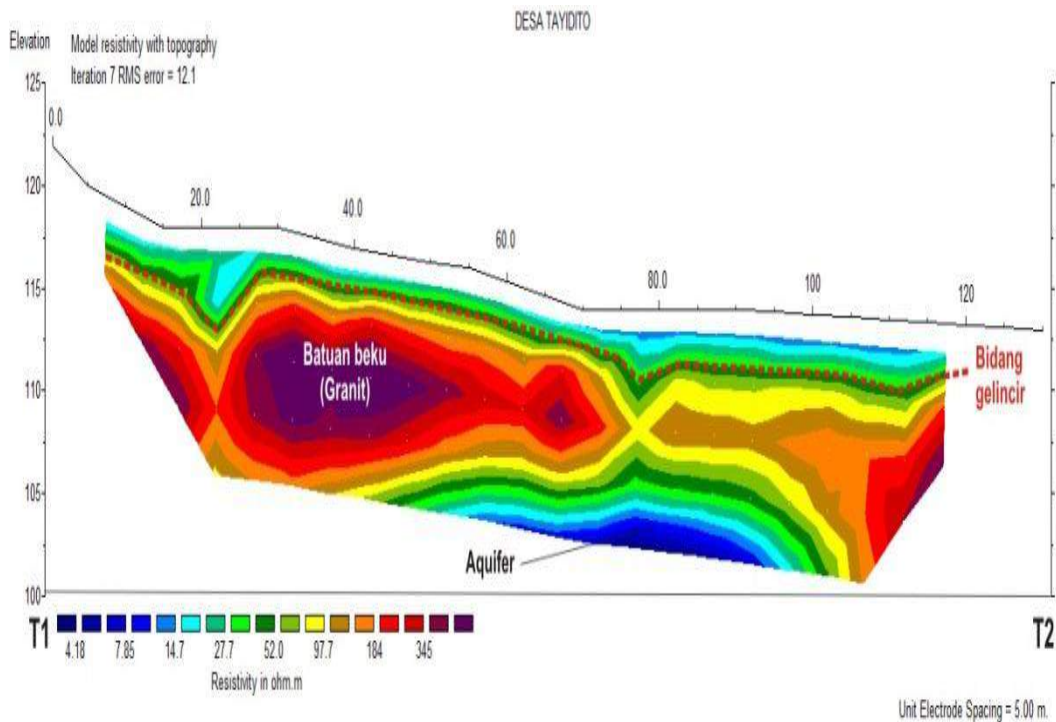


Gambar 5.36 Penampang 2D *resistivity imaging* pada lintasan I1-I2

Dari penampang Gambar 5.36 di atas terlihat bahwa lapisan atas dengan ketebalan antara 5 meter hingga 10 meter yang memiliki resistivitas lebih rendah yakni antara $4 \Omega\text{m}$ hingga $132 \Omega\text{m}$ (warna biru hingga hijau), diestimasi sebagai lapisan top soil dan batuan andesit lapuk (bahan rombakan). Sedangkan lapisan di bawahnya yang memiliki resistivitas tinggi yakni lebih dari $238 \Omega\text{m}$ (warna coklat hingga ungu), diestimasi sebagai lapisan batuan andesit kompak. Sedangkan bidang batas terletak pada bidang kontras resistivitas antara resistivitas tinggi dan rendah yakni pada kedalaman antara 5 meter hingga 10 meter yang diduga sebagai bidang gelincir dengan kemiringan sekitar 30° kearah timur (I2).

4. Lintasan T1-T2 (Desa Tayidito)

Pengukuran geolistrik pada lintasan T1-T2 berada di Desa Tayidito dengan panjang bentangan 130 meter dan arah lintasan Selatan-Utara. Hasil inversi 2D *resistivity imaging* pada lintasan T1-T2 ditunjukkan pada Gambar 5.37

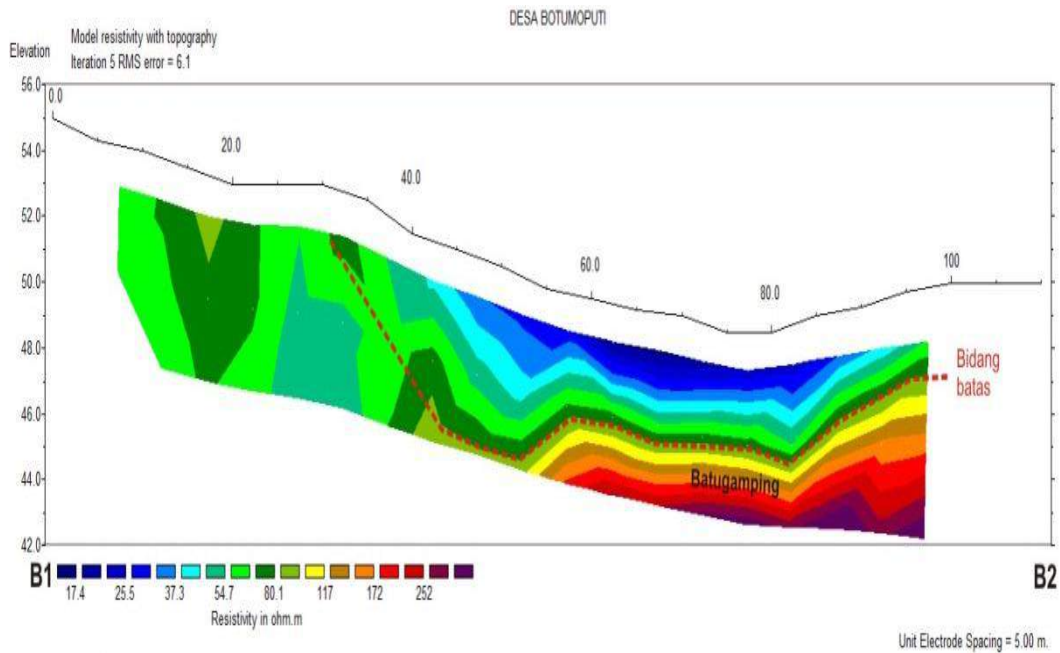


Gambar 5.37 Penampang 2D resistivity imaging pada lintasan T1-T2

Dari penampang Gambar 5.37 di atas terlihat bahwa lapisan atas dengan ketebalan antara 1 meter hingga 3 meter yang memiliki resistivitas lebih rendah yakni antara 4 Ωm hingga 52 Ωm (warna biru hingga hijau), diestimasi sebagai lapisan top soil dan batuan granit lapuk. Sedangkan lapisan di bawahnya yang memiliki resistivitas tinggi yakni lebih dari 97 Ωm (warna kuning hingga ungu), diestimasi sebagai lapisan batuan granit masif. Sedangkan bidang batas terletak pada bidang kontras resistivitas antara resistivitas tinggi dan rendah yakni pada kedalaman sekitar 1 hingga 3 meter yang diduga sebagai bidang gelincir dengan kemiringan sekitar 5° kearah utara (T2). Zona resistivitas rendah di bawah batuan keras (granit) diestimasi sebagai lapisan aquifer pada kedalaman di atas 10 meter, ini diverifikasi dengan sumur domestik di dekat lintasan pengukuran tersebut.

5. Lintasan B1-B2 (Desa Botumoputi)

Pengukuran geolistrik pada lintasan B1-B2 berada di Desa Botumoputi dengan panjang bentangan 110 meter dan arah lintasan Utara-Selatan. Hasil inversi 2D resistivity imaging pada lintasan B1-B2 ditunjukkan pada Gambar 5.38.



