

**IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI PROSES
PEDO-GEOMORFOLOGI PADA LONGSOR
DI DAS KONTO HULU**

Oleh

DAFI CHOIRUBIN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
PROGRAM STUDI ILMU TANAH
MALANG
2007**

RINGKASAN

Dafi Choirubin (NIM. 0210430013). Identifikasi dan Karakterisasi proses Pedo-geomorfologi Pada Longsor di DAS Konto Hulu. Di bawah bimbingan Abdul Mukri Prabowo sebagai pembimbing utama Dan Mochtar Luthfi Rayes sebagai pembimbing pendamping.

Permasalahan utama dalam pengelolaan sumberdaya lahan adalah erosi, sedimentasi dan longsor. Hal yang sama juga terjadi di DAS Konto Hulu. Longsor dapat disebabkan oleh kemiringan lereng, penggunaan lahan, tekstur tanah, permeabilitas, kedalaman solum dan faktor geomorfologi daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara proses pedo-geomorfologi dengan kejadian longsor, mengetahui tipe morfologi tanah yang berpotensi longsor dan untuk mengetahui jenis tekstur tanah yang rawan berpotensi sebagai penyebab longsor. Hipotesis penelitian ini adalah Tanah dengan perbedaan tekstur yang nyata antara dua horizon atau terdapat diskontinuitas lithologi merupakan pendorong terjadinya tanah longsor dan tanah dengan tekstur liat berpasir atau liat berdebu rawan terjadi longsor.

Penelitian dilaksanakan di DAS Konto Hulu yang meliputi kecamatan Pujon dan Ngantang. Tahapan penelitian meliputi identifikasi data sekunder, survei cepat (mengumpulkan titik longsor sebanyak-banyaknya kemudian ditentukan lima titik perwakilan dari aspek penggunaan lahan, geologi, landform dan kelerengan), survei detail dan pelaporan.

Hasil penelitian menunjukkan:

Longsor di DAS Konto Hulu terjadi karena terdapat pengaruh dari faktor geomorfologi dan proses pedogenik sebagai faktor pendorong terjadinya longsor dengan terbentuknya lapisan yang bersifat membatasi masuknya air dan perakaran. Semua jenis longsor terjadi pada kelerengan lebih dari 38° dengan bentuk lereng cekung paling rawan terjadi longsor karena pengaruh bahan colluvial yang menyusunnya serta adanya lapisan batuan yang tidak kompak dalam suatu profil tanah dengan profil yang cenderung dangkal dan batuan induk sebagai bidang luncurnya. Sedang pada bentuk lahan cembung dengan landform hillslopes potensial terjadi longsor karena memiliki solum tanah yang dalam dan karena pengaruh derajat kemiringan lereng yang curam. Pengaruh perbedaan bahan induk penyusun lapisan tanah (diskontinuitas lithologi) juga berkorelasi terhadap kejadian longsor hanya saja hasil tersebut masih perlu dikaji lebih jauh pengaruhnya. Pada penelitian spesifik lokasi di DAS Konto Hulu didominasi oleh terkstur lempung. Pada landform hillslope tipe longsor yang terbentuk yaitu jatuhan dan pada landform colluvial foothills and footslopes berupa longsor.

SUMMARY

Dafi Choirubin (NIM. 0210430013). Pedo-geomorphology Identifying and Characterization to Landslide in DAS Konto Hulu. Under guidance from Abdul Mukri Prabowo And Mochtar Luthfi Rayes.

The main problems in land management is erosion, sedimentation and slide. The same thing also happened in DAS Konto Hulu. Slide earned because of slope inclination, land usage, soil texture, permeability, soil depth and area solum geomorphology. This research aim is to identify relation between process pedo-geomorphology with slide occurrences, knowing which soil morphology and soil texture type have potency to cause. This research hypothesis is soil with difference of real texture between two horizon or there are lithologic discontinuity represent the impeller of slide occurrences and soil with sandy clay or silty clay texture prone to slide.

Research conducted in DAS Konto Hulu covering district of Pujon and Ngantang. Research step covering secondary data identify, quick survey (collecting slide point as much as possible then determined five point as representation of landusage, geology, slope and landform), detailed survey and reporting.

Result of research show:

Slide in DAS Konto Hulu happened because there are influence of geomorphologic factor and of pedogenesis process as impeller factor of the slide occurrences with semi impermeable layer that restrict root and water formed. All slide type happened at slope with more than 38° with concave form at most prone to slide because colluvial material influence which compiling it and also the existence of rock layer which is not compact in a soil profile with profile that tend to shallow and base rock as its glide plane. While at convex form with potentially sliding hillslopes landform because owning deep soil solum and because of the influence of high degree of slope inclination. The Influence of different main materials that form the soil layer (lithologic discontinuity) also have correlation to slide occurrence but the result still require to be studied much farther. Research location in DAS Konto Hulu dominated by loam texture. At hillslope landform, the slide type which is formed is a fallout and at footslopes and foothills colluvial landform in the form of slide.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur bagi Allah SWT yang dengan rahmad, ridho dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **Identifikasi dan Karakterisasi Proses Pedo-geomorfologi Pada Longsor di DAS Konto Hulu**. Penulis menyadari telah banyak menerima bantuan dari semua pihak dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas segala bantuan baik spiritual dan material kepada semua pihak, terutama:

1. Bapak Sarbini (Alm), Ibu Umi Hanik, Lia dan Jumadi serta seluruh keluarga atas doa dan dorongannya.
2. Bapak Dr. Ir. Abdul Mukri Prabowo, M.Agr. Sc dan Dr.Ir. M. Luthfi Rayes, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi masukan dan saran.
3. Seluruh dosen di Fakultas Pertanian terutama Jurusan Tanah.
4. Pengelola laboratorium, pengelola koleksi buku dan Administrasi, atas kerjasamanya selama ini.
5. Tim program hibah penelitian PHK-A2 Jurusan Tanah Universitas Brawijaya, Malang, atas pendanaannya sehingga kami dapat berpartisipasi dalam penelitian ini.
6. Tim longsor DAS Konto Hulu 2007 Dafi C, Erick P. A, Firsta A. S, Emmanuel A.K, I Made A. W, Ari A. R, Aditya P serta Ririn A, yang telah membantu di lapangan.
7. Teman-teman di angkatan 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 dan 2005, 2006.
8. Semua pihak yang membantu penyelesaian skripsi ini.

Kritik dan saran sangat penulis harapkan seiring dengan upaya perbaikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi pembaca umumnya dan penulis khususnya.

Malang, Agustus 2007

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bojonegoro pada tanggal 20 Desember 1983 merupakan putra pertama dari dua bersaudara dengan seorang ayah bernama Sarbini (Alm) dan seorang ibu bernama Umi Hanik. Penulis memulai pendidikan dasar di SDN Balongrejo I (1990-1996), dan melanjutkan ke SLTP Negeri I Sugihwaras (1996-1999), kemudian meneruskan ke SMU Negeri 2 Bojonegoro (1999-2002). Penulis masuk Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SPMB tahun 2002.

Selama masa kuliah, penulis aktif di kegiatan akademik maupun keorganisasian. Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Morfologi dan Klasifikasi Tanah (MKT) dan Survei Tanah dan Evaluasi Lahan (STEL).

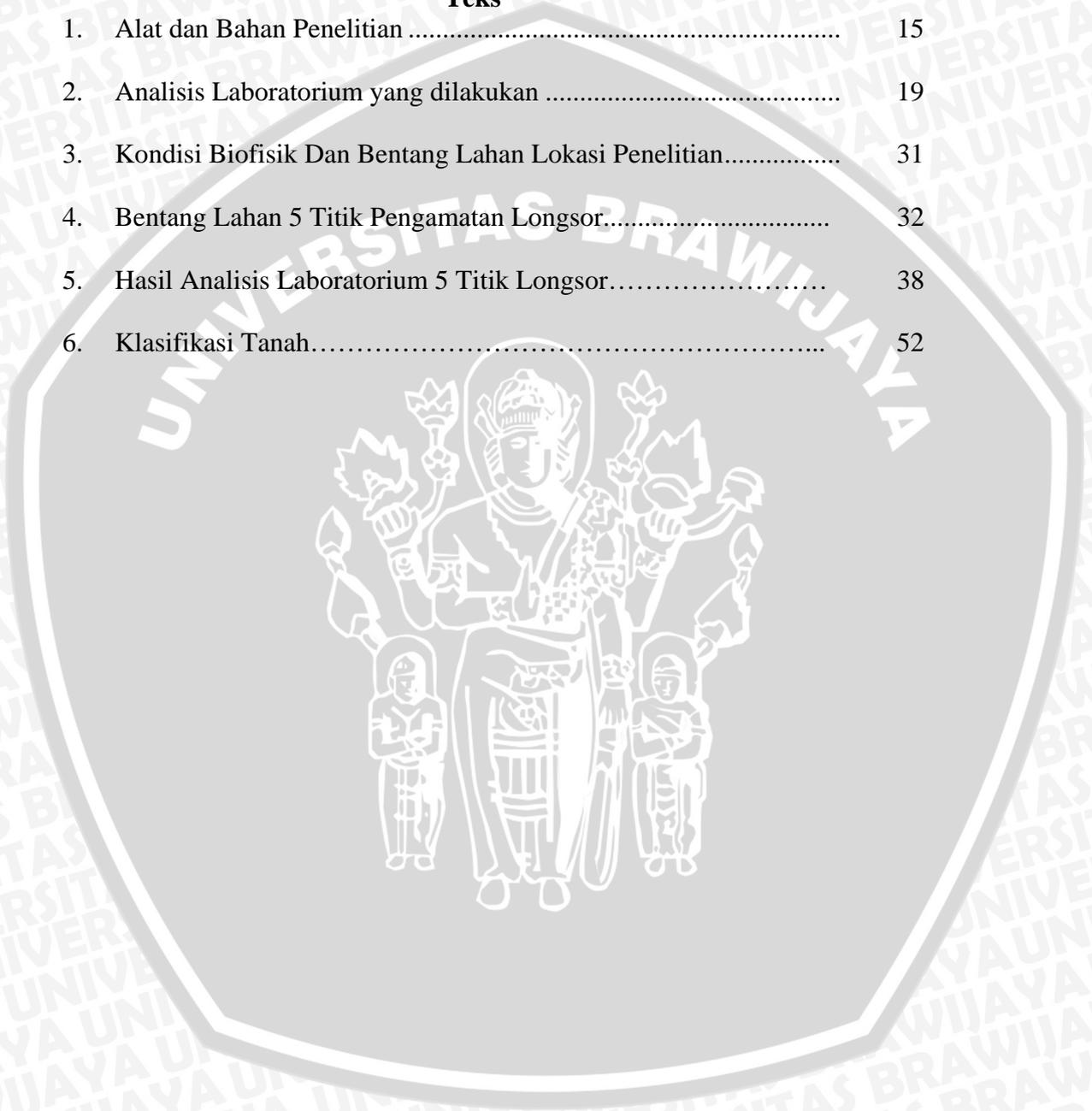
Dalam kegiatan keorganisasian, penulis pernah menjabat sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) di Divisi Humas periode 2003-2004 dan Ketua Departemen dan Kerjasama HMIT pada periode 2004-2005. Selain itu penulis juga aktif dalam berbagai pertemuan nasional yang diselenggarakan oleh FOKUSHIMITI (Forum Komunikasi Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah Indonesia).

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1. Latar Belakang	1
2. Tujuan	3
3. Hipotesis	4
4. Manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
1. Faktor Pembentuk Tanah	5
2. Geomorfologi.....	6
3. Longsor.....	8
4. Hubungan Pedo-geomorfologi Dengan Longsor.....	14
III. BAHAN DAN METODE	
1. Waktu dan Tempat Penelitian	15
2. Alat dan Bahan	15
3. Tahapan Penelitian	16
IV KONDISI UMUM WILAYAH	
1. Kondisi Geografis.....	21
2. Geologi.....	21
3. Iklim, Rejim Kelembapan dan Rejim Suhu.....	22
4. Geomorfologi.....	24
5. Deskripsi Lokasi Longsor.....	29
V HASIL DAN PEMBAHASAN	
1. Identifikasi Longsor.....	32
2. Analisis Kejadian Longsor.....	35
3. Analisis Pedo-geomorfologi Terhadap Longsor.....	47
4. Klasifikasi Tanah.....	50
5. Pembahasan Umum.....	52
VI KESIMPULAN DAN SARAN	
1. Kesimpulan.....	54
2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Alat dan Bahan Penelitian	15
2.	Analisis Laboratorium yang dilakukan	19
3.	Kondisi Biofisik Dan Bentang Lahan Lokasi Penelitian.....	31
4.	Bentang Lahan 5 Titik Pengamatan Longsor.....	32
5.	Hasil Analisis Laboratorium 5 Titik Longsor.....	38
6.	Klasifikasi Tanah.....	52



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Proses pedo-geomorpik Pada Suatu Bentang Lahan Yang Terjadi Bersamaan Menurut Dalrymple (1977) <i>(dalam Schaetzl and Anderson, 2005)</i>	7
2.	Tipe Gerakan Longsor.....	11
3.	Peta Lima Titik Lokasi Pengamatan Longsor 1) Tawang Sari; 2) Pujonkidul, 3) Bendosari, 4) Bendosari dan 5) Wiyurejo.	17
4.	Sketsa Pengambilan Pitik Pengamatan.....	18
5.	Rerata Curah Hujan Bulanan DAS Konto Hulu Tahun 1995-2005	25
6.	Posisi Lima Titik Longsor Berdasar Pembagian 9 Unit Lahan Menurut Dalrymple (1997).....	35
7.	Posisi Titik Pengamatan Tawang Sari 1 Dan Wiyurejo 5.....	36
8.	Posisi Titik Pengamatan Pujonkidul 2, Bendosari 3 dan Bendosari 4.....	39
9.	(A). Singkapan Batuan Induk Sekitar Longsor Bendosari 3..... (B). Kerikil Batuan Yang Berada Di Sekitar Permukaan Longsor Di Bendosari 4.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Deskripsi Profil.....	59
2.	Penampang Profil Tanah	66
3.	Temperatur Rata-rata Udara Bulanan dan Temperatur Tanah Pada Lokasi Penelitian.....	67
4.	Penggunaan Lahan dan Titik Longsor.....	69
5.	Peta-peta Kondisi Umum Wilayah Penelitian.....	71
6.	Data Curah Hujan Stasiun Klimatologi Pujon 1995-2005	76
7.	Data Curah Hujan Stasiun Klimatologi Pujon 1991-2005.....	77



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan dan perkembangan tanah dari aspek fisika, kimia, dan biologi dicirikan dengan perubahan morfologi tanah, sangat dipengaruhi oleh kelima faktor pembentuk tanah yaitu iklim, bahan induk, topografi, organisme dan waktu. Perubahan yang terjadi merupakan hasil interaksi kelima faktor tersebut karena pengaruh gaya-gaya yang bekerja baik dari gaya endogen maupun eksogen.

Proses yang unik ini membentuk tanah sebagai tubuh alam yang terdiri atas lapisan-lapisan atau disebut sebagai horizon. Setiap horizon dapat menceritakan mengenai asal dan proses-proses fisika, kimia dan biologi yang telah dilalui tubuh tanah tersebut.

