



## **Agihan Daerah Rawan Longsor Lahan di Sebagian Wilayah Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara**

**Nelvia Mustika Sari Gea dan Kamarlin Pinem\***

Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Diterima Pebruari 2017; Disetujui April 2017; Dipublikasikan Juni 2017*

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik longsor lahan, mengetahui faktor dominan yang menyebabkan terjadinya longsor lahan dan memetakan sebaran daerah rawan longsor lahan di sebagian wilayah Kabupaten Karo. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2014 di enam kecamatan yaitu Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran. Populasi dalam penelitian ini adalah keenam kecamatan dengan teknik pengambilan sampel dengan menggunakan metode purposive sampling dengan menggunakan peta kemiringan lereng. Data kemudian diolah berdasarkan pengharkatan dari tiap-tiap parameter yang telah diberikan skor. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi langsung dan dokumentasi dengan teknik analisis data adalah deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik longsor lahan pada daerah penelitian ada dua jenis yaitu jenis longsor rotasi dan longsor translasi. Faktor dominan penyebab terjadinya longsor lahan di daerah penelitian adalah faktor kemiringan lereng. Agihan daerah rawan longsor lahan pada daerah penelitian terbagi dalam tiga tingkatan kerawanan longsor lahan yaitu ringan, yaitu berada pada enam kecamatan dengan luas 3462,6 Ha, daerah rawan longsor sedang yaitu berada pada keenam kecamatan dengan luas 24.300,4 Ha dan kelas berat berada pada keenam kecamatan daerah penelitian dengan luas lahan yaitu 209,8 Ha, dimana terlihat bahwa yang dominan adalah tingkat rawan longsor lahan sedang.

**Kata Kunci:** Agihan, Daerah Rawan Longsor Lahan.

### **Abstract**

This study aims to identify the characteristics of landslide, knowing the dominant factor that causes landslide and mapping landslide-prone areas in some areas of Karo Regency. This research was conducted in 2014 in six sub-districts namely Dolat Rayat Subdistrict, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, and Naman Teran. Population in this research is six subdistrict with technique of sampling by using purposive sampling method by using slope slope map. The data are then processed based on the attenuation of each parameter that has been given a score. Data collection techniques used are direct observation techniques and documentation with data analysis techniques is descriptive qualitative. The results showed that the characteristics of landslide in the research area there are two types of rotation and landslide rotation. The dominant factor causing landslide in the research area is slope slope factor. Agihan landslide-prone areas in the study area is divided into three levels of landslide vulnerability that is lightweight, which is located in six districts with an area of 3462.6 ha, the area is prone to landslide that is located in the six districts with an area of 24,300.4 Ha and the weight class is on Six subdistricts of research area with land area that is 209,8 Ha, where it is seen that the dominant is the prone of landslide prone land.

**Keywords:** Agihan, Landslide Prone Areas.

**How to Cite:** Gea, N.M.S. dan Kamarlin P. (2017), Agihan Daerah Rawan Longsor Lahan di Sebagian Wilayah Kabupaten Karo Provinsi Sumatera, *Jurnal Pendidikan Ilmu-Ilmu Sosial*, 9 (1): 42-56.

\*Corresponding author:

E-mail: [lestariwik201180@yahoo.co.id](mailto:lestariwik201180@yahoo.co.id)

p-ISSN 2085-482X

e-ISSN 2407-7429

## PENDAHULUAN

Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng besar di dunia. Pada pertemuan antar lempeng terjadi zona penujaman atau *subduction zone* yang berdampak terbentuknya gunungapi di busur kepulauan dengan kemiringan sedang hingga terjal. Gunungapi yang meletus mengeluarkan material yang mempunyai porositas yang tinggi dan kurang kompak. Material hasil letusan gunungapi tersebar didaerah dengan kemiringan terjal, jika keseimbangan hidrologinya terganggu, daerah yang memiliki kemiringan terjal tersebut akan rawan terhadap longsor lahan. (Sutikno dalam Suranto, 2008:1).