Gambar 5.38. Penampang 2D *resistivity imaging* pada lintasan B1-B2

Dari penampang Gambar 5.38 di atas terlihat bahwa lapisan atas dengan ketebalan antara 1 meter hingga 10 meter yang memiliki resistivitas lebih rendah yakni antara 17 Ωm hingga 54 Ωm (warna biru hingga hijau), diestimasi sebagai lapisan top soil dan batugamping lapuk. Sedangkan lapisan di bawahnya yang memiliki resistivitas tinggi yakni lebih dari 80 Ωm (warna hijau hingga ungu), diestimasi sebagai lapisan batuan granit masif. Sedangkan bidang batas terletak pada bidang kontras resistivitas antara resistivitas tinggi dan rendah yakni pada kedalaman sekitar 1 hingga 10 meter yang diduga sebagai bidang longsor.

5.5 Klasifikasi Satuan Medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo

Mempelajari keadaan geomorfologi DAS Alo berdasarkan peta Land System Tahun 1988 dan Peta Geomorfologi DAS Limboto Skala 1:50.00 Tahun 2005 terlihat bahwa dari bentuk lahan yang membentang dari Zona Barat hingga ke Zona Timur adalah merupakan punggung-punggungan granit yang terjal. Di Zona Utara terdiri dari deretan bukit yang sangat curam di atas batuan beku asam. Atribut medan yang dipilih dalam pengelompokkan satuan medan ini adalah tanah, lereng dan penggunaan lahan. Atribut lainnya yang juga ikut dianalisis

untuk mengkaji bahaya longsor adalah curah hujan, batuan dan kondisi hidrologis.

Hasil overlay peta lereng, peta penggunaan lahan dan peta tanah diperoleh klasifikasi medan seperti ditunjukkan pada Lampiran 5.

5.6 Sebaran Longsor Berdasarkan Satuan Medan

Sebaran longsor berdasarkan karakteristik satuan medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo diuraikan pada Tabel 5.11

Tabel 5.11 Sebaran Longsoran Berdasarkan Karakteristik Medan

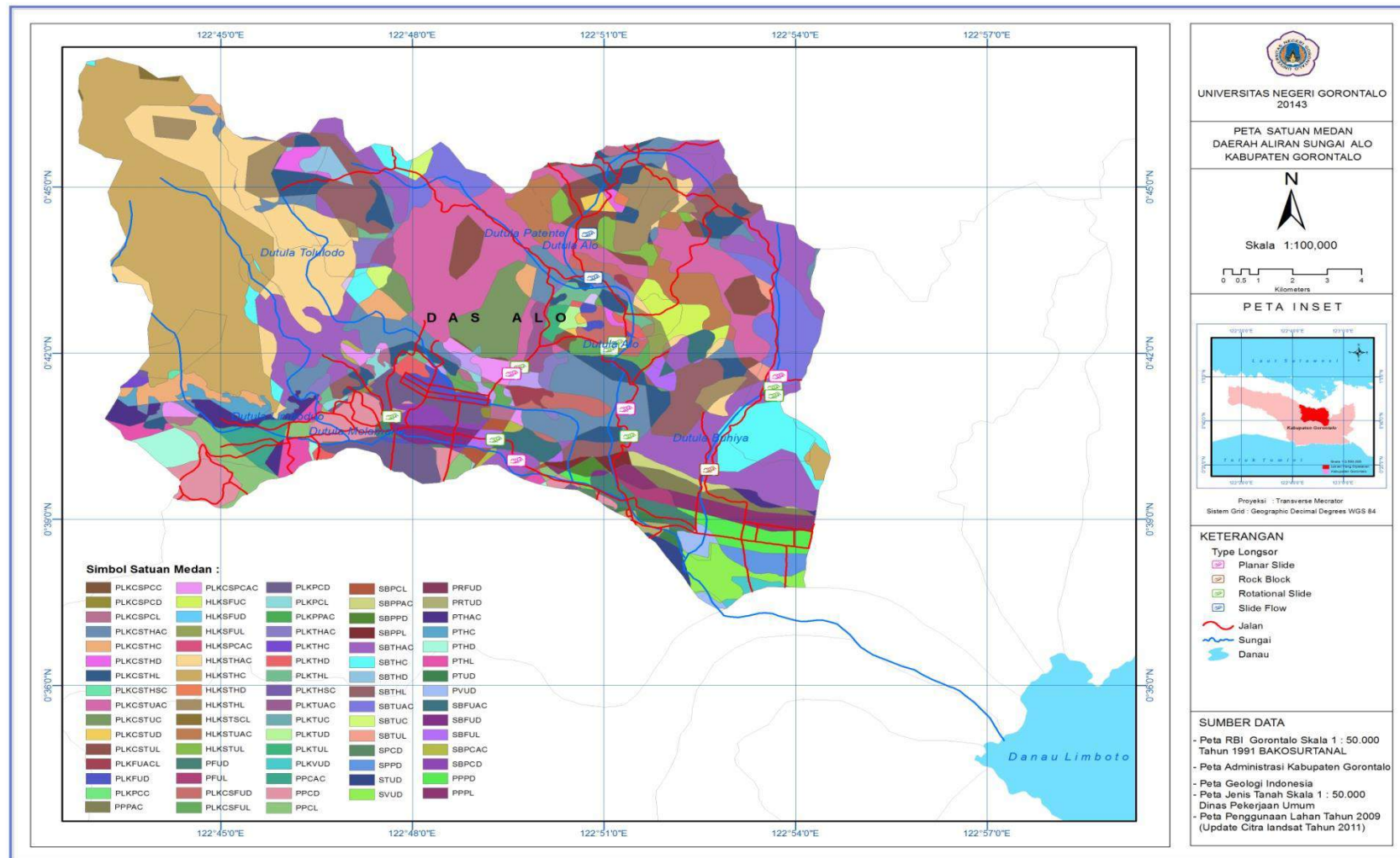
No	Titik Longsor	Tipe Longsor	Lereng	Kondisi Tanah	Batuan	Penggunaan Lahan	Keterangan
1	Desa Alo N: 00° 41,13' E: 122° 51,43'	<i>Rotational Slide</i>	- Sangat curam dan tetapi mengalami pemotongan lereng - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng tengah	Tekstur: lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air : 31%	Batuan sedimen organik: batu gamping koral Mudah larut sehingga mudah tererosi	Pertanian lahan kering campur semak	Pemotongan lereng untuk pelebaran jalan
2	Desa Buhu N: 00° 43,363' E: 122° 50,835'	<i>Planar Slide</i>	- Sangat curam dan tetapi mengalami pemotongan lereng - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng tengah	Tekstur : lempung Plastisitas Tinggi Kadar air : 14,58%	Batuan beku dengan karakteristik batuan yang berwarna hitam keabu-abuan, terdapat banyak bercak-bercak putih yang mengindikasikan kandungan mineral silikat (Sillisum oksida) yang tinggi . Dengan demikian, kandungan mineral primer batuan tersebut telah terdekomposisi dengan mineral lain sehingga menyebabkan jenis batuan ini mudah pecah dan lapuk dan menjadi material longsoran	Pertanian lahan kering campur semak	Pemotongan lereng untuk pelebaran jalan
3	Desa Labanu N: 00° 44,79'	<i>Planar Slide</i>	- Curam - Bentuk lereng	Tytichaplustalfs Lempung berlanau	Batuan beku basalt. sifat jenis batuan	Semak Belukar	Pemotongan lereng untuk