Bahan induk yang berasal dari pelapukan batuan selain berasal dari bahan vulkanik dan aluvial sangat erat hubungannya antara relief yang dibentuk. Suatu perbandingan dari peta-peta geografi dan topografi sering menunjukkan bahwa sifat dan susunan batuan sebagian besar menentukan perkembangan bentuk lahan. Struktur (pada rantai gunung lipatan, patahan dan sebagainya) dan kualitas lithologi adalah diantara faktor-faktor yang paling nampak, pengaruh batuan pada relief dari bentang alam ditunjukkan dengan baik. Struktur geologi mempengaruhi pola-pola umum relief, sedang lithologi dari masing-masing lapisan mempengaruhi relief secara detail (Robinson.1979).

Secara geomorfologi, tanah longsor memperlihatkan gawir (tebing terjal) berbentuk lurus-melengkung, lereng yang miring, relief berbukit-bukit tak beraturan, serta adanya rekahan-rekahan. Lereng-lereng terjal yang dipengaruhi struktur geologi seperti patahan, rekahan, lipatan, lebih rentan terhadap gejala longsor, apalagi jika arah pelapisan batuan searah dengan kemiringan lereng dan terdapat patahan aktif. Pelapisan batuan yang merupakan perselingan antara batuan yang kedap air dan batuan yang dapat menyerap air menciptakan bidang yang berpotensi sebagai bidang luncur. Di daerah yang longsor biasanya kandungan airnya banyak, ada sungai yang terbenyung atau terbelokkan. Indikasi lain adalah pola sebaran tanaman yang tidak beraturan akibat gerakan-gerakan tanah, termasuk tanaman yang tumbang dan mati (Djamaludin.2003).

Tanah longsor sendiri merupakan gejala alam yang terjadi di sekitar kawasan pegunungan. Semakin curam kemiringan lereng satu kawasan, semakin besar kemungkinan terjadi longsor. Di Indonesia sebagian besar tebing curam yang rawan longsor terletak pada batuan bresika andesit yang tertutup bahan tanah liat berpasir atau liat berdebu dengan kelerengan diatas 30° (Saroso, 1992; Karnawati, 1996, 1997, 2000). Peristiwa longsor ini umumnya diawali dengan curah hujan yang tinggi (rerata curah hujan bulanan diatas 250 mm dengan curah hujan harian melebihi 100 mm). Dalam hal ini, peranan vegetasi penutup tanah merupakan faktor yang sangat penting dalam mengontrol pengaruh hujan terhadap kejadian longsor (Karnawati, *et al.*, 2005).

Daerah aliran sungai Konto bagian hulu meliputi areal seluas kira-kira 23.325 ha, yang sebagian terletak di kecamatan Pujon (12.505 ha) atau bagian

hulu dan sebagian lainnya di kecamatan Ngantang (10.800 ha) bagian hilir. Daerah ini terdiri dari dataran tinggi plato yang dikelilingi oleh lereng-lereng curam dari berbagai kompleks gunung berapi yang sebagian masih aktif (G.kelud), dan sebagian sudah tidak aktif atau dormant (G.Kawi, Butak, Anjasmoro). Kompleks ini merupakan tipe strato volcano yang terdiri dari lapisan yang berturut-turut adalah batuan andesit, breksi, anglomerat dan tuff (piroklastis tersemen dan pejal serta bahan lahar) yang saling tumpang tindih. Bagian puncak dan tebing yang curam dari kompleks gunung tersebut menentukan batas daerah aliran sungai (Team Jurusan Tanah dan Nuffic, 1984). Berdasar pengetahuan tersebut diatas dan mengingat semakin banyaknya fanomena alam yang banyak terjadi terkait kejadian longsor maka dirasakan perlu adanya penelitian tentang longsor dalam hubungannya dengan proses pedogenesis tanah dan geomorfologi (bentuk muka bumi) pada daerah aliran sungai Konto Hulu sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya tanah longsor.

1.2 Tujuan

1. Untuk mengidentifikasi hubungan antara proses pedo-geomorfologi dengan kejadian longsor.
2. Untuk mengetahui tipe morfologi tanah yang berpotensi longsor.
3. Untuk mengetahui jenis tekstur tanah yang rawan berpotensi sebagai penyebab longsor.

1.3 Hipotesis

1. Tanah dengan perbedaan tekstur yang nyata antara dua horizon atau terdapat diskontinuitas lithologi merupakan pendorong terjadinya tanah longsor.
2. Tanah dengan tekstur liat berpasir atau liat berdebu rawan terjadi longsor.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah dirasakan pentingnya pengetahuan bagi seorang peneliti maupun pengambil kebijakan tentang aspek-aspek yang mempengaruhi terjadinya longsor terkait dengan faktor pedogenesis tanah dan geomorfologi dalam hubungannya pengelolaan lahan yang sesuai dengan konservasi sehingga kerusakan sumberdaya alam terutama longsor dapat diminimalkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Faktor Pembentuk Tanah

Faktor pembentuk tanah merupakan faktor yang menentukan dalam pembentukan jenis-jenis tanah. Adapun faktor-faktor pembentukan tanah pada mulanya dikemukakan oleh Dokuchaev (1883) dengan persamaan : $T = f(i, o, b, w, o)$, dimana t = tanah, i = iklim, o = organisme, b = bahan induk, dan w = umur tanah dan o = topografi. Oleh Jenny (1941), menyatakan sebenarnya banyak faktor pembentuk tanah tetapi yang terpenting adalah iklim, organisme, bahan induk, waktu juga faktor relief (topografi), sedangkan faktor lain seperti gravitasi, gempa bumi dll adalah faktor sekunder dari proses tersebut. Jenis faktor pembentuk tanah yang berpengaruh pada proses pembentukan tanah, tampaknya berbeda disetiap tempat (Gerrard, 1981).

Pada kondisi lingkungan tertentu salah satu faktor tersebut dapat lebih dominan, sehingga akan menghasilkan suatu tanah dengan sifat dan ciri tertentu pula. Semua ordo tanah dimanapun dan di wilayah manapun berpotensi terjadi longsor, hal tersebut dapat terjadi jika faktor penyebab terjadinya longsor terpenuhi. Dalam pemanfaatannya, manusia menggunakan tanah untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan segala aktifitasnya menggunakan lahan pertanian, hutan, penggembalaan dan urbanisasi yang menghasilkan perubahan ekstensif pada tanah (Foth, 1995).

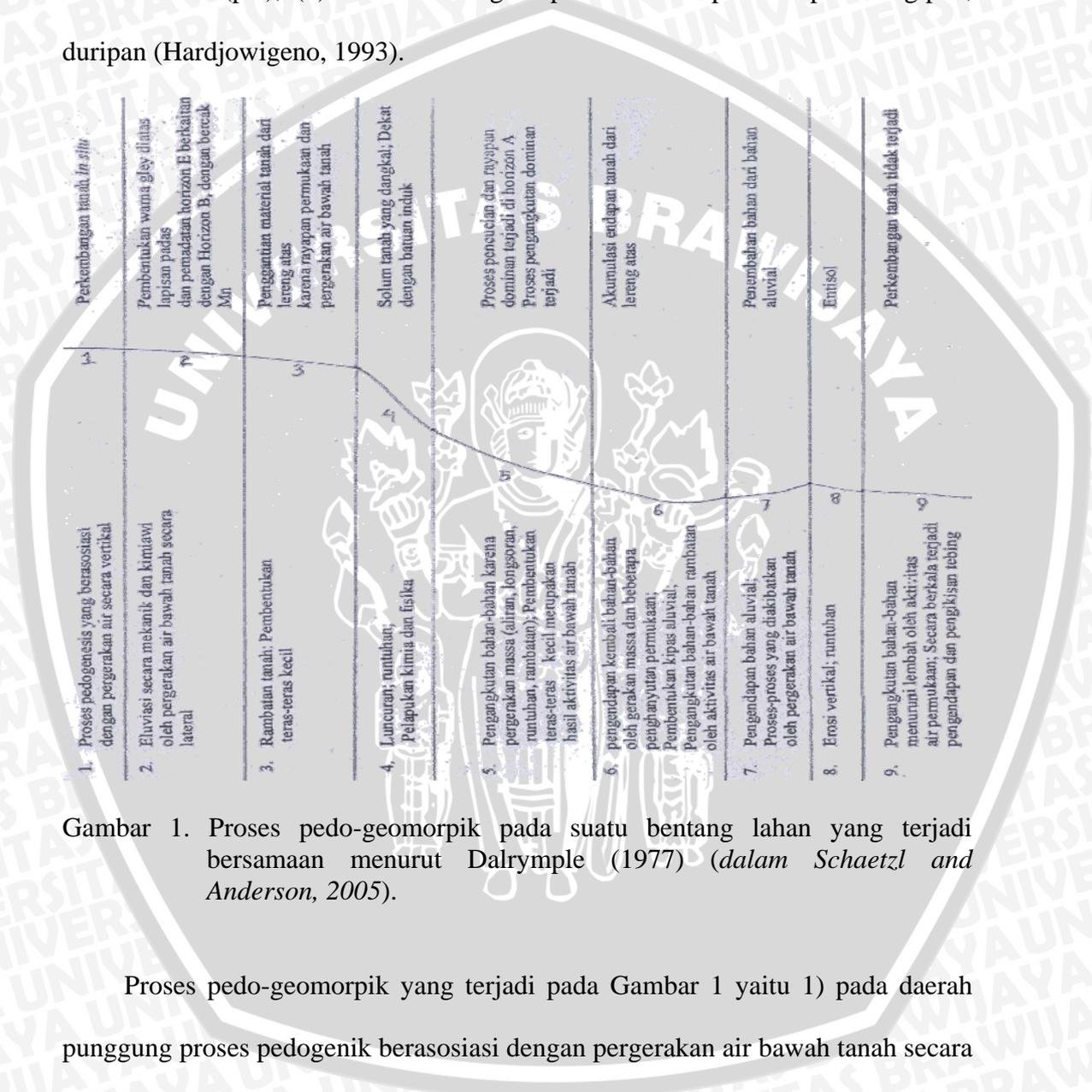
2.2 Geomorfologi

Geomorfologi adalah sebuah studi ilmiah terhadap permukaan Bumi (landform) dan proses yang terjadi terhadapnya. Secara luas, berhubungan dengan bentuk lahan (landform) tererosi dari batuan yang keras, namun bentuk konstruksinya dibentuk oleh runtuhannya batuan, dan terkadang oleh perilaku organisme di tempat mereka hidup. Konsolidasi batuan tidak berarti sama dengan bahan induk, tetapi berfungsi sebagai sumber bahan induk. Pembentukan tanah dapat dimulai segera setelah penimbunan abu vulkanik tetapi terjadi setelah batuan keras mengalami penghancuran secara fisik. Selama stadium awal pembentukan tanah, dimana laju dan penghancuran batuan melebihi laju perpindahan bahan oleh erosi, tanah-tanah produktif dengan solum tebal dapat berkembang dari batuan dasar.

Topografi mempengaruhi horisonisasi tanah dengan modifikasi air dan temperatur. Tanah pada lereng atas cenderung kurang berkembang horisonisasinya karena infiltrasinya rendah di banding aliran permukaannya. Menurut Darmawijaya (1997), relief dapat menunjukkan secara sederhana perubahan elevasi (tinggi tempat) suatu bidang lahan. Relief mempengaruhi perkembangan tanah secara langsung melalui pengaruh matahari, angin dan udara serta secara tidak langsung mempengaruhi drainase, aliran permukaan (*run off*) dan erosi.

Hubungan antara lereng dengan sifat-sifat tanah tidak selalu sama disetiap tempat. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor pembentuk tanah yang berbeda disuatu tempat. Sifat-sifat tanah yang umumnya berhubungan dengan relief

adalah (1) Tebal solum, (2) Tebal dan kandungan bahan organik horizon A, (3) Kandungan air tanah, (4) Warna tanah, (5) Tingkat perkembangan horizon, (6) Reaksi tanah (pH), (7) Jenis dan tingkat pembentukan padas seperti fragipan, duripan (Hardjowigeno, 1993).



Gambar 1. Proses pedo-geomorpik pada suatu bentang lahan yang terjadi bersamaan menurut Dalrymple (1977) (dalam Schaetzl and Anderson, 2005).

Proses pedo-geomorpik yang terjadi pada Gambar 1 yaitu 1) pada daerah punggung proses pedogenik berasosiasi dengan pergerakan air bawah tanah secara vertikal. 2) Lereng rembesan terjadi eluviasi secara mekanik dan kimiawi oleh pergerakan air bawah tanah secara lateral. 3) Lereng rambatan, cembung terjadi rambatan tanah atau pembentukan teras-teras kecil. 4) Permukaan luncuran



dengan kelerengan minimal 45° terjadi luncuran; runtuh tanah; pelapukan kimia dan fisika. 5) lereng tengah terbentuk karena proses pengangkutan bahan-bahan karena pergerakan massa (aliran, longsor, runtuh, rambatan); pembentukan teras-teras kecil; merupakan hasil aktifitas air permukaan dan air bawah tanah. 6) Kaki lereng (koluvial) pengendapan kembali bahan-bahan oleh gerakan massa dan beberapa penghanyutan permukaan; pembentukan kipas aluvial; pengangkutan bahan rambatan oleh aktivitas air bawah tanah. 7) Lereng bawah aluvial terjadi pengendapan bahan aluvial; proses yang diakibatkan oleh pergerakan air bawah tanah. 8) Tebing sungai proses yang terjadi adalah erosi vertikal; runtuh. 9) Dasar sungai terjadi pengangkutan bahan-bahan menuruni lembah oleh aktivitas air permukaan; secara berkala terjadi pengendapan dan pengikisan tebing.

2.3 Longsor.

Longsor (*landslides*) merupakan salah satu proses *geologi* dan merupakan salah satu bentuk gerakan massa (*mass wasting*). Gerakan massa adalah perpindahan massa batuan, regolith dan tanah dari tempat yang tinggi ketempat yang rendah karena pengaruh gaya gravitasi. Gaya gravitasi merupakan faktor utama terjadinya gerakan massa, selain itu faktor lain yang berpengaruh terhadap terjadinya proses tersebut antara lain kemiringan lereng, air dan sifat tanah.

Kemiringan lereng yang terjal merupakan faktor pendorong utama terjadinya gerakan massa. Pada dasarnya lereng perbukitan dan atau pegunungan yang ada sekarang sudah dalam kondisi stabil. Kestabilan lereng (*angle of response*) setiap perbukitan sangat bervariasi tergantung dari formasi *geologi* dan penggunaan

lahannya. Jika kemiringan bertambah, tanah atau batuan akan menstabilkan kedudukannya dengan meluncur kebawah. Peristiwa ini dapat terjadi karena pengaruh alam misalnya dengan penggerusan aliran sungai dan pengaruh manusia melalui pemotongan lereng (Bapedalda Jatim, 2004).