Longsor lahan merupakan salah satu bencana alam yang umumnya terjadi di wilayah pegunungan (*mountainous area*) dan perbukitan, terutama di musim hujan, yang dapat mengakibatkan kerugian harta benda maupun korban jiwa dan menimbulkan kerusakan sarana dan prasarana lainnya seperti perumahan, industri, dan lahan pertanian. Bencana longsor bersifat lokal, tetapi banyak tersebar di seluruh daerah di Indonesia. Dalam jangka waktu lama, bencana longsor lahan menyebabkan lebih banyak kerugian dibandingkan bencana lain. Longsor lahan dapat terjadi dimana saja dengan kecepatan bervariasi, dari perlahan (<6 cm/th) sampai sangat cepat (>3 m/detik). Waktu terjadinya sangat sulit diprediksi karena banyaknya faktor pemicu proses tersebut, akan tetapi dibandingkan dengan bencana lainnya bencana ini relatif lebih mudah diprediksi.

Longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan

penyusun lereng. Faktor-faktor yang mengontrol terjadinya proses longsor itu sendiri ada yang berasal dari proses pemicu longsor (Subagio (2008) dalam Anwar (2012)). Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya longsor dapat disebabkan oleh faktor alam serta faktor manusia. Faktor alam dapat berupa kelerengan, curah hujan, serta kondisi geologi dan tanah wilayah tersebut. Aktivitas manusia juga turut memberikan pengaruh terhadap terjadinya longsor lahan, seperti pemanfaatan tanah.

Ada enam jenis longsor lahan, yakni longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan. Di Indonesia jenis longsor yang paling sering terjadi ialah longsor rotasi dan longsor translasi, sedangkan jenis longsor yang paling banyak memakan korban jiwa adalah aliran bahan rombakan.

Salah satu fenomena mengenai permasalahan longsor terjadi pada daerah Sumatera Utara, yaitu di Kabupaten Karo. Ditinjau dari kondisi topografinya, wilayah Kabupaten Karo terletak di dataran tinggi Bukit Barisan dengan elevasi terendah ± 140 m di atas permukaan laut (Mardingding) dan yang tertinggi ialah ± 2.451 meter di atas permukaan laut (Gunung Sinabung). Daerah Kabupaten Karo yang berada di daerah dataran tinggi Bukit Barisan dengan kondisi topografi yang berbukit dan bergelombang, maka di wilayah ini ditemui banyak lembah-lembah dan alur-alur sungai yang dalam dan lereng-lereng bukit yang curam/terjal.

Tipe iklim daerah Kabupaten Karo adalah E2 menurut klasifikasi Oldeman dengan bulan basah lebih dari tiga bulan dan bulan kering berkisar 2-3 bulan atau A menurut Koppen dengan curah hujan rata-rata di atas 1.000 mm/tahun dan merata

sepanjang tahun. Curah hujan tahunan berkisar antara 1.000-4.000 mm/tahun, dimana curah hujan terbesar terjadi pada bulan basah yaitu Agustus sampai dengan Januari dan Maret sampai dengan Mei. Penggunaan lahan Kabupaten Karo didominasi oleh penggunaan lahan kering berupa perladangan dan perkebunan seluas 96.045 Ha atau 41% dari luas wilayah, selanjutnya diikuti oleh kawasan hutan seluas 77.142 Ha.

Berdasarkan data dari Badan Geologi (Maret 2014, <http://www.vsi.esdm.go.id>), ada lima belas kecamatan di Kabupaten Karo yang memiliki potensi gerakan tanah. Kelima belas kecamatan tersebut adalah Mardinding, Kutabuluh, Juhar, Payung, Simpang Empat, Kabanjahe, Berastagi, Tigabinanga, Barus Jahe, Merek, Lau Baleng, Dolat Rayat, Merdeka, Naman Teran, dan Tiganderket. Kelima belas tempat ini memiliki potensi gerakan tanah mulai dari menengah hingga tinggi. Potensi gerakan tanah menengah ialah daerah yang mempunyai potensi menengah untuk terjadi gerakan tanah. Pada zona ini dapat terjadi gerakan tanah jika curah hujan diatas normal, terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah lembah sungai, gawir, tebing jalan atau jika lereng mengalami gangguan, sedangkan potensi gerakan tanah tinggi dapat terjadi gerakan tanah jika curah hujan diatas normal, serta gerakan tanah lama dapat aktif kembali.