No	Titik Longsor	Tipe Longsor	Lereng	Kondisi Tanah	Batuan	Penggunaan Lahan	Keterangan
	E: 122 ⁰ 51,026'		- cenderung lurus Longsor terjadi pada lereng atas	Plastisitas Sedang Kadar air : 39,45%	beku merupakan jenis batuan yang tergorolong batuan yang keras dan tidak mudah lapuk, akan tetapi oleh karena adanya beberapa faktor tenaga eksogen yang bekerja pada permukaan bumi seperti tenaga air, angin, gaya gravitasi, dan sebagainya maka tidak menutup kemungkinan jenis batuan ini akan mengalami translokasi atau berpindah tempat, sehingga akan menyebabkan proses pecahnya batuan yang memicu terbentuknya retakan-retakan pada bidang batuan yang akan mempermudah proses pelapukan batuan.		pelebaran jalan
4	Desa Toyidito N: 00 ⁰ 41,74' E: 122 ⁰ 49,68'	Slide Flow	- Curam - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng atas	Tytichaplustalfs Lempung Plastisitas Tinggi Kadar air : 15,16%	Batuan beku, akan tetapi telah mengalami proses alterasi yaitu telah mengalami proses perubahan unsur	Pertanian lahan kering campur semak	Daerah galian C

No	Titik Longsor	Tipe Longsor	Lereng	Kondisi Tanah	Batuan	Penggunaan Lahan	Keterangan
5	Desa Molalahu N: 00 ⁰ 40,062' E: 122 ⁰ 49,637'	<i>Slide Flow</i>	- Sangat curam - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng bawah	Typic pustropepts Lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air: 28,69%	mineral yang lebih signifikan. Jadi disimpulkan jenis batuan ini adalah batuan beku alterasi Batuan vulkanik jenis batuan ini berupa bongkahan-bongkahan atau fragmen-fragmen batuan kecil yang mudah dan telah mengalami pelapukan.	Pertanian lahan kering campur semak	
6	Desa Molalahu N: 00 ⁰ 40,439' E: 122 ⁰ 49,308'	<i>Rotational Slide</i>	- Sangat curam - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng bawah	Fluvnticpustropepts Lanau Berlempung Plastisitas Rendah Kadar air: 24,93%	Batuan sedimen klastik (batu gamping). Tekstur batuan yang porous artinya memiliki tingkat pelarutan yang tinggi dan mudah lapuk	Semak belukar	
7	Desa Isimu Utara N: 00 ⁰ 39,663' E: 122 ⁰ 52,586'	<i>Rotational Slide</i>	- Curam - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng atas	Typic pustropepts Lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air: 56,54%	Batuan sedimen klastik (batu gamping). Tekstur batuan yang porous artinya memiliki tingkat pelarutan yang tinggi dan mudah lapuk	Pertanian lahan kering campur semak	
8	Desa Isimu Utara N: 00 ⁰ 40' 3,3" E: 122 ⁰ 52' 40,4"	<i>Rock Block</i>	- Sangat curam - Bentuk lereng lurus - Longsor terjadi pada lereng tengah	Typic ahplustalfs Lempung berlanau	Batuan sedimen organik: batu gamping koral Mudah larut sehingga	Semak belukar	

No	Titik Longsor	Tipe Longsor	Lereng	Kondisi Tanah	Batuan	Penggunaan Lahan	Keterangan
9	Desa Isimu Utara N: 0°41'25,169" E: 122°53'33,404"	<i>Rotational Slide</i>	- Sangat curam - Bentuk lereng lurus - Longsor terjadi pada lereng atas	Typic ahplustalfts Lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air: 15,57%	mudah tererosi Batuan vulkanik (Tufa kristalin)	Hutan lahan kering sekunder	
10	Desa Isimu Utara N: 0° 41' 21,4" E: 122°53' 42,1"	<i>Planar Slide</i>	- Curam - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng atas	Typic pustropepts Lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air: 17,57%	Batuan vulkanik (Tufa kristalin)	Hutan lahan kering sekunder	
11	Desa Isimu Utara N: 0°41'17,949" E: 122°53' 40,624"	<i>Rotational Slide</i>	- Curam - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng tengah	Typic ahplustalfts Lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air: 19,20%	Batuan vulkanik (Tufa kristalin)	Hutan lahan kering sekunder	
12	Desa Iloponu N: 0° 42,189' E: 122° 51,213'	<i>Rotational Slide</i>	- Curam - Bentuk lereng cenderung lurus - Longsor terjadi pada lereng atas	Fluvntic Pustropepts Lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air: 35,96%	Batuan Vulkanik (tuff)	Pertanian lahan kering campur semak	
13	Desa Iloponu N: 0° 42,069' E: 122° 51,090"	<i>Rotational Slide</i>	- Curam - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng tengah	Fluvntic Pustropepts Lempung berlanau Plastisitas Tinggi Kadar air: 14,23%	Batuan Vulkanik (tuff)	Pertanian lahan kering campur semak	
14	Desa Molamahu N: 0°40,850' E: 122°47,681'	<i>Rotational Slide</i>	- Sangat curam - Bentuk lereng cenderung lurus - Longsor terjadi pada	Paleustollichromusterts Lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air: 33,97%	Batuan Vulkanik (tufa gampingan)	Semak belukar	

No	Titik Longsor	Tipe Longsor	Lereng	Kondisi Tanah	Batuan	Penggunaan Lahan	Keterangan
			lereng atas				
15	Desa Toyidito N: 0° 41,695' E: 122° 49,644'	<i>Planar Slide</i>	- Curam - Bentuk lereng Cembung - Longsor terjadi pada lereng tengah	Paleustollichromusterts Lempung berlanau Plastisitas Sedang Kadar air:32,77%	Batuan beku	Pertanian lahan kering campur semak	



Gambar 5.39 Peta Sebaran Longsoran Berdasarkan Satuan Medan

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana tahapan berikutnya pada tahun ke-tiga adalah dari kegiatan penelitian ini adalah :

- Melanjutkan kajian kerentanan longsor di DAS ALO.
- Membuat Peta Kerentanan Longsor Skala 1:50
- Membuat Peta Skala Prioritas Penanganan Longsor di DAS Alo Skala 1:50.000

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis awal terhadap morfometri longsor dan analisis longsor dapat disimpulkan bahwa :

1. Tipe longsor yang terjadi di DAS Alo adalah *rotational slide*, *rock blok slide* dan *slide flow*.
2. Sebaran kejadian longsor terjadi pada lahan dengan lereng curam hingga sangat curam, tanah dengan tekstur lempung berlanau dan pada penggunaan lahan semak belukar.

7.2 Saran

Berdasarkan tipe dan pola sebaran longsor di DAS Alo, maka dapat dilakukan pengelolaan lahan berdasarkan tingkat kerawanan longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Anup, Gurung., Om Prakash Gurung., Rahul Karki., Sang Eun Oh. 2013. Improper agricultural practices lead to landslide and mass movement disasters: A case study based on upper Madi watershed, Nepal. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 25.1 (Jan 2013): 30-38.
- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Asdak, Chay. 2006. Hydrological Implication of Bamboo and Mixed Garden in The Upper Citarum Watersheed. *Indonesian Journal of Geography* Vol. 38, Number 1, June 2006
- Hardiyatmo, Hary Christadi. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Japan International Cooperation Agency The Government of Indonesia. 2002. *The Study on Flood Control and Water Management in Limboto-Bolango-Bone Basin in The Republic of Indonesia*. Nikken Consultants, Inc and Nippon Koei CO., LTD.
- Lihawa, Fitryane., & Sutikno, 2009. The Effect of Watershed Environmental Conditions and Landuse od Sediment Yield ini Alo-Pohu Waterhed. *International Journal of Geography, IJG*. Vol. 41, No. 2, December 2009 (103-122). Faculty of Geography Gadjah Mada Univ. & The Indonesian Geographers Association.
- Lihawa, Fitryane. 2010. *Pemetaan Tingkat Erosi Permukaan di DAS Alo-Pohu Provinsi Gorontalo*. Lembaga Penelitian UNG.
- Patuti, Indiriati. M., dkk. 2011. Analisis Kapasitas Dukung dan Penurunan Jembatan Akibat Pengurangan Panjang Fondasi Sumuran (Tinjauan Kasus Jembatan Aloronga - Kabupaten Nagekeo, NTT) Makalah disampaikan pada *Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV HATTI. Development of Geotechnical Engineering in Civil Works and Geo-Environment*, Yogyakarta, 10-11 Februari 2011
- Ritter, Dale.F., R.Craig Kochel., Jerry R. Miller.1995. *Process Geomorphology*. Wm.C. Brown Publisher.
- RodrÃ-guez, LÃ3pez., Sara R., Blanco-Libreros., Juan F. 2013. Illicit Crops in Tropical America: Deforestation, Landslides, and the Terrestrial Carbon Stocks. *Report Information from ProQuest*.
- Suratman, Worosuprojo. 2002. Studi Erosi Parit dan Longsoran Dengan Pendekatan Geomorfologis di Daerah Aliran Sungai Oyo Provinsi

Daerah Istimewa Yogyakarta. *Disertasi*. Program Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.