2.3.1 Penyebab Terjadinya Longsor

Tanah longsor terjadi sebagai akibat perubahan-perubahan, baik secara mendadak atau bertahap, pada komposisi, struktur geologi, hidrologi atau vegetasi pada suatu lereng. Tanah longsor terjadi ketika kekuatan dari material yang membentuk suatu lereng dilampaui oleh tekanan lereng bagian bawah. Sehingga daya tahan lereng dapat berkurang karena : meningkatnya kandungan air yang disebabkan oleh hujan lebat atau naiknya air tanah; meningkatnya sudut lereng atau oleh erosi sungai; macetnya atau berubahnya materi-materi lereng dari kondisi cuaca dan proses alam lain. Sedangkan tekanan lereng dari bawah dapat disebabkan oleh: vibrasi gempa bumi, letusan, mesin, dan lalu lintas; Hilangnya penopang dari samping oleh gugurnya lereng sebelumnya; konstruksi dan penggalian; hilangnya vegetasi karena kebakaran, penebangan, banyaknya ladang pengembalaan, dan penggundulan hutan yang menyebabkan melemahnya partikel-partikel tanah dan erosi; Pembebanan oleh hujan, akumulasi bebatuan lemah atau materi vulkanis, beban bangunan atau rembesan dari irigasi (Sheila, 1995).

Menurut Mustofa (2006), meskipun tanah longsor merupakan gejala alam, beberapa aktifitas manusia bisa menjadi faktor penyebab terjadinya longsor,

ketika aktifitas ini beresonansi dengan kerentanan dan kondisi alam yang telah disebutkan diatas. Contoh aktifitas manusia ini adalah penebangan pepohonan secara serampangan di daerah lereng; Penambangan bebatuan, tanah atau barang tambang lain yang menimbulkan ketidakstabilan lereng; Pemompaan dan pengeringan air tanah yang menyebabkan turunnya muka air tanah, Pengubahan kemiringan kawasan (seperti pada pembangunan jalan, rel kereta atau bangunan), dan pembebanan berlebihan dari bangunan di kawasan perbukitan.

2.3.2 Karakteristik Gerakan Massa

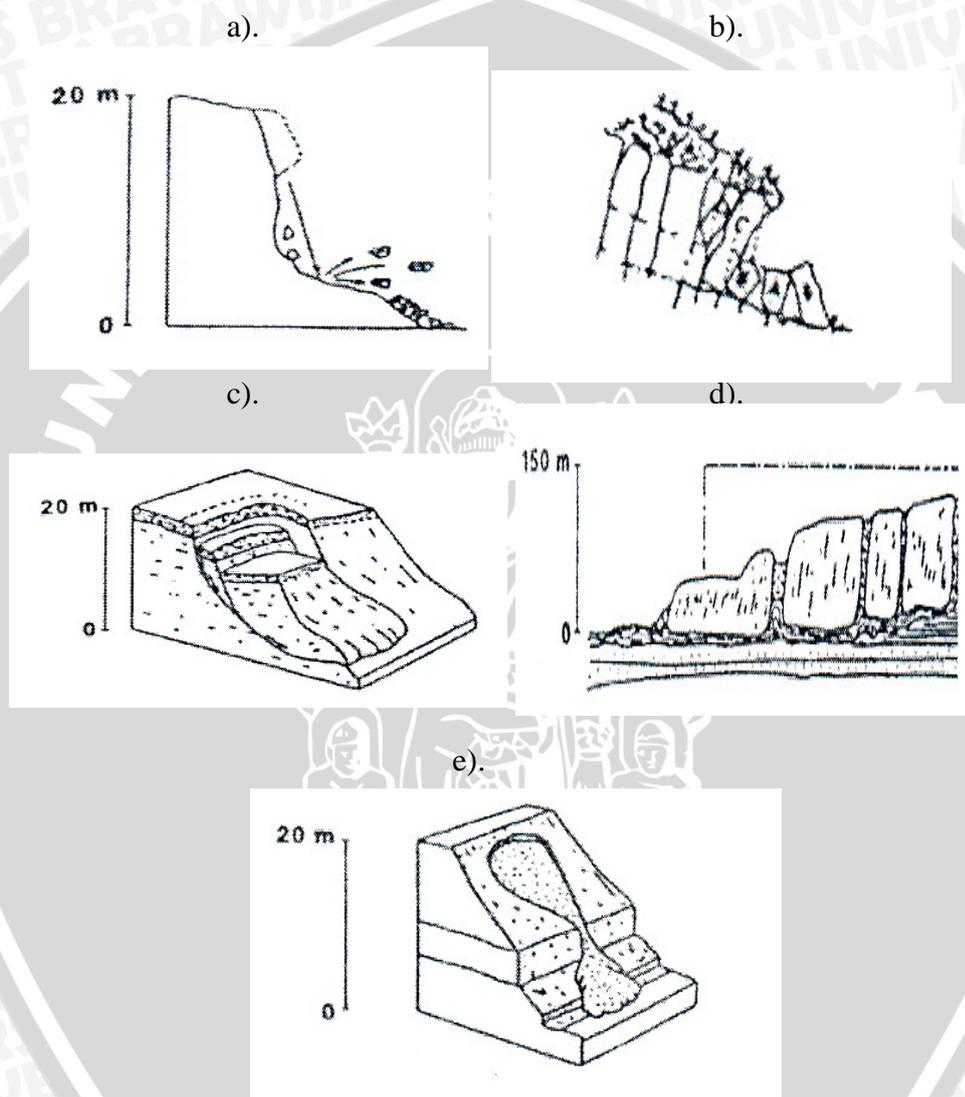
Gerakan massa (*mass movement*) merupakan gerakan massa tanah yang besar di sepanjang bidang longsor. Gerakan massa tanah ini merupakan gerakan ke arah bawah material pembentuk lereng, yang dapat berupa tanah, batu, timbunan buatan atau campuran dari aterial lain.

Menurut Cruden dan Vernes (1992 dalam Hardiyatmo,2006), karakteristik gerakan massa pembentuk lereng dapat dibagi menjadi lima macam 1) Jatuhan, 2) Robohan, 3) Longsoran, 4) Sebaran dan 5) Aliran (Gambar 2).

2.3.2.1 Jatuhan (*falls*)

Jatuhan adalah gerakan jatuh material pembentuk lereng (tanah dan batuan) di udara dengan tanpa adanya interaksi antara bagian-bagian material yang longsor. Jatuhan terjadi tanpa adanya bidang longsor, dan banyak terjadi pada lereng terjal atau tegak yang terdiri dari batuan yang mempunyai bidang-bidang

tidak menerus. Jatuhan pada tanah biasanya terjadi bila material mudah tererosi terletak diatas tanah yang lebih tahan erosi, contohnya jika lapisan pasir berada diatas lapisan lempung (Gambar 2a).



Gambar 2. Tipe gerakan longsor (Cruden dan Varnes, 1992)

- a) Jatuhan (Falls)
- b) Robohan (Topples)
- c) Longsoran (Slides)
- d) Sebaran
- e) Aliran (Flows)

Jatuhan adalah salah satu dari mekanisme erosi terutama dari tanah dengan tekstur lempung. Longsor pada tanah dengan tekstur lempung ini terjadi bila air hujan mengisi retakan dipuncak dari lereng terjal. Jatuhan yang disebabkan oleh retakan yang dalam umumnya runtuh miring kebelakang, sedangkan untuk retakan yang dangkal runtuhnya kedepan. Jatuhan batuan dapat terjadi pada semua jenis batuan dan umumnya terjadi akibat pelapukan, perubahan temperatur, tekanan air atau penggalian/penggerusan bagian bawah lereng.

2.3.2.2 Robohan (*topples*)

Robohan adalah gerakan material roboh dan biasanya terjadi pada lereng batuan yang sangat terjal sampai tegak yang mempunyai bidang-bidang ketidakmenerusan yang relatif vertikal. Tipe gerakan hampir sama dengan jatuhan, hanya gerakan batuan longsor adalah mengguling hingga roboh, yang berakibat batuan lepas dari permukaan lerengnya. faktor utama yang menyebabkan robohan adalah seperti halnya kejadian jatuhan batuan yaitu air yang mengisi retakan (Gambar 2b).

2.3.2.3 Longsoran (*slides*)

Longsoran adalah gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan geser, disepanjang satu atau lebih bidang longsor. Massa tanah yang bergerak bisa menyatu atau terpecah-pecah. Perpindahan material total sebelum longsoran bergantung pada besarnya regangan untuk mencapai

geser puncaknya dan pada tebal zona longsornya. Tergelincirnya massa tanah disebabkan karena adanya perbedaan susunan bahan diatas yang cenderung mudah meloloskan air dan bahan dibawah yang bersifat menahan air dengan bidang gelincir berupa lengkungan (Gambar 2c).

2.3.2.4 Sebaran (*spreads*)

Sebaran yang termasuk longsoran translasional juga disebut sebaran lateral (*lateral spreading*), adalah kombinasi dari meluasnya massa tanah dan turunnya massa batuan terpecah-pecah kedalam material lunak dibawahnya (Cruden dan Vernes, 1992). Permukaan bidang longsor tidak berada dilokasi terjadinya geseran terkuat. Sebaran dapat terjadi akibat penggalian yang melewati lapisan batu pasir dan serpih sampai menembus kebawah yang berupa lapisan lempung. Lempung dibagian bawah tertekan keluar akibat beban batuan yang berada diatasnya, dan retak berkembang pada lapisan batu lempung dan batupasir sejajar arah galian (Gambar 2d).

2.3.2.5 Aliran (*flows*)

Aliran adalah gerakan hancuran material kebawah lereng dan mengalir seperti cairan kental. Aliran sering terjadi dalam bidang geser relatif sempit. Material yang terbawa oleh aliran dapat terdiri dari berbagai macam partikel tanah (termasuk batu-batu besar), kayu-kayuan, ranting dan lain-lain. Aliran tanah sering terjadi pada tanah-tanah dengan tekstur lempung dan dalam kondisi jenuh

setelah terjadi hujan lebat. keruntuhan disebabkan oleh kenaikan berangsur-angsur tekanan air pori dan turunnya kuat geser tanah. Kecepatan gerakan aliran bervariasi dari lambat sampai sangat cepat, bergantung dari kemiringan lereng dan kadar air tanah (Gambar 2e).

2.4 Hubungan Pedo-geomorfologi dengan Longsor

Tubbs (1975) menjelaskan bahwa longsor pada umumnya terjadi akibat pengaruh faktor stratigrafi. Stratigrafi ini merupakan pelapisan material penyusun tanah akibat proses-proses geomorfologi, terutama sedimentasi karena pengaruh proses erosi. Stratigrafi ini dapat berupa lapisan tanah dan lapisan batuan. Batuan yang memiliki kohesitas tinggi dan kedap air kurang dapat berfungsi dengan baik pada sistem resapan air. Lapisan batuan ini antara lain lempung/tuff (abu gunung berapi yang telah mengeras) yang banyak dijumpai di wilayah Indonesia. Batuan kedap air tersebut akan berfungsi sebagai bidang luncur ketika beban batuan dan tanah di atasnya menjadi berlebih. Jika suatu daerah didominasi batuan ini, biasanya cenderung rentan terhadap tanah longsor (Darsoprajitno, 1997).

Tanah longsor merupakan suatu bentuk proses perpindahan massa yang banyak ditemukan pada lereng-lereng curam gunung berapi, karena daerah ini berkembang dari bahan kerikil pumice yang bersifat porus. Kemiringan lahan juga merupakan faktor penting yang menentukan terjadinya longsor, banyak terjadi pada kemiringan lebih dari 30° (Team Jurusan Tanah dan Nuffic, 1984).

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini merupakan bagian dari program hibah penelitian PHK-A2 Jurusan Tanah Universitas Brawijaya, Malang pada tahun ketiga atau 2006. Pelaksanaan dimulai bulan Juli 2006 sampai Januari 2007 dengan daerah penelitian Daerah Aliran Sungai Konto Hulu di wilayah administratif Kecamatan Pujon yang mencakup desa Pujonkidul, Bendosari, Tawang Sari serta desa Wiyurejo. Analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Kimia serta pembuatan peta dilaksanakan di Laboratorium Pedologi, Penginderaan Jauh dan Pemetaan Jurusan Tanah.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terbagi dalam, survei lapangan dan pengolahan data, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Alat dan Bahan Penelitian.

Jenis kegiatan	Alat	Bahan
Persiapan	-	<ul style="list-style-type: none"> • Peta Rupa Bumi skala 1 : 25.000 • Peta Kelerengan skala 1 : 50.000 • Peta Geologi skala 1:50.000
Survei Lapangan	<ul style="list-style-type: none"> • Survey set lengkap • GPS 	<ul style="list-style-type: none"> • Air • Form LRREP II
Pengolahan Data	<ul style="list-style-type: none"> • Seperangkat komputer dengan Software Ms Office, Arc View 	

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi tahap persiapan, pra survei, survei lapangan dan analisis laboratorium, pengolahan data dan pembuatan laporan.

3.3.1 Tahap Persiapan

- a. Pengumpulan data penunjang penelitian seperti data iklim dan peta serta mengurus perijinan di daerah penelitian baik instansi maupun ke pemilik lahan.
- b. Menyiapkan rencana kerja serta penyediaan alat dan bahan untuk keperluan survei lapangan.

3.3.2 Pra Survei

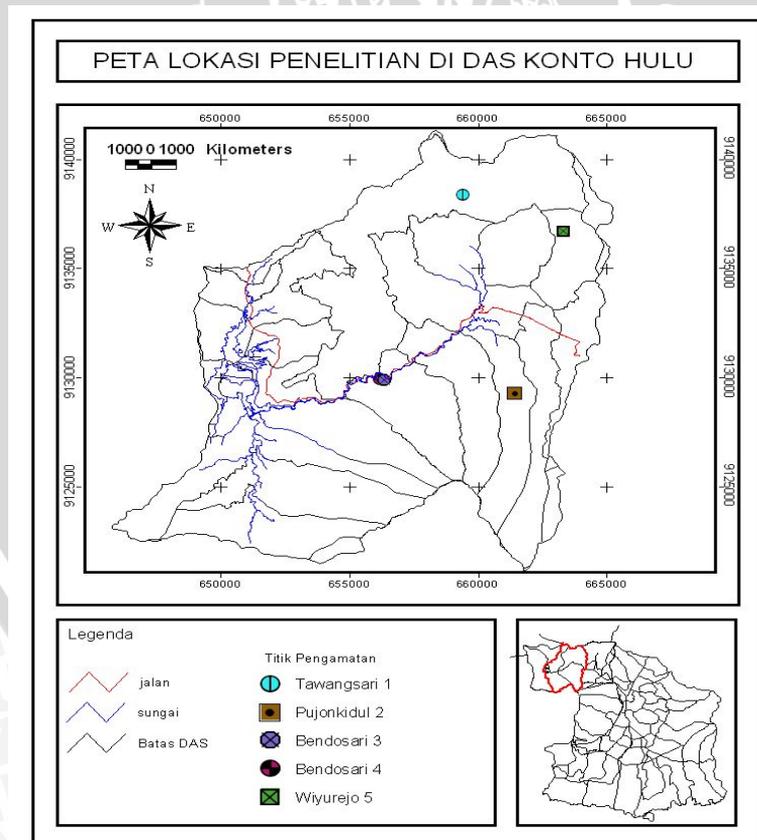
Pra survei dilakukan untuk melakukan pengenalan medan serta pengecekan kondisi aktual daerah penelitian terkait longsor. Pekerjaan yang dilakukan selama pra survei yaitu :

- 1 Pengamatan terutama pada tempat yang pernah terjadi longsor yaitu di Daerah Aliran Sungai Konto Hulu di wilayah administratif Kecamatan Pujon yang mencakup desa Pujonkidul, desa Bendosari, desa Tawangsari serta desa Wiyurejo.
- 2 Pengamatan berdasar kejadian longsor menurut besar volume serta berdasar perbedaan landform, kelerengan, geologi serta penggunaan lahan.