Pada saat ini, kawasan Gunung Sinabung menjadi pusat perhatian karena Gunung Sinabung kembali beraktivitas setelah 400 tahun tertidur. Fenomena erupsi Gunung Sinabung mengundang para wisatawan untuk berkunjung ke Kabupaten Karo. Pada jalur lintas dari kota medan menuju kawasan Gunung Sinabung banyak terlihat fenomena longsor lahan. Hal itu menandakan bahwa daerah yang dilewati

menuju kawasan Gunung Sinabung rawan terhadap longsor lahan. Di daerah Doulu longsor lahan sering terjadi dan longsor tersebut menimpa badan jalan serta mengakibatkan kemacetan. Longsor yang demikian tentu membahayakan pengguna jalan. Longsor lahan di daerah ini kerap terjadi jika memasuki musim penghujan. Longsor lahan lainnya terjadi di jalan lintas menuju Kota Brastagi, yaitu Listrik Bawah. Hampir setengah badan jalan amblas kebawah dan menimpa lahan pertanian warga. Di lokasi yang sama sebuah Mushola juga ikut terkena longsor, sehingga membuat bangunan mushola tersebut rusak. Titik-titik longsor yang disebutkan merupakan lokasi yang berada di sekitar jalan menuju kawasan Gunung Sinabung. Kecamatan yang dilalui jalan menuju kawasan Gunung Sinabung adalah Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Geologi, keenam kecamatan ini berpotensi longsor dari menengah hingga tinggi, dan berdasarkan pengamatan di lapangan fenomena longsor lahan cukup banyak.

Melihat lokasi-lokasi terjadinya longsor, dapat diketahui bahwa faktor kemiringan lereng menjadi penyebab terjadinya longsor lahan, adapun faktor lainnya yang memicu terjadinya longsor lahan adalah curah hujan, tekstur tanah, kedalaman regolith, dan penggunaan lahan. Identifikasi longsor penting untuk dilakukan agar dapat diketahui faktor dominan penyebab terjadinya longsor lahan, bagaimana karakteristik longsor lahan, serta bagaimana persebaran rawan longsor lahan di kecamatan Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan juga Naman Teran, Kabupaten Karo.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran, Kabupaten Karo. Adapun alasan penulis memilih lokasi penelitian ini dengan pertimbangan sebagai berikut: di lokasi tersebut terlihat beberapa fenomena longsor lahan dan peneliti tertarik untuk meneliti secara langsung bagaimana persebaran rawan longsor di sebagian wilayah Kabupaten Karo (Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran)

Populasi dalam penelitian ini adalah Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran, Kabupaten Karo.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini ialah *purposive sampling*, yakni sampel yang dipilih secara cermat dengan mengambil objek penelitian yang selektif dan mempunyai ciri-ciri yang spesifik. Sampel yang diambil adalah dengan menggunakan peta kemiringan lereng, kemudian datanya diolah menggunakan pengharkatan tiap-tiap parameter yang telah dibuat skor dari tiap parameternya.

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari: 1) faktor penyebab longsor lahan yang terdiri dari: Kemiringan lereng, kedalaman regolith tanah, tekstur tanah, curah hujan, Penggunaan lahan, 2) karakteristik longsor lahan, 3) agihan daerah rawan longsor

Karakteristik longsor lahan dapat diartikan dengan ciri khas suatu longsor lahan yang dapat ditinjau berdasarkan jenis longsorannya. Jenis-jenis longsor lahan adalah sebagai berikut: 1) Longsor translasi: Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai. 2) Longsor

rotasi: Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung. 3) Pergerakan blok: perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. 4) Runtuhan batu: terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. 5) Rayapan tanah: jenis longsor yang bergerak lambat, jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. 6) Aliran bahan rombakan: terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume, dan tekanan air serta jenis materialnya.

Kelima faktor yang menyebabkan terjadi longsor lahan adalah: 1) Kemiringan lereng : adalah kenampakan permukaan alam disebabkan adanya beda tinggi. Apabila beda tinggi dua tempat tersebut dibandingkan dengan jarak lurus mendatar sehingga akan diperoleh besarnya kelerengan. Klasifikasi lereng yang digunakan adalah sebagai berikut: datar (0-3 %), landai (3-8 %), miring ( 8-15 %), agak curam (15-30 %), curam ( >30 %). 2) Kedalaman regolith : kedalaman lapisan atau timbunan dari batuan yang sudah li: 27 rta berpecahan. Pengklasifikasian kedalaman regolith tanah adalah rendah (<0,5 m), agak rendah (0,6 m), sedang ( 0,8 m), agak tinggi ( 1,1 m), dan tinggi (> 1,1 m). 3) Tekstur tanah: Perbandingan relative 3 golongan besar partikel tanah dalam suatu massa, terutama perbandingan antara fraksi-fraksi lempung (*clay*), debu (*silt*) dan pasir (*sand*). Parameter tekstur tanah adalah sebagai berikut: Tanah bertekstur kasar meliputi: tekstur pasir dan pasir geluhan (sangat baik), Tanah bertekstur agak kasar, meliputi: tekstur geluh pasir dan geluh pasir sangat halus (baik), Tanah bertekstur sedang, meliputi: tekstur geluh pasir sangat