Seyhan, Ersin. 1990. Dasar-dasar Hidrologi. *Diterjemahkan* oleh Ir. Sentot Subagyo. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi, Yogyakarta.

Tun Lee, Kwan., Lin Ying-Tin. 2006. Flow Analysis Of Landslide Dammed Lake Watersheds: A Case Study. *Journal of the American Water Resources Association* 42.6 (Dec 2006): 1615-1628

Zuidam, R.A. Van 1979. *Terrain Analysis and Clasification Using Aerial Photographs a Geomorphological Approach*. ITC Textbook of Photo Intepretation VII-6 Enschede The Netherland.

Lampiran 1: Lembar Observasi Lapangan

TABEL ISIAN DATA UNTUK PENGUKURAN LAPANGAN

I UMUM 1. Lokasi Penelitian a. Letak Administrasi b. Letak Pada Peta (Simbol) 2. Longsoran yang ditemui/terjadi di daerah penelitian a. Jenis/Type longsoran a.1 Slump ☐ a.2 Debris Slide ☐ a.3 Debris Fall ☐ a.4 Rock Slide ☐ a.5 Rock Fall ☐ b. Material yang dilongsorkan b.1 Bedrock ☐ b.2 Rock Fragment ☐ b.3 Soil ☐ c. Ukuran longsoran c.1 Panjang (m) ☐ c.2 Lebar (m) ☐ c.3 Dalam (m) ☐	IV TOPOGRAFI 1. Bagian dari topografi a. Puncak ☐ b. Lereng atas ☐ c. Lereng tengah ☐ d. Lereng bawah ☐ e. Dasar lembah ☐ 2. Ketinggian ☐ M 3. Kemiringan Lereng ☐ % a. Datar atau hampir datar ☐ b. Miring ☐ c. Terjal ☐ d. Sangat Terjal ☐ Bentuk lereng secara umum a. Cekung ☐ b. Cembung ☐ c. Lurus ☐ 4. Ada tidaknya scrap a. Ada ☐ b. Tidak ada ☐ 5. Bentuk dinding lembah a. Lurus ☐ b. Lubang dangkal ☐ c. Lubang dalam ☐
II IKLIM Curah Hujan (mm/jam)	V. TANAH 1. Tekstur tanah: 2. Warna Tanah: 3. Solum Tanah
III GEOMORFOLOGI 1. Satuan bentuk lahan	

2. Proses yang terjadi 3. Tenaga yang bekerja	a. Sangat dangkal b. Dangkal c. Agak dalam d. Dalam e. Sangat dalam 4. Konsistensi a. Dalam keadaan basah a.1 Kelekatan a.2 Keliatan
b. Dalam keadaan kering: c. Dalam keadaan lembab: 5. Permeabilitas a. Lambat b. Sedang c. Agak cepat d. Cepat 6. Drainase permukaan a. Sangat jelek b. Jelek c. Tidak sempurna d. Cukup baik e. Baik f. Agak berlebihan g. Berlebihan	7. Kerapatan Kekar a. Sangat jarang b. Jarang c. Sedang d. Rapat e. Sangat Rapat 8. Permeabilitas a. Sangat tinggi b. Tinggi c. Sedang d. Rendah
VI GEOLOGI 1. Lithologi 2. Struktur a. Kekar b. Patahan c. Lipatan d. Ketidakselarasan 3. Formasi 4. Dip/Strike 5. Jurus/Dipping a. Dip :	VII. HIDROLOGI 1. Keterdapatan mata air/rembesan a. Ada b. Tidak ada Kedalaman muka air tanah a. lebih dari 5 m b. 2,5 - 5 m c. 1 - 2,5 m d. Kurang dari 1 m 2. Genangan a. Tidak ada b. Ada, dengan pengeringan cepat c. Ada, dengan pengeringan lambat VIII. PENGGUNAAN LAHAN 1. Jenis/tipe penggunaan lahan a. Hutan

b. Strike :		b. Tegalan	
		c. Pemukiman	
		d. Sawah	
6. Tingkat lapuk batuan		2. Luasan penggunaan lahan	
a. Segar (tak lapuk)		a. Kering	
b. Lapuk ringan		b. Jarang	
c. Lapuk sedang		c. Menengah	
d. Lapuk kuat		d. Padat	
e. Lapuk sempurna		e. sangat padat	

Lampiran 2

NOMOR TITIK	NOMOR FOTO	MORFOMETRI LONGSORAN									NILAI INDEKS MORFOLOGI				
		Dc	Dx	Lc	Lm	Lf	Lr	Wc	Wx	L	Indeks klasifikasi (D/L x 100%)	Indeks Penipisan (Lm/Lc)	Indeks Pelebaran (Wx/Wc)	Indeks Perpindahan (Lr/Lc)	Indeks Aliran
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	261-266	1,33	1,1	0,9	1,9	3,2	4,5	7,2	8,4	6,4	20,78	2,11	1,17	5,00	35,19
2	269-274	1,38	0,55	2,3	7,7	2,3	2,3	4,52	6,96	10	13,80	3,35	1,54	1,00	180,72
3	275-277	0,46	0,16	2,5	2,5	2,78	0,8	2,63	4,92	3,3	13,94	1,00	1,87	0,32	87,07
4	278-287	1,78	15	23	35,3	5,2	7	37,86	43	42,3	4,21	1,53	1,14	0,30	20,84
5	288-292	0,47	46,2	14,8	10,16	5,8	2,1	3,35	5,76	12,26	3,83	0,69	1,72	0,14	49,39
6	293-296	0,68	1,2	3	3,6	1,36	1,64	5,6	6,2	5,24	12,98	1,20	1,11	0,55	12,86
7	297-299	3,2	4,1	7,42	6,86	2,5	3,99	9,5	16,8	10,85	29,49	0,92	1,77	0,54	71,04
8	308-310														
9	311-312	8	9,1	20	36	16	7	36,7	48,6	20	40,00	1,8	1,32	0,35	58,37
10	313-316	2,5	3,8	22,5	21,2	14,2	8,3	12,44	19,34	29,5	8,47	0,94	1,55	0,37	52,26
11	319	4	3,7	2	6	2,4	2,0	6,0	7,0	8,0	50,0	3,0	1,17	1,0	50,00
12	326-331	0,8	0,5	3,3	3,2	1,9	1,4	2,5	3,3	4,6	17,39	0,97	1,32	0,42	31,03

13	332-333	1,2	1,0	4,3	8,2	2,3	2,8	3,1	3,7	5,4	22,22	1,91	1,19	0,65	36,91
14	336-340	1,3	1,1	4,2	3,7	0,7	2,3	4,6	5,3	6	21,67	0,88	1,15	0,55	13,41
15	341-343	2,17	1,6	11,5	9,8	3,4	3,3	21	23,3	14,8	14,66	0,85	1,1	0,29	9,33