3.3.3 Penentuan Titik Pengamatan

Penelitian ini merupakan penelitian spesifik dilokasi terjadinya longsor. Dari hasil pra survei pada masing-masing desa perwakilan tersebut diambil satu titik pengamatan utama (profil). Penelitian ini untuk mengetahui proses pedogenesis yang terjadi dalam hubungannya dengan geomorfologi daerah penelitian serta pendugaan longsor apakah ada keterkaitan kejadian longsor dan proses pedogenik yang terjadi.

Berikut peta lima titik pengamatan longsor di daerah aliran sungai Konto Hulu (Gambar 3).

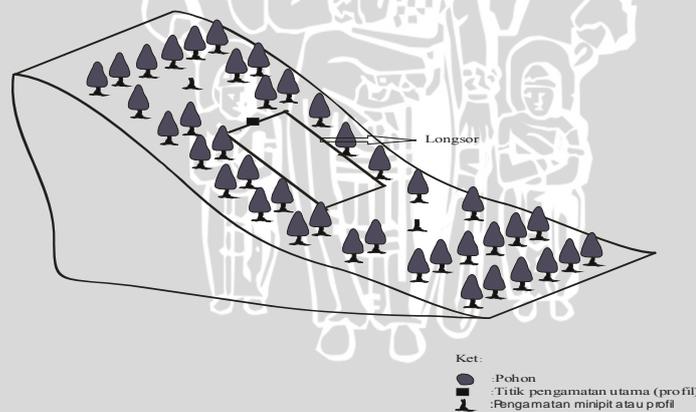


Gambar 3. Peta lima titik lokasi pengamatan longsor 1) Tawang Sari; 2) Pujonkidul, 3) Bendosari, 4) Bendosari dan 5) Wiyurejo.

3.3.4 Tahap Survei Lapangan

Pada tahap ini dilakukan survei lapangan pada masing-masing titik perwakilan menggunakan sistem survei fisiografis yaitu survei pada daerah terjadinya longsor yang dianggap mewakili baik dari segi geologi, landform, penggunaan lahan maupun kelerengan untuk dilakukan deskripsi profil tanah sehingga dapat diketahui morfologinya. Kemudian dari satu titik tersebut diambil beberapa titik perwakilan di sekitar kejadian longsor untuk mengetahui pola dari horizonisasi, kedalaman solum tanah, tekstur dan vegetasi yang dominan sehingga dapat memberikan informasi tentang proses perkembangan tanah dan geomorfologi yang terjadi dalam hubungannya dengan longsor.

Berikut sketsa penentuan titik pengamatan dilapangan pada daerah tempat terjadinya longsor (Gambar 4).



Gambar 4. Sketsa pengambilan titik pengamatan

3.3.5 Deskripsi Tanah dan Pengambilan Contoh Tanah

Sebelum pengambilan contoh tanah, dilakukan deskripsi profil untuk menentukan susunan, batas dan simbol horizon, warna tanah dan data morfologi

lain. Pengambilan contoh tanah pada masing-masing profil perwakilan diambil contoh tanah utuh tiap-tiap horizon kemudian dilakukan analisis laboratorium sehingga diketahui sifat fisik dan kimia tanah sebagai petunjuk penting klasifikasi tanah dan pedogenik. Dari hasil tersebut, diharapkan hubungan hasil proses pedogenik dengan faktor penyebab terjadinya longsor dapat diketahui. Pengambilan contoh tanah berdasarkan pada Petunjuk Teknis Pengamatan Tanah Balai Penelitian Tanah (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 2004).

3.3.6 Analisis Laboratorium

Sampel tanah dari lapangan kemudian dianalisis di Laboratorium Kimia dan Fisika Tanah. Metode serta jenis analisis dapat dilihat pada Table 2. Data dari analisis tersebut merupakan petunjuk penting guna klasifikasi tanah dan untuk mengetahui proses pedogenik yang terjadi.

Tabel 2: Analisis Laboratorium yang dilakukan meliputi:

Jenis Analisa	Metode
Analisa kimia tanah	
• pH H ₂ O	Elektrode pH Meter
• C-organik	Walkey Black
• KTK	NH ₄ Oac IN pH 7
• Kejenuhan Basa	$\sum(\text{Ca, Mg, K, Na})/\text{KTK} * 100\%$
• Ca dan Mg	NH ₄ Oac IN pH 7
• K dan Na	Titrasi EDTA
Analisa fisika	
• BI	Ring Volumetrik
• Tekstur	Pipet dengan pendispersi Natrium Pirofosfat(Na ₄ Po ₇)

3.3.7 Klasifikasi Tanah

Dari hasil pengamatan morfologi tanah, keadaan fisik lingkungan dan hasil analisis laboratorium kemudian di klasifikasikan pada tingkat sub group. Sistem

klasifikasi tanah yang digunakan adalah sistem yang dikeluarkan oleh USDA dengan pedoman KEYS TO SOIL TAXONOMY edisi II cetakan I Oktober tahun 1999 oleh Soil Survey Staff.

3.3.8 Pengolahan Data dan Penulisan Skripsi

Pengolahan data dilakukan dengan memasukkan data pengamatan tanah dari lapangan dan data hasil analisis laboratorium, hasil analisis contoh tanah dipergunakan untuk mendukung klasifikasi tanah dan disajikan dalam bentuk tabel (Lampiran 1).



IV. KONDISI UMUM DAERAH PENELITIAN

4.1 Kondisi Geografis

DAS Konto Hulu terletak di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Kira-kira 23 Km barat daya kota Malang antara 642500 mU sampai 667500 mU dan 9140500 mT sampai 9126000 mT pada zona 49 M. Wilayahnya meliputi Kecamatan Pujon dan kecamatan Ngantang. Secara administratif sebelah utara berbatasan langsung dengan Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Jombang, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Blitar, sebelah timur berbatasan dengan Kota Batu dan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Kandangan Kabupaten Kediri.

4.2 Geologi

Daerah penelitian meliputi 6 satuan geologi yaitu : 1). **Qpvp**: batuan Gunungapi parasit tua 2). **Qpkb** batuan Gunungapi Kawi-Butak 3). **Qpat** batuan Gunung api Anjasmara Tua 4). **Qpvk** batuan Gunungapi Kelud Tua 5). **Qvk** batuan Gunungapi Kelud Muda 6). **Qpva** batuan Gunungapi Anjasmara (Peta Geologi Direktorat Jendral Geologi dalam Santoso, 1992)

Qpat memiliki komposisi breksi gunungapi tua, lava, tuf dan retas. Batuan Gunungapi Anjasmara Tua ini dianggap sebagai batuan gunungapi Kwartir Tua didaerah ini dan sebagai alas (*basement*) dari batuan gunungapi yang lebih muda. Umurnya diduga Plistosen Awal-Tengah (Santoso, 1992) dan tertindih oleh

batuan Gunungapi Anjasmara Muda dan Batuan Gunungapi Kawi-Butak. Luas Qpat di DAS Konto Hulu mencapai 11.978 hektar. Satuan geologi ini menduduki kawasan yang paling luas di DAS Konto Hulu.

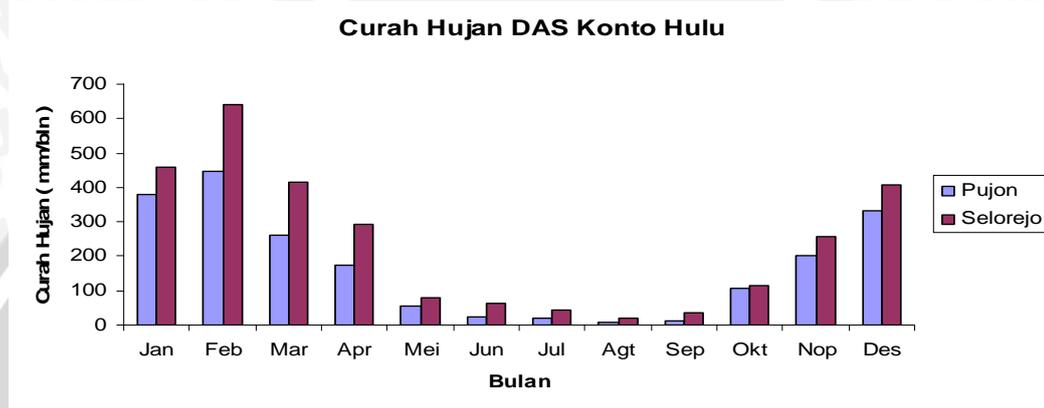
Satuan Geologi terluas kedua dengan luas 7.880 hektar adalah Qpkb. Qpkb terdiri atas breksi gunungapi, lava, tuf dan lahar. Batuan gunungapi ini diduga berumur plistosen tengah-pleistosen akhir dan tertindih oleh batuan Gunungapi Kelud serta menindih Batuan Gunungapi Anjasmara Tua. Satuan geologi lain penyusun DAS Konto Hulu adalah Qpva yang terdiri atas breksi gunungapi, tuf, lava dan lahar. Luasan Qpva ini adalah 1.830 hektar.

Geologi ini mempengaruhi longsor secara langsung yaitu dengan terbentuknya stratifikasi batuan yang merupakan bahan induk tanah sehingga dihasilkan jenis tanah tertentu sesuai proses yang mempengaruhinya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa longsor umumnya terjadi pada satuan geologi Qpat dan Qpkb. (Lampiran 4.1).

4.3 Iklim, Rejim Suhu dan Kelembapan Tanah

Data curah hujan diperoleh dari dua stasiun klimatologi, yaitu stasiun klimatologi Selorejo dan stasiun klimatologi Kedungrejo Desa Bendosari. Stasiun klimatologi Selorejo (630 mdpl), tersebut berlokasi di dekat waduk Selorejo dan stasiun klimatologi Kedungrejo (902 mdpl), berlokasi di desa Bendosari kecamatan Pujon. Data curah hujan didapatkan dalam kurun waktu 10 tahun mulai tahun 1996 sampai dengan tahun 2005. Data yang didapat menunjukkan bahwa curah hujan di DAS Konto Hulu adalah cukup tinggi. Di stasiun Selorejo

tercatat curah hujan tahunan mencapai 2352 mm per tahun. Di stasiun klimatologi Kedungrejo Pujon curah hujan tahunan hanya 1691 mm per tahun. Pada puncak musim hujan, rata-rata hujan bulanan di Selorejo sekitar 485 mm dibandingkan di Pujon hanya menerima 150 mm (Gambar 5).



Gambar 5. Rerata Curah Hujan Bulanan DAS Konto Hulu Tahun 1995-2005
Sumber : BMG Stasiun Klimatologi Karangploso 2007.

Berdasarkan data iklim daerah penelitian dapat digolongkan dalam zone agroklimat C menurut klasifikasi Oldeman dengan 6 bulan basah secara berturut-turut. Pembagian zone oleh Oldeman ini didasarkan pada kebutuhan air persawahan dan palawija. Sedangkan menurut klasifikasi Schmidt-Ferguson, DAS Konto digolongkan dalam zone agroklimat D atau tipe iklim sedang.

Suhu rata-rata daerah Ngantang adalah 22.2 °C, sedangkan daerah Pujon adalah 20.4 °C. Evapotranspirasi daerah Ngantang rata-rata 110 mm/bulan, sedangkan daerah Pujon rata-rata hanya 75 mm/bulan. Hal ini mengakibatkan status kandungan air dalam siklus hidrologi yang hampir sama antara daerah Ngantang dan daerah Pujon. Hal ini didukung pula dengan kecepatan angin yang

berbeda antar kedua kecamatan. Kecepatan angin rata-rata daerah Ngantang 31.2 km/jam sedangkan daerah Pujon hanya 27.5 km/jam.

4.4 Geomorfologi

4.4.1 Landform

Secara umum landform yang terdapat di DAS Konto terdiri dari empat landform utama yaitu berdasarkan penelitian terdiri dari : 1) Landform Alluvial, 2). Dataran antar volkan, 3). Perbukitan Volkanik, dan 4). Pegunungan Volkanik (Team Jurusan Tanah dan Nuffic 1984)

Landform alluvial meliputi lembah alluvial, umumnya sempit dan lembah koluvial, berbentuk -U atau cekung dan tanpa teras. Sedangkan pada dataran antar volkan terdapat dua dataran yaitu : (1) dataran pujon yang merupakan dataran yang melandai dan agak cekung, antara G. Kawi dan G. Anjasmoro dan (2) dataran Ngantang, antara G. Kawi, G. Kelud dan gugusan Anjasmoro.

Dataran Pujon dibedakan dua macam dataran berdasarkan elevasinya yaitu : (1) dataran tinggi (1150 - 1225 mdpl) dan (2) dataran sedang (950 - 1175 mdpl). Sebagian besar daerah aliran sungai ini termasuk daerah perbukitan volkan kira-kira 50%. Kebanyakan daerah berbukit adalah denudasional. Meskipun demikian kaki bukit koluvial, kaki lereng dan kerucut vulkanik tunggal yang kecil juga termasuk. Kebanyakan daerah bukit merupakan hutan buatan atau alami, atau mempunyai vegetasi semak sedang lahan yang agak landai umumnya digunakan sebagai tanah tegalan.

Pegunungan vulkanik terdapat pada lereng bagian atas dan bagian tengah yang curam dari G.Kawi dan G.Kelud, serta puncak-puncak tertinggi dari

pegunungan Anjasmoro merupakan bentuk lahan bergunung. Sebagian besar tanah sangat tertoreh dengan jurang dalam bentuk-V. Beberapa satuan bentuk lahan dapat dikenali seperti : punggung, plato, lereng gunung yang terjal dan bekas-bekas longsor tanah (Lampiran 4.2).

4.4.2 Lereng

Lereng di DAS Konto sangat bervariasi hal ini dapat diinterpretasikan dari bentuk landform diatas. Pada umumnya lereng landai sampai datar banyak ditemukan pada dataran antar volkan atau berkisar antara 3-15%. Pada perbukitan volkan kelerengan bisa mencapai 60%, bahkan pada bentuk wilayah yang sangat curam dibagian atas kelerengan bisa mencapai lebih dari 75% (Lampiran 4.3).

4.4.3 Tanah

Semua tanah dari daerah ini berkembang berasal dari bahan-bahan vulkanik namun tingkat perkembangan tanahnya masih cenderung muda. Jenis tanah yang terdapat di daerah penelitian adalah Inceptisol, Entisol, Mollisol dan Alfisol. Umumnya tanah didaerah ini banyak yang berkembang dari abu yang diendapkan kembali atau dari abu kasar serta kerikil (batu apung), terutama pada lereng-lereng Gunung Kelud. Pada permukaan yang sangat curam dimana erosi (alami) intensif bahan abu ini seringkali tipis dan tanah-tanah yang terbentuk akibat dari proses pelapukan batuan tuff atau andesit yang ada dibawahnya.