halus, geluh, geluh debuan, dan abu (sedang), Tanah bertekstur agak halus, meliputi tekstur geluh lempungan, pasir, dan geluh lempung debuan (jelek), Tanah bertekstur halus, meliputi: tekstur lempung berpasir, lempung debu dan lempung (sangat jelek). 4) Curah hujan: banyaknya air hujan yang jatuh ke bumi persatu satuan luas permukaan pada suatu jangka waktu tertentu. Adapun yang mejadi parameternya ialah; kecil (<1500 mm/thn), sedang (1500-2500 mm/thn), besar (>2500 mm/thn). 5) Penggunaan lahan: Bentuk-bentuk penggunaan kegiatan manusia terhadap lahan, termasuk keadaan alamiah yang belum terpengaruhi oleh manusia. Parameter penggunaan lahan adalah hutan, tegalan/belukar, perkebunan, sawah, dan permukiman.

Batuan adalah material alam yang tersusun atas kumpulan (agregat) mineral baik yang terkonsolidasi maupun yang tidak terkonsolidasi yang merupakan penyusun utama kerak bumi serta terbentuk sebagai hasil proses alam. Parameter geologi berdasarkan jenis batuan adalah batuan beku, batuan metamorf, dan batuan sediment.

Agihan daerah rawan longsor lahan: agihan (persebaran) daerah yang mudah mengalami gangguan longsor lahan.

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi, teknik pengukuran dan teknik dokumentasi.

Teknik Observasi yaitu pengamatan secara langsung ke lapangan terkait dengan daerah penelitian untuk memperoleh data-data yang mendukung dalam penelitian ini.

Teknik Pengukuran dilakukan untuk memperoleh data koordinat sampel penelitian. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa alat penerima (Receiver) *Global Positioning System* (GPS) untuk menetapkan titik

koordinat geografis serta elevasi tiap sampel. Pengukuran kemiringan lereng dengan menggunakan abney level Meteran untuk mengukur kedalaman regolith tanah, lebar dan panjang longsoran Uji lapangan untuk mengukur tekstur tanah

Teknik dokumentasi dilakukan untuk pengambilan data-data dari beberapa instansi-instansi terkait. Studi dokumentasi bertujuan untuk pengambilan data, diantaranya peta bentuk lahan, peta jenis tanah, peta penggunaan lahan, peta topografi, dan data curah hujan.

Teknik analisis data adalah suatu proses saling menghadapkan dua jenis data atau lebih untuk mendapatkan hubungan informasi antara data yang satu dengan data yang lainnya. Hubungan informasi tersebut diperlukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan alternatif pemecahannya. Hasil analisa yang diharapkan yakni dapat teridentifikasi faktor-faktor dominan penyebab terjadinya longsor lahan, karakteristik longsor lahan, serta agihan daerah rawan longsor lahan di Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, Naman Teran.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif kualitatif. Analisis deskriptif kualitatif yaitu hasil yang diperoleh dalam penelitian ini mampu memberikan gambaran tentang agihan daerah rawan longsor lahan di lokasi penelitian. Teknik analisis data juga menggunakan pengharkatan untuk menentukan tingkat kerawanannya yang diklasifikasikan berdasarkan potensinya yaitu: ringan, sedang, berat.

Penentuan karakteristik longsor lahan yang dilihat berdasarkan enam jenis longsor yaitu translasi, rotasi, blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran

bahan rombakan. Pengamatan dilakukan pada tiap longsor lahan yang telah terjadi di lapangan untuk menentukan karakteristik longsor lahan tersebut.

Teknik analisa untuk mengetahui faktor dominan penyebab terjadinya longsor lahan adalah dengan mengamati setiap peristiwa longsor yang terjadi dilapangan dan menyimpulkan faktor apa yang menjadi faktor dominan terjadinya longsor lahan di daerah penelitian.