		LABORATORIUM TEKNIK SIPIL JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo Telp. (0435)-821183	
BERAT JENIS			
Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG Lokasi Material : Desa ALO		Waktu : 20 Juni 2013 Dibuat oleh : Pristia. CS	
1	No. Pionometer		A
2	Berat Pionometer	M_1 gram	30,57
3	Berat tanah kering + Pionometer	M_2 gram	80,57
4	Berat tanah kering + air + pionometer	M_3 gram	108,58
5	Berat air + pionometer	M_4 gram	81,30
6	Temperatur t°C		25,00
7	$A = M_2 - M_1$		50,00
8	$B = M_3 - M_4$		27,28
9	$C = A - B$		22,72
10	Berat Jenis, $G_1 = A/C$		2,20
11	Berat Jenis rata-rata, G_1		2,18
12	G_{air} pada t°C		0,9970
13	G untuk 27,5 °C = $G = (G_{air} \text{ pada t°C}) / (G_{air} \text{ pada 27,5°C})$		2,18



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo Telp. (0435)-821183

BERAT JENIS

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
 Lokasi Material : Desa BUHU

Waktu : 20 Juni 2013
 Dibuat oleh : pristian. CS

1	No. Picnometer		A	B
2	Berat Picnometer	M ₁ gram	28,97	29,23
3	Berat tanah kering + Picnometer	M ₂ gram	78,97	79,23
4	Berat tanah kering + air + picnometer	M ₃ gram	108,78	107,56
5	Berat air + picnometer	M ₄ gram	78,83	79,25
6	Temperatur t°C		25,00	
7	A = M ₂ - M ₁		50,00	50,00
8	B = M ₃ - M ₄		29,95	28,31
9	C = A - B		20,05	21,69
10	Berat Jenis, G ₁ = A/C		2,49	2,31
11	Berat Jenis rata-rata, G ₁		2,40	
12	G _{air} pada t°C		0,9970	
13	G untuk 27,5 °C = G = (G _{air} pada t°C)/(G _{air} pada 27,5°C)		2,40	



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo Telp. (0435)-821183

BERAT JENIS

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
 Lokasi Material : Desa ISIMU UTARA

Waktu : 24 Juni 2013
 Dibuat oleh : Pristian. CS

1	No. Picnometer		A	B
2	Berat Picnometer	M_1 gram	51,59	50,76
3	Berat tanah kering + Picnometer	M_2 gram	101,59	100,76
4	Berat tanah kering + air + picnometer	M_3 gram	180,87	181,03
5	Berat air + picnometer	M_4 gram	150,12	149,86
6	Temperatur $t^{\circ}\text{C}$		25,00	
7	$A = M_2 - M_1$		50,00	50,00
8	$B = M_3 - M_4$		30,75	31,17
9	$C = A - B$		19,25	18,83
10	Berat Jenis, $G_1 = A/C$		2,60	2,66
11	Berat Jenis rata-rata, G_1		2,63	
12	G_{air} pada $t^{\circ}\text{C}$		0,9970	
13	G untuk $27,5^{\circ}\text{C} = G = (G_{air} \text{ pada } t^{\circ}\text{C})/(G_{air} \text{ pada } 27,5^{\circ}\text{C})$		2,63	



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo Telp. (0435)-821183

BERAT JENIS

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
 Lokasi Material : Desa LABANU

Waktu : 20 Juni 2013
 Dibuat oleh : Pristian. CS

1	No. Picnometer		A	B
2	Berat Picnometer	M_1 gram	29,60	28,80
3	Berat tanah kering + Picnometer	M_2 gram	79,60	78,80
4	Berat tanah kering + air + picnometer	M_3 gram	108,46	107,42
5	Berat air + picnometer	M_4 gram	80,23	79,69
6	Temperatur $t^{\circ}\text{C}$		25,00	
7	$A = M_2 - M_1$		50,00	50,00
8	$B = M_3 - M_4$		28,23	27,73
9	$C = A - B$		21,77	22,27
10	Berat Jenis, $G_1 = A/C$		2,30	2,25
11	Berat Jenis rata-rata, G_1		2,27	
12	G_{air} pada $t^{\circ}\text{C}$		0,9970	
13	G untuk $27,5^{\circ}\text{C} = G = (G_{air} \text{ pada } t^{\circ}\text{C}) / (G_{air} \text{ pada } 27,5^{\circ}\text{C})$		2,27	



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo Telp. (0435)-821183

BERAT JENIS

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
Lokasi Material : Desa LALUNGA 1

Waktu : 22 Juni 2013
Dibuat oleh : Pristian. CS

1	No. Picnometer		A	B
2	Berat Picnometer	M_1 gram	48,43	47,10
3	Berat tanah kering + Picnometer	M_2 gram	98,43	97,10
4	Berat tanah kering + air + picnometer	M_3 gram	177,23	176,45
5	Berat air + picnometer	M_4 gram	147,24	146,86
6	Temperatur $t^{\circ}\text{C}$		25,00	
7	$A = M_2 - M_1$		50,00	50,00
8	$B = M_3 - M_4$		29,99	29,59
9	$C = A - B$		20,01	20,41
10	Berat Jenis, $G_1 = A/C$		2,50	2,45
11	Berat Jenis rata-rata, G_1		2,47	
12	G_{air} pada $t^{\circ}\text{C}$		0,9970	
13	G untuk $27,5^{\circ}\text{C} = G = (G_{air} \text{ pada } t^{\circ}\text{C}) / (G_{air} \text{ pada } 27,5^{\circ}\text{C})$		2,48	



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo Telp. (0435)-821183

BERAT JENIS

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
Lokasi Material : Desa LALUNGA 2

Waktu : 22 Juni 2013
Dibuat oleh : Pristian. CS

1	No. Picnometer		A	B
2	Berat Picnometer	M_1 gram	47,10	48,24
3	Berat tanah kering + Picnometer	M_2 gram	97,10	98,24
4	Berat tanah kering + air + picnometer	M_3 gram	173,87	174,23
5	Berat air + picnometer	M_4 gram	144,62	145,25
6	Temperatur $t^{\circ}\text{C}$		25,00	
7	$A = M_2 - M_1$		50,00	50,00
8	$B = M_3 - M_4$		29,25	28,98
9	$C = A - B$		20,75	21,02
10	Berat Jenis, $G_1 = A/C$		2,41	2,38
11	Berat Jenis rata-rata, G_1		2,39	
12	G_{air} pada $t^{\circ}\text{C}$		0,9970	
13	G untuk $27,5^{\circ}\text{C} = G = (G_{air} \text{ pada } t^{\circ}\text{C}) / (G_{air} \text{ pada } 27,5^{\circ}\text{C})$		2,40	



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo Telp. (0435)-821183

BERAT JENIS

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
Lokasi Material : Desa TOYIDITO

Waktu : 22 Juni 2013
Dibuat oleh : Pristian.CS

1	No. Picnometer		A	B
2	Berat Picnometer	M_1 gram	50,75	51,47
3	Berat tanah kering + Picnometer	M_2 gram	100,75	101,47
4	Berat tanah kering + air + picnometer	M_3 gram	182,67	181,43
5	Berat air + picnometer	M_4 gram	149,35	150,69
6	Temperatur $t^{\circ}\text{C}$		25,00	
7	$A = M_2 - M_1$		50,00	50,00
8	$B = M_3 - M_4$		33,32	30,74
9	$C = A - B$		16,68	19,26
10	Berat Jenis, $G_1 = A/C$		3,00	2,60
11	Berat Jenis rata-rata, G_1		2,80	
12	G_{air} pada $t^{\circ}\text{C}$		0,9970	
13	$G_{untuk\ 27,5^{\circ}\text{C}} = G = (G_{air\ pada\ t^{\circ}\text{C}})/(G_{air\ pada\ 27,5^{\circ}\text{C}})$		2,80	