Tanah umumnya terbentuk dari permukaan ke arah bawah melalui pelapukan, transformasi, pencucian dan illuviasi. Pada daerah vulkanik perkembangan tanah juga cenderung juga membentuk ke arah atas seiring berjalannya waktu proses penambahan yang berulang-ulang dari abu baru dapat terjadi dan sehingga banyak tanah dari daerah ini mempunyai dua atau lebih orde tertimbun dalam profilnya (Lampiran 4.4).

4.4.4 Hidrologi

Daerah penelitian terdiri dari tiga daerah tangkapan air (*catchment*) yakni Kali Konto dengan luas areal 13.700 ha; Kali Kwayangan dengan luas areal 5.300 ha dan Kali Pinjal dengan luas areal 4.300 ha. Ketiga daerah tangkapan air ini bertemu di bendungan Selorejo.

Kondisi hidrologi yang meliputi debit air dan pergerakan air (siklus hidrologi) secara tidak langsung berpengaruh terhadap terjadinya longsor di DAS Konto. Dimana kecepatan infiltrasi dan permeabilitas berperan di dalamnya. Kedua faktor tersebut dipengaruhi oleh bahan induk yang menyusunnya dimana bahan induk yang berasal dari abu vulkanik bersifat sangat porous, mempunyai permeabilitas tinggi dan merupakan penahan air yang baik. Batuan andesitik yang rapuh dan melapuk maupun hasil sortasi bahan pumice kasar juga merupakan media yang dapat menahan air dengan baik. Dilain pihak breksi dan konglomerat vulkanik yang kompak dan agak tersemen (pejal) agak kurang baik sebagai penahan air dan tuff vulkanik (abu yang tersemen dan mantap) merupakan penahan air yang jelek meskipun porositasnya tinggi.

Sebagian besar mata air di daerah penelitian dijumpai pada daerah kontak antara lapisan abu vulkanik yang permeabel dan lapisan tuff dibawahnya, atau lapisan breksi dan konglomerat (bahan lahar yang tersementasi dan tertimbun). Sehingga lapisan permeabel atau kedap tersebut dapat juga diduga sebagai faktor yang mempengaruhi terjadinya longsor di DAS Konto Hulu (Lampiran 4.5).

4.4.5 Erosi

Erosi merupakan suatu proses alami. Menurut ahli geomorfologi peristiwa ini merupakan bagian dari perkembangan bentang lahan yang normal. Di DAS Kali Konto Hulu yang termasuk lingkungan tropika basah dimana terdiri dari beberapa puncak gunung mengelilingi suatu dataran, maka dataran tersebut selalu mengalami pengikisan sehingga tertoreh dengan cepat. Proses penorehan ini mengakibatkan terbentuknya lembah-lembah yang berlereng curam, dimana banyak terjadi tanah longsor, batuan longsor yang merupakan suatu gejala pengikisan yang efektif. Suatu ketika bila lereng sudah mencapai kemiringan tertentu proses perpindahan massa tanah yang demikian ini berkurang dan lereng menjadi lebih stabil. Pedoman sudut kemiringan lereng ini tergantung dari sifat bahan induk dan endapan, keadaan iklim dan hidrologi serta vegetasi penutupnya.

Di DAS Kali Konto Hulu erosi air adalah yang paling aktif terjadi yang disebabkan karena pengaruh air hujan. Bilaman curah hujan sebagian besar tidak dapat masuk kedalam tanah (infiltrasi), sisanya akan melimpas di permukaan sehingga menyebabkan timbulnya erosi dan membentuk sistem drainase di daerah itu. Secara umum peristiwa longsor yang terjadi di DAS Konto bila curah hujan

yang tinggi pada musim penghujan menjenuhi seluruh horizon tanah, sehingga air berperan sebagai pelumas yang bisa menyebabkan tergelincirnya massa tanah ke bawah dan bila didukung adanya lapisan yang kurang permeabel dari batuan atau tuff juga merupakan faktor yang mempengaruhi dalam proses terjadinya longsor.

4.4.6 Penggunaan Lahan

Dari seluruh daerah aliran sungai Kali Konto seluas 23.325 ha, maka secara umum penggunaan lahan saat ini dapat digolongkan menjadi tiga kelompok besar yakni hutan, pertanian (sawah dan tegalan) dan agroforestry dengan luas lahan 6.725 ha berupa hutan alami, 1.090 berupa hutan perkebunan dan semak belukar seluas 7.810 ha. Sedangkan lahan pertanian berupa areal sawah seluas 2.160 ha, pertanian lahan kering 3.785 ha, desa dan pekarangan seluas 1.475 ha.

Vegetasi yang terdapat di daerah penelitian sangat beragam, di daerah hutan banyak ditemukan tanaman pinus, eucalyptus damar dan calliandra. Pada areal pertanian di daerah Ngantang penduduk lebih banyak memanfaatkan lahannya untuk tanaman perkebunan berupa kopi dan palawija. Sedang di wilayah Pujon daerah yang mendapatkan pengairan secara teratur atau musiman penggunaan lahan yang utama sayur-sayuran (kubis, wortel, tomat dan bawang). Untuk sistem agroforestry sendiri, sebenarnya mempunyai tujuan melestarikan sumberdaya alam dan peningkatan taraf hidup petani sekitar hutan. Yaitu petani diberi kesempatan mengelola tanah disela-sela tanaman tahunan yang diremajakan

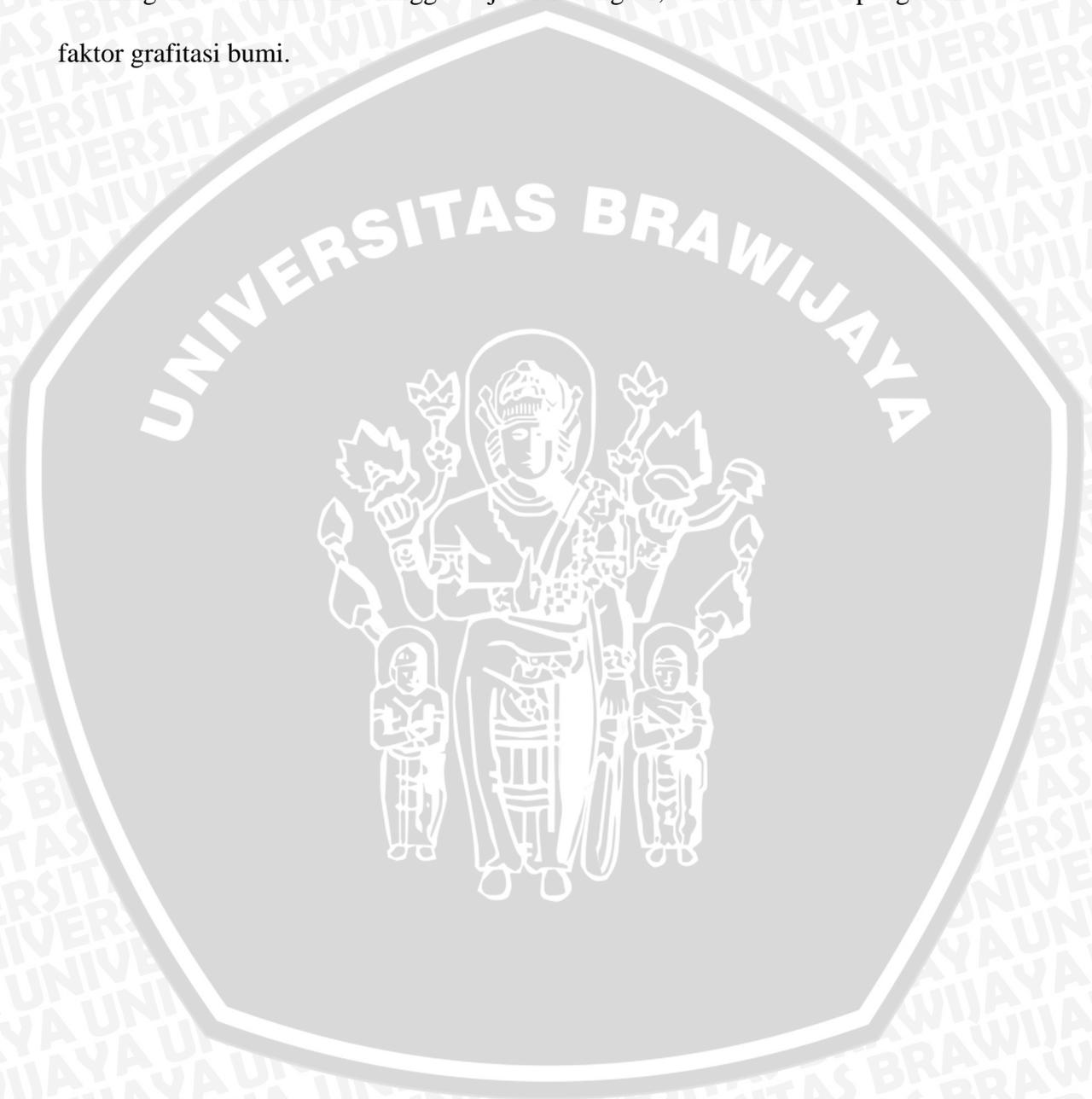
sehingga diharapkan ada hubungan timbal balik antara petani dan perhutani (Lampiran 4.6).

4.5 Deskripsi Lokasi Longsor

Suatu bentang lahan yang masih muda sebagaimana di DAS Konto Hulu yang terdiri dari beberapa puncak gunung mengelilingi dataran, maka proses pengikisan oleh air menjadi faktor utama dalam pembentukan lahan dan akan berjalan cepat. Hasil pengikisan berupa lembah-lembah yang berlereng curam, dimana banyak terjadi tanah longsor, batuan longsor dan erosi yang merupakan gejala pengikisan yang aktif.

Dari hasil pengamatan, longsor terjadi pada bentuk lahan punggung gunung, dataran tinggi dan plato, dataran sedang dan plato dan lereng-lereng bukit dengan kelerengan diatas 30° , pengaruh bentuk lahan ini dapat memicu terjadinya longsor dengan cara memodifikasi lereng, mempengaruhi sebaran jenis tanah, keadaan iklim, hidrologi, penggunaan lahan dan bahan induk. Bahan induk banyak didominasi oleh abu vulkan muda dengan tekstur berlempung dan tanah yang terbentuk bersifat sangat porus atau mudah meloloskan air. Di bawah lapisan abu vulkanik terdapat lapisan yang berasal dari batuan andesitik, pelapukan tuff dan breksi yang kompak dan agak tersemen (pejal). Di daerah pengamatan Bendosari 3 di bagian bawah longsor ditemukan mata air yaitu pada daerah kontak antara lapisan tanah dan lapisan batuan induk dibawahnya. Adanya perselingan lapisan ini dapat memicu terjadinya longsor karena pergerakan air menjadi terhambat oleh batuan induk sehingga aliran air akan terakumulasi diatas batuan induk yang

berakibat menambah beban tanah dan dapat pula berakibat merubah aliran air yang semula vertikal (infiltrasi) berubah menjadi aliran horisontal searah kemiringan batuan induk sehingga terjadilah longsor, selain karena dipengaruhi faktor grafitasi bumi.



Tabel 3. Kondisi Biofisik dan Bentang Lahan Lokasi Penelitian

Lokasi	Tawangsari	Pujonkidul	Bendosari	Bendosari	Wiyurejo	
Kode Profil	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
Ketinggian (mdpl)	1450	1181	1050	1032	1245	
Bentuk Lahan	Punggung gunung	Dataran tinggi dan plato	Dataran sedang dan plato	Dataran sedang dan plato	Lereng-lereng bukit	
Kelerengan (°)	45	44	40	40	38	
Arah Lereng	Barat Laut	Tenggara	Barat Daya	Barat Daya	Timur Laut	
Relief mikro	Teras	Teras	Teras	Teras	Teras	
Arah Lokasi	2.5 km Barat Daya desa Tawangsari	500 m dari dusun Tulungrejo Pujonkidul	500 m dari pangkalan ojek Bendosari	500 m dari pangkalan ojek Bendosari	3 Km dari kantor desa Wiyurejo	
Bahan Induk	Abu vulkan muda	Abu vulkan muda	Abu vulkan dan pelapukan tuff	Abu vulkan dan pelapukan tuff	Abu vulkan muda	
Kelas Drainase	Baik, permeabilitas sedang, run off cepat	Baik, permeabilitas sedang, run off cepat	Baik sampai agak baik, permeabilitas cepat, run off cepat	Baik sampai agak baik, permeabilitas cepat, run off cepat	Baik, permeabilitas sedang, run off cepat	
Erosi	lembar-ringan, alur-sedang	lembar-ringan, alur-sedang	lembar-ringan, alur-sedang	lembar-ringan, alur-ringan	lembar-sedang, alur-ringan	
Penggunaan Lahan	Semak	Semak	Semak, hutan campuran	Semak, hutan campuran	Tanaman semusim	
Pengolahan Tanah	Tradisional	Tradisional	Tradisional	Tradisional	Tradisional	
Tingkat Kerawanan Longsor (Sumber Dhina 2006)	Potensial	Potensial	Rawan	Rawan	Potensial	
Vegetasi	Jenis	Rumput gajah	Jagung, rumput gajah Pinus	Rumput gajah	Rumput gajah, bendo	Apukat, jagung
	Kenampakan	Baik	Sedang- baik	Baik	Baik	Baik



V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Identifikasi Longsor

Hasil identifikasi longsor di lapangan yang diukur dan diamati pada setiap titik ditunjukkan pada Tabel 4. Pengamatan yang dilakukan meliputi posisi lereng, ketinggian tempat, bentuk lahan, relief, kelerengan, bentuk lereng, arah lereng dan bahan induk.

Tabel 4. Bentang Lahan 5 Titik Pengamatan Longsor.

Lokasi	Tawang Sari	Pujon Kidul	Bendosari	Bendosari	Wiyurejo
Kode Profil	1	2	3	4	5
Deskripsi Posisi	Lereng Atas	Lereng Atas	Lereng Atas	Lereng Atas	Lereng Atas
Ketinggian (mdpl)	1450	1181	1050	1032	1245
Bentuk Lahan	Punggung gunung	Dataran tinggi dan plato	Dataran sedang dan plato	Dataran sedang dan plato	Lereng-lereng bukit
Relief	Bergunung	Bergunung	Berbukit	Berbukit	Bergunung
Kelerengan (°)	45	44	40	40	38
Bentuk Lereng	Cembung	Cembung	Cekung	Cekung	Cembung
Arah Lereng	Barat Laut	Tenggara	Barat Daya	Barat Daya	Timur Laut
Bahan Induk	Abu vulkan muda	Abu vulkan muda	Abu vulkan dan pelapukan tuff	Abu vulkan dan pelapukan tuff	Abu vulkan muda

Suatu bentang lahan yang masih muda sebagaimana di DAS Konto Hulu yang terdiri dari beberapa puncak gunung mengelilingi dataran, maka proses pengikisan oleh air menjadi faktor utama dalam pembentukan lahan dan berjalan

dengan cepat. Hasil pengikisan berupa lembah-lembah yang berlereng curam, dimana banyak terjadi tanah longsor, batuan longsor dan erosi yang merupakan gejala pengikisan yang aktif.