KADAR AIR MULA-MULA

Tanggal Praktikum : 13 Juni 2013
Dikerjakan Oleh : Pristian.CS
Lokasi Material : Desa ALO
Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil

Hasil Pengamatan :

1	No. Cawan Timbang		1	2
2	Berat Cawan Kosong	M_1 Gram	9,58	9,63
3	Berat Cawan + Tanah Basah	M_2 Gram	21,61	23,34
4	Berat Cawan + Tanah Kering	M_3 Gram	18,76	20,10
5	Berat Air	$(M_2 - M_1)$ Gram	2,85	3,24
6	Berat Tanah Kering	$(M_3 - M_1)$ Gram	9,18	10,47
7	Kadar Air (%)	$[(M_2 - M_1) / (M_3 - M_1)] \times 100 \%$	31,05%	30,95%
8	Kadar Air Rata-Rata (%)		31,00%	



UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo Telp. (0435)-821183

BATAS-BATAS ATTERBERG

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
 Lokasi Material : Desa Iloponu 1
 Berat Jenis, G_s : 2,31

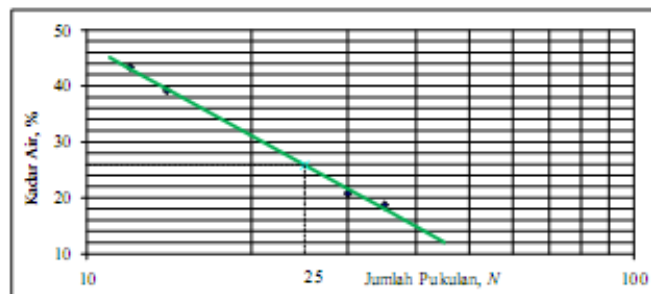
Tanggal : 24 September 2013
 Dibuat Oleh : Pristian, CS

Batas Cair

No. Cawan		1	2	3	4
Jumlah pukulan		12	14	30	35
Berat cawan	(gr)	3,68	3,47	3,79	3,87
Berat cawan + tanah basah	(gr)	7,53	7,42	7,64	7,71
Berat cawan + tanah kering	(gr)	6,34	6,25	6,35	6,89
Berat tanah kering	(gr)	2,66	2,78	2,48	3,78
Berat air	(gr)	1,19	1,17	0,99	0,82
Kadar air, w	(%)	44,74	42,09	39,92	21,69
		46,41	39,20	20,82	18,72

Batas Plastis

1	2
3,76	3,75
4,10	4,13
4,06	4,09
0,30	0,34
0,04	0,04
0,33	11,76
12,55	



Batas Cair,	LL	=	26,00 %
Batas Plastis,	PL	=	12,55 %
Indeks Plastisitas,	PI	=	13,45 %
Kadar air asli,	w_N	=	35,96 %
Indeks Cair,	LI	=	1,74



BATAS-BATAS ATTERBERG

Lokasi Pengujian
Lokasi Material
Berat Jenis, G_s

: Laboratorium Teknik Sipil UNG
: Desa Ilipoma 2
: 2,08

Tanggal : 24 September 2013
Dibuat Oleh : Pristina, C.S

Batas Cair

No. Campuran		1	2	3	4
Jumlah Pukulan		10	16	25	26
Batas Cairan	(%)	3,68	3,65	3,66	3,67
Batas Cairan + tanah halus	(%)	7,52	7,55	7,63	7,61
Batas Cairan + tanah kating	(%)	6,23	6,27	6,46	6,37
Batas tanah kating	(%)	2,55	2,62	2,50	2,51
Batas air	(%)	1,29	1,28	1,17	1,13
Kadar air, w	(%)	30,59	48,85	46,80	45,02
		49,72	45,91	35,69	29,70

Batas Plastik

	1	2
	3,52	3,54
	4,12	4,11
	4,04	4,05
	0,52	0,51
	0,08	0,06
	15,28	11,76
	13,57	



Batas Cair,	LL	=	36,20	%
Batas Plastik,	PL	=	13,57	%
Indeks Plastisitas,	PI	=	22,63	%
Kadar air asli,	w_n	=	14,23	%
Indeks Cair,	LI	=	0,03	



UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Jend. Sudirman No. 6, Kota Gorontalo, Telp. (083) 661 183

BATAS-BATAS ATTERBERG

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
Lokasi Material : Desa Iktu Ulu
Batu Jenis, Gr : 2,31

Tanggal : 24 September 2013
Dibuat Oleh : Priatna, CS

Batas Cair

No. Cawan		1	2	3	4
Jumlah pukulan		11	15	30	34
Berat cawan	(gr)	3,78	3,57	3,97	3,04
Berat cawan + tanah basah	(gr)	7,76	7,73	6,87	7,61
Berat cawan + tanah kering	(gr)	6,52	6,57	5,93	6,92
Berat tanah kering	(gr)	2,74	3,00	1,96	3,88
Berat air	(gr)	1,24	1,16	0,83	0,75
Kadar air, w	(%)	45,26	38,67	41,86	19,57
		4,96	37,81	19,07	17,59

Batas Plastis

1	2
3,76	3,73
4,10	4,12
4,05	4,08
0,29	0,35
0,05	0,04
17,24	11,43
	14,33



Batas Cair, LL = 24,00 %
Batas Plastis, PL = 14,33 %
Indeks Plastisitas, PI = 9,67 %
Kadar air asli, w_N = 17,57 %
Indeks Cair, LI = 0,33



UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Jend. Sudirman No. 6, Kota Gorontalo 96123, Telp. (0837) 812118, 2

BATAS-BATAS ATTERBERG

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
 Lokasi Material : Desa Sima Malanraha
 Berat Jenis, G_r : 1,93

Tanggal : 24 September 2013
 Dibuat Oleh : Priskha, CS

Batas Cair

No. Cawan	1	2	3	4
Jumlah pukulan	12	16	21	25
Berat air	3,14	3,17	3,05	3,09
Berat air + tanah basah	7,32	7,34	7,42	7,44
Berat air + tanah kering	6,12	6,14	6,27	6,29
Berat tanah kering	2,69	2,67	3,22	3,19
Berat air	1,20	1,20	1,16	0,85
Kadar air, w	(%) 40,27	40,40	36,02	32,57
	40,24	36,31	31,69	20,00

Batas Plastis

1	2
3,86	3,87
4,08	4,10
4,04	4,07
0,18	0,20
0,04	0,03
22,22	15,00
18,61	



Batas Cair,	LL	$\square$	30,00 %
Batas Plastis,	PL	$\square$	18,61 %
Indeks Plastisitas,	PI	$\square$	11,39 %
Kadar air asli,	w_p	$\square$	33,97 %
Indeks Cair,	LI	$\square$	1,35



BATAS-BATAS ATTERBERG

Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil UNG
Lokasi Material : Desa Toyidino
Bentuk Jenis, G₁

Tanggal : 24 September 2013
Dibuat Oleh : Pristia, CS

Batas Cair

No. Cawan		1	2	3	4				
Jumlah pukulan		12	15	31	36				
Berat cawan	(gr)	3,87	3,78	3,98	3,99	3,14	3,16	3,02	3,10
Berat cawan + tanah basah	(gr)	7,54	7,57	7,45	7,48	7,56	7,55	7,46	7,42
Berat cawan + tanah kering	(gr)	6,32	6,58	6,54	6,52	6,75	6,78	6,89	6,90
Berat tanah kering	(gr)	2,45	2,60	2,56	2,53	3,61	3,62	3,87	3,80
Berat air	(gr)	1,22	1,19	0,91	0,96	0,81	0,75	0,57	0,52
Kadar air, w	(%)	49,80	45,77	35,55	37,94	22,44	20,72	14,73	13,68
		47,78	36,75	21,58	14,21				

Batas Plastis

1	2
3,89	3,87
4,08	4,06
4,06	4,04
0,17	0,17
0,02	0,02
11,76	11,76
11,76	



Batas Cair,	LL = 24,90 %
Batas Plastis,	PL = 11,76 %
Indeks Plastisitas,	PI = 13,14 %
Kadar air asli,	w _N = 32,77 %
Indeks Cair,	LI = 1,60

Lampiran 4

FOTO DOKUMENTASI LAPANGAN



Pengukuran Morfometri Longsoran



Kondisi Longsoran



Analisis Batuan di Laboratorium Geologi

Lampiran 5. Karakteristik Satuan Medan di DAS Alo Provinsi Gorontalo

NO	KELAS	JENIS TANAH	KELAS LERENG	KLASIFIKASI	SATUAN MEDAN	Simbol
1	Hutan lahan Kering Sekunder	Typic HaplustalFs	> 40 %	sangat curam	Hutan lahan Kering SekunderTypic HaplustalFs sangat curam	HLKSTSCL
2	Hutan lahan Kering Sekunder	Typic HaplustalFs	8 - 15 %	landai	Hutan lahan Kering SekunderTypic HaplustalFs landai	HLKSTHL
3	Hutan lahan Kering Sekunder	Typic HaplustalFs	15 - 25 %	agak curam	Hutan lahan Kering SekunderTypic HaplustalFs agak curam	HLKSTHAC
4	Hutan lahan Kering Sekunder	Typic HaplustalFs	25 - 40 %	curam	Hutan lahan Kering SekunderTypic HaplustalFs curam	HLKSTPC
5	Hutan lahan Kering Sekunder	Typic HaplustalFs	25 - 40 %	curam	Hutan lahan Kering SekunderTypic HaplustalFs curam	HLKSTHC
6	Hutan lahan Kering Sekunder	Paleustollic Chromusterts	15 - 25 %	agak curam	Hutan lahan Kering SekunderPaleustollic Chromusterts agak curam	HLKSPCAC
7	Perkebunan	Typic HaplustalFs	0 - 8 %	datar	PerkebunanTypic HaplustalFs datar	PTHD
8	Perkebunan	Typic HaplustalFs	8 - 15 %	landai	PerkebunanTypic HaplustalFs landai	PTHL
9	Perkebunan	Typic HaplustalFs	15 - 25 %	agak curam	PerkebunanTypic HaplustalFs agak curam	PTHAC
10	Perkebunan	Typic HaplustalFs	25 - 40 %	curam	PerkebunanTypic HaplustalFs curam	PTHC
11	Perkebunan	Fluventic Ustropepts	0 - 8 %	datar	PerkebunanFluventic Ustropepts datar	PFUD

NO	KELAS	JENIS TANAH	KELAS LERENG	KLASIFIKASI	SATUAN MEDAN	Simbol
12	Perkebunan	Typic Haplustalfs	0 - 8 %	datar	PerkebunanTypic Haplustalfsdatar	PTHD
13	Perkebunan	Typic Haplustalfs	8 - 15 %	landai	PerkebunanTypic Haplustalfslandai	PTHL
14	Perkebunan	Paleustollic Chromusterts	0 - 8 %	datar	PerkebunanPaleustollic Chromustertsdatar	PPCD
15	Perkebunan	Paleustollic Chromusterts	8 - 15 %	landai	PerkebunanPaleustollic Chromustertslandai	PPCL
16	Perkebunan	Paleustollic Chromusterts	15 - 25 %	agak curam	PerkebunanPaleustollic Chromustertsagak curam	PPCAC
17	Perkebunan	Fluventic Ustrophepts	8 - 15 %	landai	PerkebunanFluventic Ustropheptslandai	PFUL
18	Perkebunan	Typic Ustrophepts	0 - 8 %	datar	PerkebunanTypic Ustropheptsdatar	PTUD
19	Perkebunan	Vertic Ustrophepts	0 - 8 %	datar	PerkebunanVertic Ustropheptsdatar	PVUD
20	Perkebunan	Paleustollic Pellusterts	0 - 8 %	datar	PerkebunanPaleustollic Pellustertsdatar	PPPD
21	Perkebunan	Paleustollic Pellusterts	8 - 15 %	landai	PerkebunanPaleustollic Pellustertslandai	PPPL
22	Perkebunan	Paleustollic Pellusterts	15 - 25 %	agak curam	PerkebunanPaleustollic Pellustertsagak curam	PPPAC
23	Pertanian lahan Kering	Typic Haplustalfs	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan KeringTypic Haplustalfsdatar	PLKTHD
24	Pertanian lahan Kering	Typic Haplustalfs	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan KeringTypic Haplustalfslandai	PLKTHL
25	Pertanian lahan Kering	Typic Haplustalfs	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan KeringTypic Haplustalfsagak curam	PLKTHAC

NO	KELAS	JENIS TANAH	KELAS LERENG	KLASIFIKASI	SATUAN MEDAN	Simbol
26	Pertanian lahan Kering	Typic Haplustalfs	25 - 40 %	curam	curam Pertanian lahan KeringTypic Haplustalfscuram	PLKTHC
27	Pertanian lahan Kering	Typic Haplustalfs	> 40 %	sangat curam	Pertanian lahan KeringTypic Haplustalfssangat curam	PLKTHSC
28	Pertanian lahan Kering	Paleustollic Chromusterts	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan KeringPaleustollic Chromustertslandai	PLKPCL
29	Pertanian lahan Kering	Paleustollic Chromusterts	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan KeringPaleustollic Chromustertsagak curam	PLKPCC
30	Pertanian lahan Kering	Paleustollic Chromusterts	25 - 40 %	curam	Pertanian lahan KeringPaleustollic Chromustertscuram	PLKFUD
31	Pertanian lahan Kering	Fluventic Ustropepts	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan KeringFluventic Ustropeptsdatar	PLKFUACL
32	Pertanian lahan Kering	Fluventic Ustropepts	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan KeringFluventic Ustropeptslandai	PLKFUACL
33	Pertanian lahan Kering	Fluventic Ustropepts	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan KeringFluventic Ustropeptsagak curam	PLKFUACL
34	Pertanian lahan Kering	Vertic Ustropepts	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan KeringVertic Ustropeptsdatar	PLKVUD
35	Pertanian lahan Kering	Paleustollic Chromusterts	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan KeringPaleustollic Chromustertsdatar	PLKPCD

NO	KELAS	JENIS TANAH	KELAS LERENG	KLASIFIKASI	SATUAN MEDAN	Simbol
36	Pertanian lahan Kering	Paleustollic Pellusterts	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan KeringPaleustollic Pellustertsagak curam	PLKPPAC
37	Pertanian lahan Kering	Paleustollic Chromusterts	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan KeringPaleustollic Chromustertsagak curam	PLKPCAC
38	Pertanian lahan Kering	Fluventic Ustrobepts	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan KeringFluventic Ustrobeptslandai	PLKFUL
39	Pertanian lahan Kering	Typic Ustrobepts	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan KeringTypic Ustrobeptsdatar	PLKTUD
40	Pertanian lahan Kering	Typic Ustrobepts	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan KeringTypic Ustrobeptslandai	PLKTUL
41	Pertanian lahan Kering	Typic Ustrobepts	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan KeringTypic Ustrobeptsagak curam	PLKTUAC
42	Pertanian lahan Kering	Typic Ustrobepts	25 - 40 %	curam	Pertanian lahan KeringTypic Ustrobeptscuram	PLKTUC
43	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Haplustalfs	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan kering campur semakTypic Haplustalfsdatar	PLKCSTHD
44	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Haplustalfs	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan kering campur semakTypic Haplustalfslandai	PLKCSTHL
45	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Haplustalfs	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan kering campur semakTypic Haplustalfsagak curam	PLKCSTHAC