Dari hasil pengamatan lapangan pada titik Tawangsari 1, longsor terjadi pada posisi lereng atas, bentuk lahan punggung gunung, relief bergunung, bentuk lereng cembung dengan kelerengan 45° . Berdasarkan ciri-ciri lapangan menurut Vernes (1958) dalam Hardiyatmo (2006) termasuk longsor dengan jenis jatuhan yaitu gerakan jatuh material pembentuk lereng (tanah atau batuan) dengan tanpa adanya interaksi antara bagian-bagian yang longsor dan banyak terjadi pada lereng-lereng yang terjal atau tegak. Pada titik pengamatan Pujonkidul 2, berada pada posisi lereng atas, bentuk lahan dataran tinggi dan plato, relief bergunung, bentuk lereng cembung dan kelerengan 44° . Pujonkidul 2 termasuk longsor dengan jenis longoran yaitu gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan geser, sepanjang satu atau lebih bidang longsor. Hal itu dicirikan dengan bentuk longoran melengkung yang mengindikasikan adanya bidang luncur yang berasal dari bahan yang di bawah.

Titik Bendosari 3 berada pada posisi lereng atas, bentuk lahan dataran sedang dan plato, relief berbukit, bentuk lereng cekung dengan kelerengan 40° . Titik ini termasuk longsor jenis longoran, yaitu dicirikan dengan adanya kemungkinan adanya kegagalan bidang geser antara bahan tanah diatas dengan dibawahnya. Begitu juga dengan titik Bendosari 4 termasuk dalam jenis longsor, longoran yaitu berada pada posisi lereng atas, bentuk lahan dataran sedang dan plato, relief berbukit, bentuk lereng cekung dan kelerengan 40° . Adanya

kegagalan geser dicirikan dengan ditemukannya sebaran batu pada bekas longsor dan pada lereng bawah ditemukan mata air yang mengalir pada batuan induk.

Wiyurejo 5 termasuk longsor dengan jenis jatuhan dimana pengaruh bentuk lahan begitu nyata yaitu pada lereng-lereng bukit, posisi lereng atas, relief bergunung, bentuk lereng cembung dengan kelerengan diatas 38° . Jatuhan merupakan jenis longsor dengan tanpa adanya interaksi antara bagian material yang longsor dan banyak terjadi pada lereng terjal atau tegak yang hal ini sesuai dengan kondisi dilapangan sesuai ciri-ciri diatas. Pengaruh bentuk lahan sendiri yaitu dapat memicu terjadinya longsor dengan cara memodifikasi lereng, mempengaruhi sebaran jenis tanah, keadaan iklim, hidrologi, penggunaan lahan dan bahan induk.

Longsor di DAS Konto Hulu rawan terjadi pada lereng curam yang biasanya berada pada batuan bresika andesit yang tertutup bahan tanah dengan kelerengan diatas 30° , didukung dengan adanya curah hujan yang tinggi dalam kurun waktu yang lama. Bahan induk umumnya banyak didominasi oleh abu vulkan muda dengan tekstur berlempung dan tanah yang terbentuk bersifat sangat porus. Di bawah lapisan abu vulkanik terdapat lapisan yang berasal dari batuan andesitik, pelapukan tuff dan breksi yang kompak dan agak tersemen (pejal). Di daerah survei ditemukan mata air yaitu pada daerah kontak antara lapisan abu vulkan yang permeabel dan lapisan tuff dibawahnya, atau lapisan breksi yang tidak permeabel. Adanya perselingan lapisan ini dapat memicu terjadinya longsor karena pengaruh pergerakan air.

5.2 Analisis Kejadian Longsor

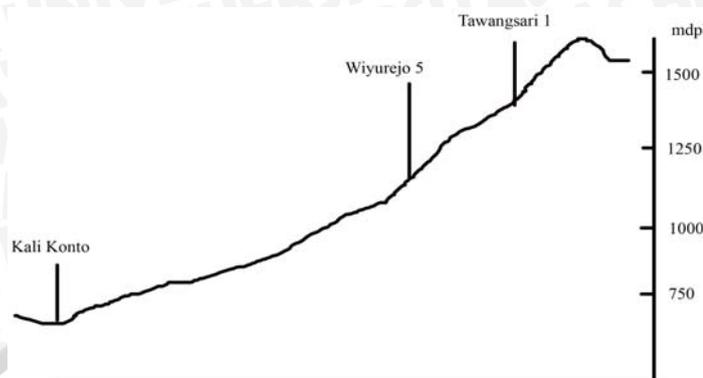
Dari Gambar 6 skematik proses pedo-goemorfologi yang terjadi bersamaan menurut Dalrymple, 1977 (dalam Schaetzl and Anderson, 2005) dapat dijelaskan posisi lima titik pengamatan longsor yaitu berada posisi unit lahan 3 untuk titik pengamatan Tawangsari 1, Pujonkidul 2 dan Wiyurejo 5. Sedangkan titik Bendosari 3 dan 4 berada pada unit lahan 5.



Gambar 6. Posisi lima titik pengamatan longsor berdasar pembagian 9 unit lahan menurut Dalrymple (1977) (dalam Schaetzl and Anderson, 2005).

5.2.1 Tawangsari 1

Titik tawangsari 1 berada pada ketinggian 1450mdpl, kelerengan 45° dengan bentuk lereng cembung, bahan induk abu vulkan muda dan landform hillslopes dengan relief bergunung merupakan daerah pengaruh vulkanik yang sangat potensial untuk terjadinya longsor.



Gambar 7. Posisi titik pengamatan Tawangsari 1 dan Wiyurejo 5.

Dari penelitian Mustikaningrum (2006), disebutkan bahwa pengaruh faktor kelerengan sangat besar terhadap terjadinya tanah longsor. Hal ini karena derajat kemiringan lereng yang curam berpengaruh terhadap kestabilan tanah sehingga mudah terangkut atau tidaknya akibat pergerakan air sehingga menyebabkan aliran permukaan lebih besar dari pada infiltrasi. Dari hasil analisis Tabel 5 didapatkan sebaran persentase liat dalam satu profil tanah menunjukkan proses pedogenik yaitu eluviasi-illuviiasi dimana dari atas ke bawah persentase liat semakin meningkat. Persentase debu cenderung meningkat dari atas ke bawah dan mengalami penurunan pada horizon BC. Sedangkan persentase pasir mengalami fluktuasi yang signifikan pada horizon Bw2. Secara umum dari data Tabel 5 menunjukkan nilai C-organik yang tinggi pada horizon A, dan menurun seiring kedalaman pada horizon Bw1, Bw2 dan BC. Semakin ke bawah nilai kapasitas tukar kation naik dan menurun pada horizon BC, nilai kejenuhan basa meningkat dengan bertambahnya kedalaman. Berat isi yang ringan pada semua horizon yaitu di bawah 1 gr/cm^3 , dari Horizon A sampai BC dan berbeda dengan persentase kadar air yaitu meningkat dengan bertambahnya kedalaman dari horizon A, Bw1 dan Bw2 (8.84%, 37.2% dan 40.7%), kemudian pada Horizon

BC menurun menjadi 16.4%. Sebaran tekstur yang ada yaitu horizon A, Bw1 dan Bw2 bertekstur lempung berdebu sedangkan horizon BC bertekstur lempung. Perubahan kondisi diatas dipengaruhi oleh adanya pergerakan air yang meresap ke dalam tanah. Pergerakan air dapat membawa serta ion-ion tanah dari lapisan atas dan diendapkan di lapisan bawah atau jika terdapat lapisan tanah yang bersifat keras dan sulit dilalui air sehingga air akan terakumulasi diatas lapisan tersebut. Perubahan nilai persentase kadar air dari atas ke bawah dapat dipakai sebagai indikator pendugaan terjadinya longsor yaitu pada horizon Bw2 sebesar 40.7% dan menurun pada horizon BC (16.4%), hal ini berarti bahwa air tidak dapat menembus lapisan BC karena bersifat membatasi pergerakan air dan terjadi akumulasi pada lapisan diatasnya. Peningkatan kadar air dapat menurunkan kuat geser tanah (kenaikan kadar air mengurangi kuat geser tanah yang mengandung lempung) juga menambah beban tanah yang harus ditahan oleh lereng pada bidang longsornya. Beban tanah dapat berupa beban tanah sendiri maupun tumbuhan sendiri (Hardiyatmo, 2006). Dari analisis kejadian longsor diatas masih belum dapat dipastikan bahwa longsor terjadi karena adanya lapisan yang diduga sebagai lapisan kedap atau terdapat bidang gelincir baik berupa lapisan tersementasi karena hasil proses pedogenik yang biasanya bersifat keras dan sulit ditembus air dan akar atau terdapat batuan induk, karena dari parameter yang ada masih cenderung seragam dalam penampang profil tanah dari atas ke bawah. Dugaan tersebut sebenarnya dapat diindikasikan dengan melihat nilai berat isi tanah, tetapi dari data berat isi tanah tersebut belum dapat dipakai sebagai acuan karena dari atas ke bawah yaitu 0.9 gr/cm^3 , 0.85 gr/cm^3 , 0.95 gr/cm^3 dan 0.93

gr/cm³. Melihat jenis longsor yang terjadi yaitu jatuhan, sehingga pengaruh faktor geomorfologi daerah setempat yang banyak berpengaruh terhadap terjadinya longsor karena faktor derajat kemiringan lereng yang curam.

Tabel 5. Hasil Analisis Laboratorium Lima Titik Longsor.

Profil	Horizon	Kedalaman (cm)	Persentase Tekstur			Kelas tekstur	C-Organik	pH	KTK	KB	BI	Kerikil /Batuan	KA	Klasifikasi
			Pasir	Debu	Liat		%	(H ₂ O)	cmol/kg	%	gr/cm ³	%	%	
1 (3)	A	0-31	35	55	10	LS	5.3	4.8	19.1	39.7	0.9		8.84	Typic Hapludands
	Bw1	31-61	41	55	4	LS	0.1	4.8	28.4	40.6	0.85		37.2	
	Bw2	61-88	28	60	12	LS	0.9	4.8	31.6	46.7	0.95		40.7	
	BC	88-200	44	44	12	L	0.04	4.9	26.2	50.8	0.93		16.4	
2 (3)	Ap	0-24	42	51	7	LS	1.41	5.06	33.4	43.5	1.1		22	Typic Dystrudepts
	A	24-41	25	58	17	LS	1.02	4.98	34.3	45.1	0.93		21	
	Bw	41-72	22	39	39	CL	0.35	5.44	32.3	46.2	0.96		24.8	
	2Bw1	72-87	64	33	3	SL	0.07	5.17	20	44.9	1.2		7.5	
	2Bw2	87-200	32	53	15	LS	0.29	5.63	29.6	49.5	0.9		31	
3 (5)	Ap	0-20	37	50	13	LS	2.1	5.8	19.5	50.2	1.2		11	Typic Hapludolls
	A	20-37	32	52	16	LS	1.02	5.8	28.4	50	1.1		16.2	
	Bw1	37-62	33	51	16	LS	1.35	5.3	26.9	53.9	1.08		19.6	
	Bw2	62-100	37	40	23	L	0.15	5.4	29.2	51.3	1.16		19.6	
	Bw3	100-155	25	52	23	LS	0.04	5.2	24.6	52.4	1.18	30	19.8	
	BC	155-200	32	46	22	LS	0.06	5.1	26.8	50.2			7.6	
4 (5)	Ap	0-20	41	44	15	L	1.7	6.3	24.7	53	1.2		9.7	Pachic Hapludolls
	A	20-55	40	40	20	L	0.9	5.9	20	50	1.4		13.7	
	BC	55-100	38	42	20	L	0.6	5.2	22	48		60		
5 (3)	Ap	0-15	41	53	6	LS	2.6	5.4	24.6	46.6	1.07		9.6	Typic Dystrudepts
	A	15-44	32	65	3	LS	3.01	5.1	31.4	47.2	1.15		14.7	
	Bw1	44-72	30	67	3	LS	3.1	5.3	31.3	49.4	1.01		18.6	
	Bw2	72-112	25	52	22	LS	0.3	5.6	26.2	54	1.08		27.8	
	Bw3	112-143	24	63	13	LS	0.04	5.6	25.7	55.8	1.1		38.3	
	Bx	143-200	11	65	24	L	0.04	5.3	24.5	59.3	1.15		31.7	

Keterangan:

Profil 1 : Tawang Sari

Profil 2 : Pujon Kidul

Profil 3 : Bendosari

Profil 4 : Bendosari

Profil 5 : Wiyurejo

Angka dalam kurung menunjukkan kode unit lahan menurut Dalrymple, 1977 (dalam Schaetzl and Anderson, 2005) pada Gambar 6.

Tekstur

LS : Lempung berdebu

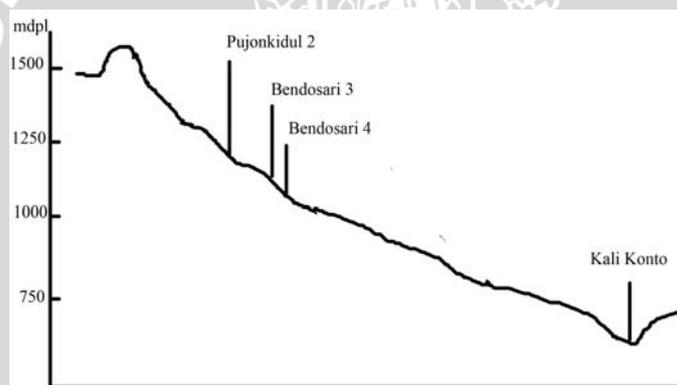
SL : Lempung berpasir

CL : Lempung berliat

L : Lempung

5.2.2 Pujonkidul 2

Pujonkidul 2 berada pada ketinggian 1181mdpl, kelerengan 44° dengan bentuk lereng cembung, bahan induk abu vulkan muda, landform hillslopes dan relief bergunung. Apabila ditinjau dari segi geomorfologi, merupakan daerah dengan pengaruh vulkanik. Proses vulkanik yang terjadi mengendapkan bahan induk secara berlapis-lapis, proses penumpukan bahan induk ini secara bertahap, sehingga memberikan kesempatan pada tanah untuk mengalami proses pedogenesis, sebelum akhirnya tertimbun oleh lapisan bahan induk yang baru.



Gambar 8. Posisi titik pengamatan Pujonkidul2, Bendosari 3 dan Bendosari 4

Hal tersebut sesuai dengan data Tabel 5, dari horizon Bw ke horizon 2Bw1 terjadi perbedaan presentase liat dari 39% menjadi 3% dengan kandungan pasir mencapai 64%. Adanya perbedaan sebaran besar butir yang signifikan tersebut dapat diindikasikan adanya diskontinuitas lithologi yaitu perbedaan bahan induk yang menyusun tanah karena proses letusan gunung berapi yang berulang-ulang. Dengan adanya diskontinuitas lithologi tersebut proses pedogenesis tanah dibawahnya akan terhambat.

Pujonkidul 2 termasuk dalam ordo tanah Inceptisols yang berkembang dari pelapukan abu vulkan muda bersifat resisten terhadap pelapukan, posisi dalam bentang lahan yang ekstrim yaitu daerah curam atau lembah dan pada geomorfologi yang muda sehingga terjadi pembentukan tanah muda. Di tempat dengan bahan induk resisten, proses terhambat, sehingga iluviasi liat di horizon B tidak tampak jelas. Inceptisols yang terbentuk dari bahan induk bersifat resisten akan menghasilkan fraksi liat relatif sedikit. Dengan demikian pembentukan horizon argilik terganggu, bahkan tidak dapat terbentuk sama sekali (Munir, 1996).

Pengaruh faktor kelerengan sangat besar terhadap terjadinya tanah longsor. Hal ini akan berpengaruh terhadap pengangkutan bahan-bahan tanah akibat pergerakan air yang masuk ke tanah. Dari data Tabel 5 didapatkan sebaran persentase liat dalam satu profil tanah menunjukkan proses pedogenik yaitu eluviasi-illuviasi dimana dari atas kebawah presentase liat semakin meningkat, dan menurun pada bahan induk yang berbeda atau pada horizon 2Bw1. Dari data Tabel 5 menunjukkan terjadi perbedaan komposisi bahan yang terdapat pada bahan induk pertama dan kedua dan pengaruh infiltrasi air yang mengangkut bahan-bahan masuk ketanah. Hal tersebut ditunjukkan perubahan nilai dari atas ke bawah pada nilai C-organik, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, berat isi serta persentase kadar air. Begitu juga dengan sebaran tekstur terjadi perubahan dari lempung berdebu, lempung berliat, lempung berpasir kemudian lempung berdebu. Semakin halus tekstur, semakin luas permukaannya sehingga

kemampuan menahan air semakin banyak dan dapat meningkatkan beban pada tanah dibanding tekstur kasar.

Dari hasil diatas diindikasikan bahwa terdapat hubungan antara pengaruh bahan penyusun tanah yang berkembang dari bahan induk berbeda karena pengaruh letusan gunung berapi dengan kejadian longsor berpengaruh secara fisik maupun kimia terhadap proses perkembangan tanah dan translokasi bahan. Pengaruh tersebut dapat dibuktikan di lapangan dengan terbentuknya bidang gelincir longsor berupa lengkungan, parameter yang dapat digunakan untuk membuktikan tersebut yaitu terdapat perubahan nilai berat isi tanah dari dua bahan induk yang berbeda, dimana bahan induk kedua memiliki nilai lebih besar. Berat isi tanah yang tinggi bersifat keras, sukar ditembus air dan dapat berfungsi sebagai bidang gelincir longsor sehingga air akan terakumulasi diatas bahan induk kedua.. Kemampuan menahan air tersebut dibuktikan dalam Tabel 4 analisis kadar air, yaitu pada horizon Ap, A, Bw berurutan 22%, 21%, 24.8% pada bahan induk pertama, sedangkan pada bahan induk kedua dari horizon 2Bw1, 2Bw2 yaitu 7.5% dan 31%. Sehingga longsor yang terjadi berupa longsor dengan bidang gelincir berupa lengkungan yaitu tanah yang berasal dari bahan induk pertama terjadi longsor sedangkan bahan induk kedua berfungsi sebagai bidang gelincirnya.

Hal tersebut sesuai dengan hipotesis yang diajukan yaitu diskontinuitas lithologi merupakan salah satu faktor pendorong terjadinya longsor dengan cara terbentuknya bidang gelincir yang khas berupa lengkungan.

5.2.3 Bendosari 3

Titik Bendosari 3 berada pada ketinggian 1050mdpl, kelerengan 40° dengan bentuk lereng cekung, bahan induk abu vulkan dan pelapukan tuff dengan landform colluvial foothills dan footslopes. Endapan colluvial adalah tanah residual yang terbentuk oleh pelapukan tanah dan bahan induknya yang bergerak ke bawah lereng oleh pengaruh grafitasi dengan kelerengan yang curam. Endapan ini sering berupa material yang tidak kompak dan bersifat tidak stabil. Dari Tabel 5 didapatkan sebaran persentase liat dalam satu profil tanah menunjukkan proses pedogenik yaitu eluviasi-illuviasi dari atas kebawah meningkat seiring kedalaman. Sedangkan sebaran tekstur terjadi perubahan dari atas ke bawah yaitu horizon Ap, A, Bw1 bertekstur lempung berdebu, pada horizon Bw2 dengan tekstur lempung kemudian horizon Bw3 dan BC bertekstur lempung berdebu. Pengaruh perubahan tekstur ini juga diikuti perubahan hasil analisis laboratorium yang lain yaitu dari atas ke bawah pada nilai C-organik, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, berat isi dan persentase kadar air. Proses pedogenik yang terjadi diatas belum menghasilkan suatu lapisan yang bersifat membatasi pergerakan air dan perakaran yaitu tidak ditemukannya lapisan padas pada pengamatan profil Sehingga proses pedogenik yang terjadi belum dapat dipakai sebagai acuan sebagai penyebab terjadinya longsor. Adanya batuan induk yang bersifat fragmental dengan persentase 30% yang tidak kompak pada horizon Bw3 sampai horizon BC merupakan faktor penghambat terhadap pergerakan air atau bersifat permeabel terhadap air yang kemudian berpengaruh terhadap longsor yaitu sebagai bidang gelincir, karena air akan terakumulasi diatas horizon ini sehingga

beban tanah akan bertambah dan berada pada derajat kemiringan yang curam maka longsor dapat terjadi. Selain faktor di atas kecepatan kejadian longsor juga dipengaruhi oleh kedalaman solum tanah terhadap batuan induk yang bersifat menahan air, dimana semakin dalam solum tanah maka kemungkinan terjadi longsor semakin kecil karena waktu penenuhan solum akan lama dibanding dengan solum tanah yang dangkal.

Secara tidak langsung kejadian longsor dipengaruhi oleh landform dan bentuk lereng yang ada, yaitu dengan terbentuknya bidang gelincir berupa lengkungan karena dibawah lapisan tanah terdapat batuan induk yang bersifat menahan air dan membatasi perakaran. Selain hal tersebut landform colluvial foothills dan footslopes yang berada pada unit lahan 5 (Gambar 6) merupakan zona pengangkutan bahan-bahan karena pergerakan massa yang disebabkan faktor derajat kemiringan lereng yang curam sehingga proses pengangkutan tersebut akan berjalan terus sampai menuju keseimbangan.

5.2.4 Bendosari 4

Titik pengamatan Bendosari 4 berada pada ketinggian 1032mdpl, kelerengan 40° dengan bentuk lereng cekung, bahan induk abu vulkan dan pelapukan tuff dengan landform colluvial foothills dan footslopes. Pada titik pengamatan ini memiliki solum tanah yang dangkal yaitu 100cm dengan 45% dari solum tersebut dan terdapat batuan induk sebanyak 60% sehingga menyulitkan dalam penggalian.

Dari hasil analisis Tabel 5 didapatkan sebaran persentase pasir dari atas ke bawah yaitu 41%, 40% dan 38%, debu 44%, 40% dan 42% serta persentase liat

yaitu 15%, 20% dan 20%. Tekstur dari atas ke bawah sama yaitu bertekstur lempung. Sementara itu nilai C-organik menurun dengan bertambahnya kedalaman dari atas ke bawah 1.17%, 0.9% dan 0.6%. Nilai kejenuhan basa menurun seiring kedalaman 53%, 50% dan 48%. Sedangkan berat isi dari atas ke bawah 1.2 g/cm^3 dan 1.4 g/cm^3 dan persentase kadar air dari atas ke bawah 9.7% dan 13.7%. Peningkatan nilai berat isi dan kadar air seiring kedalaman, kemudian menurun pada horizon BC dapat dipakai indikator bahwa horizon BC bersifat membatasi pergerakan air, sehingga air terakumulasi diatas horizon BC. Pengaruh proses pedogenik berupa eluviasi-iluviasi dari bahan yang terangkut air berpengaruh terhadap peningkatan nilai berat isi tanah yang bersifat keras dan menahan air karena bahan tersebut diendapkan dibawah tetapi hasil pengendapan belum bersifat membatasi pergerakan air dan akar. Pada titik pengamatan ini memiliki solum tanah yang dangkal yaitu 55cm dan pada kedalaman 55-100cm ditemukan batuan tidak kompak. Adanya pelapisan antara solum yang dangkal, batuan tidak kompak dan batuan induk yang bersifat kedap air maka penjenuhan pada solum dangkal akan berjalan cepat dan dengan adanya batuan tidak kompak dan batuan induk dibawahnya yang berfungsi membatsi pergerakan air dan akar sehingga potensi terjadinya longsor akan semakin tinggi karena batuan induk tersebut berfungsi sebagai bidang gelincir longsor.

Pada umumnya di daerah pegunungan yang ditutupi oleh lapisan tanah yang gembur, air hujan dapat dengan mudah masuk ke tanah. Air rembesan ini akan berkumpul antara tanah penutup dan batuan induk yang bersifat kedap air. Tempat air rembesan yang telah terkumpul dapat berfungsi sebagai bidang luncur

seperti terlihat pada Gambar 9 (A). Gambar 9 (B) menunjukkan batuan yang tidak kompak berserakan disekitar bekas tempat terjadinya longsor karena tidak ikut terangkut kebawah. Batuan tidak kompak tersebut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya longsor di titik pengamatan Bendosari. Meningkatnya kadar air dalam lapisan tanah, terutama pada lereng-lereng bukit akan mempermudah gerakan bergeser atau tanah longsor (Priyono *et al.*, 2006).



Gambar 9. Singkapan batuan induk disekitar longsor Bendosari 4 (A) Kerikil batuan yang berada disekitar permukaan longsor di Bendosari 4 (B).

5.2.5 Wiyurejo 5

Titik Wiyurejo 5 berada pada ketinggian 1245mdpl, kelerengan 38° dengan bentuk lereng cembung, bahan induk abu vulkan muda, landform hillslopes dan merupakan daerah pengaruh vulkanik dengan relief bergunung. Dimana pengaruh bentuk muka lahan menunjukkan pengaruh terhadap terjadinya longsor.

Dari hasil analisis Tabel 5 didapatkan sebaran persentase liat dalam satu profil tanah menunjukkan proses pedogenik yaitu eluviasi-illuviasi dimana dari

atas ke bawah presentase liat semakin meningkat. Presentase debu cenderung merata dari atas ke bawah, sedangkan presentase pasir mengalami penurunan pada horizon Bx. Selain itu data Tabel 5 menunjukkan terjadi penurunan nilai presentase dengan bertambahnya kedalaman pada C-organik, berat isi dan presentase kadar air. Sedangkan untuk kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa cenderung merata penyebarannya dari atas ke bawah. Begitu juga dengan sebaran tekstur terjadi perubahan dari horizon Ap, A, Bw1, Bw2 dan Bw3 yaitu bertekstur lempung berdebu sedangkan pada horizon Bx bertekstur lempung.

Pengaruh perubahan tekstur dalam suatu profil tanah sangat berpengaruh terhadap banyaknya air yang masuk, sebaran basa-basa dalam horizon dan pengaruhnya terhadap kejadian longsor. Longsor umumnya terjadi pada stratifikasi tekstur atas yang lebih kasar daripada tekstur di bawahnya karena lapisan yang lebih halus dan padat di bagian bawah menjadikan lapisan tersebut lebih sulit dilalui air dan potensial sebagai bidang luncur. Kecepatan gerakan longsor ditentukan oleh kemiringan lereng, semakin besar kemiringan lereng maka semakin cepat gerakannya.

Dari data Tabel 5, didapatkan bahwa sebaran liat terjadi peningkatan dari atas ke bawah sedangkan pasir dan debu cenderung seragam. Begitu juga dengan tekstur, C-organik, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, berat isi dan kadar air dari atas ke bawah juga cenderung seragam. Sehingga dengan adanya tekstur yang seragam maka sifat tanah akan seragam pula dalam mengalirkan air ke bawah (infiltrasi) dan daya menahan air. Data tersebut belum dapat dipakai untuk menduga terjadinya longsor disebabkan hasil proses pedogenik yang terjadi, bukti

untuk menyatakan longsor terjadi akibat adanya bidang gelincir yang terbentuk berupa lapisan tersementasi belum kuat walaupun sudah terbentuk fragipan pada kedalaman 143-200cm. Bila dilihat jenis longsor yang terbentuk berupa jatuhnya yaitu karena banyak dipengaruhi oleh faktor geomorfologi yaitu derajat kemiringan lereng yang curam sehingga proses pedogenik yang terjadi menjadi faktor pendorong terjadinya longsor dengan terbentuknya fragipan yang bersifat membatasi pergerakan air dan akar.

5.3 Analisis Pedo-geomorfologi Terhadap Longsor

Kondisi geomorfologi daerah penelitian dipengaruhi oleh proses vulkanik, di beberapa tempat terdapat struktur sesar yang telah terdenudasi. Proses denudasi yang terjadi di daerah penelitian terutama disebabkan oleh kondisi iklim setempat baik input hujan maupun fluktuasi temperatur, infiltrasi air dan gaya gravitasi. Beberapa proses eksogen yang terjadi di daerah penelitian antara lain adalah proses pelapukan, erosi dan longsor. Proses pelapukan yang terjadi cukup intensif terutama pelapukan mekanis, hal ini akan menghasilkan batuan lapuk yang menjadi bahan induk tanah. Proses pelapukan yang terjadi banyak ditemukan pada batuan lava andesit dan breksi gunungapi (Priyono *et al.*, 2006)

Karakteristik lithologi daerah penelitian akan berdampak terhadap proses pelapukan yang ada. Perbedaan kondisi lithologi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan tingkat perkembangan lembah, baik pola lembah maupun kerapatan lembah. Daerah yang memiliki batuan resisten akan memiliki kecenderungan proses denudasional yang rendah, sehingga perkembangan lembah

dan proses longsor juga rendah. Lithologi daerah penelitian didominasi lava andesit, batuan breksi vulkanik. Batuan tersebut mempunyai tingkat pelapukan yang tinggi dengan struktur perlapisan yang sejajar arah kemiringan lereng sehingga sangat berpotensi sekali terjadi longsor.

Tanah merupakan suatu sistem terbuka, artinya sewaktu-waktu tanah dapat menerima tambahan bahan dari luar, atau kehilangan bahan-bahan yang dimilikinya (Hardjowigeno, 1993). Secara umum proses pedogenik yang terjadi di lokasi pengamatan meliputi empat proses utama yaitu: 1) Penambahan bahan-bahan dari tempat lain. Proses yang terjadi yaitu littering merupakan akumulasi bahan organik setebal kurang dari 30cm dipermukaan tanah mineral. Bila bahan organik tersebut telah terdekomposisi dan bercampur dengan bahan tanah mineral akan terjadi proses melanisasi yaitu pembentukan warna hitam pada tanah sehingga dapat terbentuk tanah Mollisols dan enrichment yaitu penambahan basa-basa dari tempat lain. 2) Kehilangan bahan-bahan yang ada di tanah meliputi proses leaching merupakan pencucian basa-basa dari lapisan atas ke bawah karena pengaruh pergerakan air. 3) Perubahan bentuk meliputi proses humifikasi yaitu perubahan bahan organik kasar menjadi humus. 4) Pemindahan dalam solum meliputi proses eluviasi-iluviasi, dekalsifikasi-kalsifikasi, desalinisasi-salinisasi, dealkalinisasi-alkalinisasi dan lessivage atau pemindahan liat dari suatu horizon ke horizon lain. Pada dasarnya proses tersebut dapat terjadi pada semua tanah, namun dalam perkembangan tanah proses tertentu dapat terjadi secara dominan sehingga menghasilkan jenis tanah tertentu. Seperti halnya pada kelima titik pengamatan kami proses yang dominan terjadi yaitu eluviasi dan iluviasi yaitu

dicirikan dengan terbentuknya endopedon kambik, dimana endopedon kambik merupakan horizon alterasi yang ketebalannya 15cm atau lebih, warna, kandungan bahan organik, struktur tanah tidak memenuhi syarat epipedon mollik atau umbrik dan tidak bersifat rapuh, bertekstur pasir sangat halus atau lebih halus dan ada petunjuk lemah sebagai horison argilik atau spodik tapi belum memenuhi syarat untuk kedua horison tersebut dan bukan merupakan bagian dari suatu horison Ap (Kunci Taksonomi Tanah, 1999).