NO	KELAS	JENIS TANAH	KELAS LERENG	KLASIFIKASI	SATUAN MEDAN	Simbol
46	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Haplustalfs	25 - 40 %	curam	Pertanian lahan kering campur semakTypic Haplustalfscuram	PLKCSTHC
47	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Haplustalfs	> 40 %	sangat curam	Pertanian lahan kering campur semakTypic Haplustalfssangat curam	PLKCSTHSC
48	Pertanian lahan kering campur semak	Paleustollic Chromusterts	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan kering campur semakPaleustollic Chromustertslandai	PLKCSPCL
49	Pertanian lahan kering campur semak	Paleustollic Chromusterts	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan kering campur semakPaleustollic Chromustertsagak curam	PLKCSPCAC
50	Pertanian lahan kering campur semak	Paleustollic Chromusterts	25 - 40 %	curam	Pertanian lahan kering campur semakPaleustollic Chromustertscuram	PLKCSPCC
51	Pertanian lahan kering campur semak	Fluventic Ustropepts	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan kering campur semakFluventic Ustropeptsdatar	PLKCSFUL
52	Pertanian lahan kering campur semak	Fluventic Ustropepts	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan kering campur semakFluventic Ustropeptsagak curam	PLKCSFUD
53	Pertanian lahan kering campur semak	Paleustollic Chromusterts	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan kering campur semakPaleustollic Chromustertsdatar	PLKCSPCD

NO	KELAS	JENIS TANAH	KELAS LERENG	KLASIFIKASI	SATUAN MEDAN	Simbol
54	Pertanian lahan kering campur semak	Paleustollic Chromusterts	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan kering campur semakPaleustollic Chromustertslandai	PLKCSPCL
55	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Ustropepts	0 - 8 %	datar	Pertanian lahan kering campur semakTypic Ustropeptsdatar	PLKCSTUD
56	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Ustropepts	8 - 15 %	landai	Pertanian lahan kering campur semakTypic Ustropeptslandai	PLKCSTUL
57	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Ustropepts	15 - 25 %	agak curam	Pertanian lahan kering campur semakTypic Ustropeptsagak curam	PLKCSTUAC
58	Pertanian lahan kering campur semak	Typic Ustropepts	25 - 40 %	curam	Pertanian lahan kering campur semakTypic Ustropeptscuram	PLKCSTUC
59	Hutan Lahan Kering Sekunder	Typic Ustropepts	8 - 15 %	landai	Hutan Lahan Kering SekunderTypic Ustropeptslandai	HLKSTUL
60	Hutan Lahan Kering Sekunder	Typic Ustropepts	15 - 25 %	agak curam	Hutan Lahan Kering SekunderTypic Ustropeptsagak curam	HLKSTUAC
61	Hutan Lahan Kering Sekunder	Typic Haplustalfs	0 - 8 %	datar	Hutan Lahan Kering SekunderTypic Haplustalfsdatar	HLKSTHD
62	Sawah	Typic Ustropepts	0 - 8 %	datar	SawahTypic Ustropeptsdatar	STUD
63	Sawah	Vertic Ustropepts	0 - 8 %	datar	SawahVertic Ustropeptsdatar	SVUD
64	Sawah	Paleustollic	0 - 8 %	datar	SawahPaleustollic	SPCD

NO	KELAS	JENIS TANAH	KELAS LERENG	KLASIFIKASI	SATUAN MEDAN	Simbol
65	Sawah	Chromusterts Paleustollic Pellusterts	0 - 8 %	datar	Chromustertsdatar SawahPaleustollic Pellustertsdatar	SPPD
66	Semak Belukar	Typic HaplustalFs	0 - 8 %	datar	Semak BelukarTypic HaplustalFsdatar	SBTHD
67	Semak Belukar	Typic HaplustalFs	8 - 15 %	landai	Semak BelukarTypic HaplustalFslandai	SBTHL
68	Semak Belukar	Typic HaplustalFs	15 - 25 %	agak curam	Semak BelukarTypic HaplustalFsagak curam	SBTHAC
69	Semak Belukar	Typic HaplustalFs	25 - 40 %	curam	Semak BelukarTypic HaplustalFscuram	SBTHC
70	Semak Belukar	Fluventic Ustropepts	0 - 8 %	datar	Semak BelukarFluventic Ustropeptsdatar	SBFUD
71	Semak Belukar	Fluventic Ustropepts	8 - 15 %	landai	Semak BelukarFluventic Ustropeptslandai	SBFUL
72	Semak Belukar	Fluventic Ustropepts	15 - 25 %	agak curam	Semak BelukarFluventic Ustropeptsagak curam	SBFUAC
73	Semak Belukar	Paleustollic Chromusterts	8 - 15 %	landai	Semak BelukarPaleustollic Chromustertslandai	SBPCL
74	Semak Belukar	Paleustollic Chromusterts	15 - 25 %	agak curam	Semak BelukarPaleustollic Chromustertsagak curam	SBPCAC
75	Semak Belukar	Paleustollic Pellusterts	0 - 8 %	datar	Semak BelukarPaleustollic Pellustertsdatar	SBPPD
76	Semak Belukar	Paleustollic Pellusterts	8 - 15 %	landai	Semak BelukarPaleustollic	SBPPL

NO	KELAS	JENIS TANAH	KELAS LERENG	KLASIFIKASI	SATUAN MEDAN	Simbol
77	Semak Belukar	Paleustollic Pellusterts	15 - 25 %	agak curam	Pellustertslandai Semak	SBPPAC
78	Semak Belukar	Paleustollic Chromusterts	0 - 8 %	datar	BelukarPaleustollic Pellustertsagak curam Semak	SBPCD
79	Semak Belukar	Typic Ustropepts	8 - 15 %	landai	BelukarPaleustollic Chromustertsdatar Semak BelukarTypic	SBTUL
80	Semak Belukar	Typic Ustropepts	15 - 25 %	agak curam	Ustropeptslandai Semak BelukarTypic	SBTUAC
81	Semak Belukar	Typic Ustropepts	25 - 40 %	curam	Ustropeptsagak curam Semak BelukarTypic	SBTUC
82	Perkebunan	Fluventic Ustropepts	0 - 8 %	datar	Ustropeptscuram PerkebunanFluventic	PFUD
83	Permukiman	Fluventic Ustropepts	0 - 8 %	datar	Ustropeptsdatar PermukimanFluventic	PRFUD
84	Permukiman	Typic Ustropepts	0 - 8 %	datar	Ustropeptsdatar PermukimanTypic	PRTUD
85	Hutan Lahan Kering Sekunder	Fluventic Ustropepts	8 - 15 %	landai	Ustropeptsdatar Hutan Lahan Kering	HLKSFUL
86	Hutan Lahan Kering Sekunder	Fluventic Ustropepts	15 - 25 %	agak curam	SekunderFluventic Ustropeptslandai Hutan Lahan Kering	HLKSFUC
87	Hutan Lahan Kering Sekunder	Typic HaplustalFs	8 - 15 %	landai	SekunderFluventic Ustropeptsagak curam Hutan Lahan Kering	HLKSTHL
88	Hutan Lahan Kering Sekunder	Fluventic Ustropepts	0 - 8 %	datar	SekunderTypic HaplustalFslandai Hutan Lahan Kering	HLKSFUL
					SekunderFluventic Ustropeptsdatar	