Proses pencucian basa-basa banyak dipengaruhi oleh translokasi liat dari lapisan atas ke bawah. Partikel-partikel liat tereluviasi ke bagian bawah tanah dapat dibuktikan dengan tertumpuknya liat pada horizon B. Pengaruh bahan induk sangat terlihat pada stadium awal pembentukan tanah, dengan terjadinya pencucian yang kuat serta perkembangan lebih mantap dari profil tanah, maka lambat laun pengaruh bahan induk akan semakin berkurang (Hakim, 1986).

Dari proses pedogenik yang terjadi diatas belum dapat dinyatakan proses pedogenik tertentu sebagai faktor utama terhadap terjadinya longsor. Tetapi dapat dinyatakan bahwa proses pedogenik dapat berfungsi sebagai pendorong terjadinya longsor bila dalam proses tersebut menghasilkan suatu lapisan yang bersifat kedap air dan membatasi perakaran sebagaimana dinyatakan dalam Hardiyatmo, 2006 yaitu longsor dapat terjadi jika adanya perselingan antara bahan yang mudah meloloskan air dengan bahan yang kedap air yang berfungsi sebagai bidang gelincir longsor selain karena faktor geomorfologi.

Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa pengaruh bentuk lahan sangat berpengaruh terhadap proses pedogenik dan geomorfologi suatu tempat dengan

longsor yang terjadi. Pada bentuk lahan cembung cenderung terjadi proses akumulasi bahan-bahan yang terangkut dari atas karena pengaruh pergerakan air dan faktor kelerengan, sedang pada posisi bentuk lahan cekung cenderung terjadi kehilangan bahan-bahan karena proses pencucian akibat pergerakan air lateral (Gessler, 2000).

5.4 Klasifikasi Tanah

Tabel 4 menunjukkan karakteristik data morfologi tanah yang digunakan dalam klasifikasi tanah dan pendugaan hubungan kejadian longsor di lima titik pengamatan dengan kondisi geomorfologi yang ada (Tabel 3). Dari data tersebut didapatkan tiga ordo tanah yaitu Andisols, Inceptisols dan Mollisols. Tawang Sari 1 diklasifikasikan dalam Typic Hapludands, karena memenuhi kriteria sifat tanah andik (Kunci Taksonomi Tanah, 1999), yaitu jumlah persentase Al dan $\frac{1}{2}$ Fe sebesar 2% atau lebih, berat isi tanah sebesar 0.9 gr/cm^3 atau kurang dan memiliki retensi fosfat 85% atau lebih. Dari data Tabel 4 hanya dialisis berat isi tanah dengan nilai 0.9 gr/cm^3 hampir pada semua horizon tanah. Sebenarnya data tersebut masih kurang kuat untuk menduga dapat dimasukkan kedalam sifat andik, tetapi harus dilakukan analisis tambahan yaitu $\text{Al} + \frac{1}{2}\text{Fe}$ dan retensi P. Tetapi pendekatan dapat dilakukan dengan cara melihat data penelitian tanah pada tahun 1984 yaitu didapatkan nilai retensi P sebesar 96% pada titik Tawang Sari 1 sehingga hasil tersebut dapat dipakai bahwa tanah tersebut memiliki sifat tanah andik. Selain syarat diatas sifat tanah andik juga dapat dikenali di lapangan yaitu dari berat isi yang sangat rendah, mengakibatkan tanah ini cenderung lunak,

ringan dan biasanya berada pada daerah yang tinggi atau pada punggung gunung (Team Jurusan Tanah dan Nuffic, 1984).

Tanah pada titik Pujonkidul 2 dan Wiyurejo 5 diklasifikasikan sebagai Typic Dystrudepts yang termasuk dalam ordo Inceptisols. Tanah ini dicirikan dengan adanya endopedon kambik yaitu suatu horizon yang tidak memiliki syarat epipedon mollik atau umbrik dan belum mencirikan adanya iluviasi liat yang tinggi yaitu terdapat struktur baji atau terdapat selaput liat karena di lapangan tidak ditemukan. Menurut Buol *et al*, (2004), tanah diklasifikasikan dalam group Dystrudepts jika tanah tersebut memiliki kejenuhan basa kurang dari 60% pernyataan tersebut juga sesuai dengan syarat pada Kunci Taksonomi Tanah, 1999. Sedang dalam posisi bentuk lereng cekung diklasifikasikan Typic Hapludolls pada Bendosari 3 yaitu dicirikan memiliki epipedon molik dan tidak memiliki horizon argilik (Soil Taxonomy, 1975). Syarat untuk dapat diklasifikasikan dalam epipedon molik menurut Kunci Taksonomi Tanah (1999), adalah memiliki ketebalan tanah minimal 18cm dari permukaan tanah, value warna lembab 3 atau kurang dan 5 atau kurang bila dalam keadaan kering, kroma lembab 3 atau kurang serta kejenuhan basa sebesar 50% atau lebih, hal tersebut sesuai dengan data pada Lampiran 1.

Tanah pada titik Bendosari 4 klasifikasi sebagai Pachic Hapludolls. Termasuk ordo Molisols karena memenuhi syarat epipedon molik. Dimasukkan dalam subgroup Pachic Hapludolls karena Hapludolls lain yang memiliki tekstur lebih halus dari pasir halus berlempung dan memiliki epipedon molik setebal 50cm atau lebih (Kunci Taksonomi Tanah, 1999).

Perbedaan nama klasifikasi tanah dikarenakan pada kondisi lingkungan tertentu salah satu faktor pembentuk tanah dapat lebih dominan, sehingga akan menghasilkan suatu tanah dengan sifat dan ciri tertentu (Foth, 1995). Tanah dengan ordo apasaja memiliki potensi terjadi longsor yang sama, hal tersebut dapat terjadi dengan syarat faktor-faktor pendorong terjadinya longsor terpenuhi yaitu berada pada kemiringan diatas 30° , terdapat batuan yang tidak kompak maupun lapisan batuan induk yang bersifat kedap air, membatasi perakaran air dan akar, dan curah hujan cukup yang cukup tinggi.

Tabel 6. Klasifikasi Tanah

Tabel Klasifikasi Tanah							
Kode Profil	Lokasi	Epipedon	Endopedon	Ordo	Subordo	Group	Subgroup
1	Tawangsar	Umbrik	Kambik	Andisols	Udands	Hapludands	Typic Hapludands
2	Pujonkidul	Okrik	Kambik	Inceptisols	Udepts	Dystrudepts	Typic Dystrudepts
3	Bendosari	Molik	Kambik	Mollisols	Udolls	Hapludolls	Typic Hapludolls
4	Bendosari	Molik	Kambik	Mollisols	Udolls	Hapludolls	Pachic Hapludolls
5	Wiyurejo	Okrik	Kambik	Inceptisols	Udepts	Dystrudepts	Typic Dystrudepts

5.5 Pembahasan Umum

Tanah longsor (gerakan tanah) di Indonesia, umumnya terjadi diterjang oleh aliran lava yang terbentuk dari endapan vulkanik yang tidak terpadatkan, adanya lapisan batuan yang tidak kompak, bentuk lereng serta adanya lapisan kedap air baik berupa batuan induk maupun lapisan tanah yang tersementasi. Secara geomorfologi bentuk lahan di daerah penelitian terdiri atas lahan bergelombang dan lembah bertebing. Proses geomorfologi yang dominan adalah erosi dan longsor dengan material berupa batu pasir, konglomerat, breksi vulkanik dan tuff.

Kondisi hidrologi yang meliputi debit air dan pergerakan air (siklus hidrologi) secara tidak langsung berpengaruh terhadap terjadinya longsor di DAS

Konto Hulu. Kecepatan infiltrasi dan permeabilitas berperan di dalamnya (Hardiyatmo, 2006). Kedua faktor tersebut dipengaruhi oleh bahan induk yang menyusunnya yaitu bahan induk yang berasal dari abu vulkanik bersifat sangat porous, mempunyai permeabilitas tinggi dan merupakan penahan air yang baik. Batuan andesitik yang rapuh dan melapuk maupun hasil sortasi bahan pumice kasar juga merupakan media yang dapat menahan air dengan baik. Dilain pihak breksi dan konglomerat vulkanik dan tuff vulkanik (abu yang tersemen dan mantap) merupakan penahan air yang jelek meskipun porositasnya tinggi (Team Jurusan Tanah dan Nuffic, 1984).

Secara umum peristiwa longsor yang terjadi di DAS Konto Hulu terjadi pada tanah Andisols, Inceptisols dan Mollisols yang berada pada kelerengan diatas 30° , curah hujan yang tinggi pada musim penghujan menjenuhi seluruh solum tanah, dan di bawahnya terdapat lapisan kedap air baik berupa batuan induk maupun lapisan tersementasi sehingga membatasi pergerakan air dan akar tanaman, sehingga air terakumulasi yang berakibat beban tanah bertambah sehingga air berperan sebagai pelumas yang bisa menyebabkan tergelincirnya massa tanah ke bawah yang dinamakan longsor.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Longsor di DAS Konto Hulu terjadi karena terdapat pengaruh dari faktor geomorfologi dan proses pedogenik sebagai faktor pendorong terjadinya longsor dengan terbentuknya lapisan yang bersifat membatasi masuknya air dan perakaran.
2. Semua jenis longsor terjadi pada kelerengan lebih dari 30° dengan bentuk lereng cekung paling rawan terjadi longsor karena pengaruh bahan colluvial yang menyusunnya serta adanya lapisan batuan yang tidak kompak dalam suatu profil tanah dengan profil yang cenderung dangkal dan batuan induk sebagai bidang luncurnya. Sedang pada bentuk lahan cembung dengan landform hillslopes potensial terjadi longsor karena memiliki solum tanah yang dalam dan karena pengaruh derajat kemiringan lereng yang curam.
3. Pengaruh perbedaan bahan induk penyusun lapisan tanah (diskontinuitas lithologi) juga sebagai pendorong terjadinya longsor hanya saja hasil tersebut masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut .
4. Pada penelitian spesifik lokasi longsor, di DAS Konto Hulu didominasi oleh tekstur lempung.
5. Pada landform hillslope tipe longsor yang terbentuk yaitu jatuhan dan pada landform colluvial foothills and footslopes berupa longoran.

6.2. Saran

Penelitian mengenai longsor dari aspek perkembangan tanah masih perlu dilakukan terutama berkaitan terhadap proses transport bahan-bahan dalam hubungannya dengan kondisi bentang lahan suatu tempat.



DAFTAR PUSTAKA

- Buol, S. W., R. J. Southard., R. C. Graham., and P. A. McDaniel. 2003. Soil Genesis and Classification fifth edition. Iowa State Press. United States of America
- Darmawijaya, M. I. 1990. Klasifikasi Tanah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Darsoprajitno, S. H. 1997. Pengetahuan Umum Geologi. Departemen Pertambangan dan Energi. Bandung.
- Djamaludin, R. 2003. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Inventarisasi Sumber Daya Alam (P3 TISDA)-BPPT. <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0302/19/Iptek/137620.htm>.
- Djamaluddin, R. 2004. Ciri-Ciri Longsor Pada Citra Satelit 3D. Available online at <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0302/19/iptek/137620.htm>.
- Fey, M. 2005. Soils of South Afrika Systematics and Environmental Significance. University Stellenbosch Press. South Afrika
- Foth, H. D. 1994. Dasar - Dasar Ilmu Tanah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, C. H 2006. Penanganan Tanah Longsor dan Erosi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hakim, N. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Badan Penerbit Universitas Lampung. Lampung.
- Gerrard, A. J. 1980. Soil and Landform An Integration Geomorphology and pedology. George Allen and Unwin(publishers) Ltd. Birmingham.
- Gessler, P. E., O. A. Chadwick., F. Chamran., L. Althouse., and K. Holmes. 2000. Modeling Soil-Landscape and Ecosystem Properties Using Terrain Attributes. Soil Science Societi American journal 64:2064-2056 (2000).

- Karnawati, D. 1996. Mechanism of Rain-induced Landslides in Allophonic and Halloysitic Soils in Java, Ph.D Thesis, Dept. of Earth Sciences, Leeds University, UK.
- Karnawati, D. 1997. Natural slope failure on weatered Andesitic Breccia in Samigaluh Area, Indonesia, *The 4th International Conference on Case Histories in Geotechnical Engginering*, Missouri, USA.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Indonesia. Pustaka Jaya. Jakarta.
- Mustikaningrum, D. 2006. Kajian Bahaya Longsor Di DAS Konto Hulu. Skripsi. Fakultas Pertanian. Jurusan Tanah. Universitas Brawijaya. Malang
- Mustofa, A. J. 2006. *Peneliti pada Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), dan Peneliti ISTECS Chapter Jepang.*
<http://www.beritaiptek.com/zberita-beritaiptek-2006-01-16-Tanah-Longsor:-Pemantauan-dan-Mitigasinya.shtml>.
- Pitty, F. A. 1977. Introduction to Geomorphology. Methuen & Co Ltd. London.
- Pusat Penelitian Tanah. 1994. Panduan Survey Tanah. Bagian Pertama. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Dep. Pertanian.
- Priyono, K. D. 2006. Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah Di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara. Forum Geografi, Vol. 20, No. 2, Desember 2006: 175 – 189
- Rayes, M. L. . 2006. Deskripsi Profil Tanah Di Lapangan. Unit Penerbitan fakultas Pertanian Universitas Brawijaya . Malang.
- Robinson, H. L. 1979. Morphology and Landscape. University tutorial prees Ltd. Norfolk.
- Santoso. 1992. Geologi Lembar Malang Jawa Timur. Direktorat Jendral Geologi. Bandung.
- Schaetzi, R. and S. Andreson. 2005. Soil Genesis and Geomorphology. Cambridge University Press. United Kingdom
- Sheila, B. R. 1992. Program pelatihan manajemen bencana. Jakarta.
- Small, R. J. The Study of Landforms. Cambridge University Prees. Cambridge.
- Soil Survey Staff. 1998. Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Kedua Bahasa Indonesia, 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor., Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy. U.S. Government Printing office. Washington, D.C.

Soewartojo. 2002. Longsor dan Alternatif Penanggulangannya. Available online on [http:// www.pikiran-rakyat.com/cetak/0504/teropong/lainnya05](http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0504/teropong/lainnya05).

Team Jurusan Tanah dan Nuffic. 1984. Tanah dan Keadaan Tanah di D.A.S Kali Konto Hulu, Jawa Timur. Jurusan Tanah Faperta Unibraw. Malang.

Tubbs, D. W. 1975. Causes, Mechanisms, and Prediction Of Landsliding in Seattle. Department of Geological Sciences and Quaternary Research Center. University of Washington.