Untuk menganalisis agihan daerah rawan longsor digunakan dengan metode *overlay* atau tumpang susun peta dengan menggunakan software GIS. Proses analisa data spasial daerah kejadian longsor di daerah penelitian sebagian besar dilakukan dengan menggunakan alat (instrument) perangkat lunak (software) Sistem Informasi Geografi (GIS) yaitu *Arc View 3.3*. Proses analisa dengan menggunakan software GIS ini dapat dilaksanakan dengan terlebih dahulu melakukan input data spasial beberapa tema yang telah dilakukan koreksi data dari data survey lapangan.

Data spasial parameter penyebab terjadinya longsor diperoleh dari hasil analisis terhadap beberapa data spasial yang merupakan parameter penentu terjadinya longsor lahan, yaitu: Kemiringan lereng, Tekstur tanah, Kedalaman regolith tanah, Curah hujan, Penggunaan lahan, Geologi, dan Analisis spasial

Setelah data spasial parameter penentu faktor utama kejadian longsor disusun, data tersebut selanjutnya dianalisis untuk memperoleh informasi mengenai faktor dominan penyebab longsor lahan. Analisis spasial dilakukan dengan menumpangsusunkan (*overlay*) beberapa data spasial untuk menghasilkan unit pemetaan yang baru yang akan digunakan sebagai unit analisis. Pada setiap

unit analisis tersebut dilakukan analisis terhadap data atribut yang tak lain adalah data tabular, sehingga analisis tersebut juga disebut analisis tabular.

Analisis tabular selanjutnya dikaitkan dengan data spasialnya untuk menghasilkan data spasial penyebab dominan kajadian longsor lahan. Untuk analisa spasial, system proyeksi dan koordinat yang digunakan adalah *Universal Transverse Mercator (UTM)*. Sistem koordinat dari UTM adalah meter sehingga memungkinkan analisa yang membutuhkan informasi dimensi-dimensi linier seperti jarak dan luas. System proyeksi tersebut lazim digunakan dalam pemetaan topografi sehingga sesuai juga digunakan dalam pemetaan tematik seperti halnya pemetaan daerah rawan longsor lahan.

Secara teknis proses analisis spasial untuk penentuan faktor penyebab terjadinya longsor dengan bantuan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) *Arc View 3.3* dapat dilakukan dengan bantuan ekstensi *Geoprocessing*. Secara garis besar tahapan dalam analisis spasial untuk penyusunan data spasial daerah kejadian longsor terdiri dari empat tahap, yaitu: 1) Tumpangsusun (*overlay*) data spasial, dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) *Arc View 3.3* dapat dilakukan *overlay* dengan mudah. Software tambahan (*extension*) *Geoprocessing* yang terintegrasi dalam *software* *Arc View 3.3* atau *extension* *X-Tool* yang ditambahkan ke dalam *extensions* *software* *Arc View* sangat berperan dalam proses ini. Didalam *extension* ini terdapat beberapa fasilitas *overlay* dan vasilitas lainnya seperti: *union, dissolve, merge, clip, intersct, asgn data*.

Proses *overlay* ini dilakukan secara bertahap dengan urutan misalnya mulai menumpangsusunkan peta penggunaan

lahan dengan peta kemiringan lereng, selanjutnya hasil tumpang-susun peta penggunaan lahan dan kemiringan lereng kembali ditumpang-susunkan dengan peta curah hujan.

2) Editing data atribut pada intinya adalah menambahkan kolom (*field*) baru pada atribut *theme* hasil tumpang-susun yang dilakukan apabila diperlukan. 3) Analisis tabular ini pada prinsipnya adalah analisis terhadap atribut dari *theme* hasil *overlay* yang sebelumnya telah melewati tahap pengolahan dan editing data atributnya. 3) Penyajian data spasial, data secara umum adalah representasi fakta dari dunia nyata. Data dapat disajikan dalam berbagai bentuk, antara lain; 1) bentuk uraian (deskriptif), 2) bentuk peta

Penyajian data dalam bentuk uraian (deskriptif) dapat dilihat dalam pembahasan sedangkan penyajian data dalam bentuk peta pada dasarnya dilakukan dengan mengikuti kaidah-kaidah kartografis yang diperlukan dalam pembuatan suatu peta diaplikasikan dalam proses visualisasi data spasial dan penyusunan tata letak (*layout*) suatu peta.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan di lapangan terdapat beberapa jenis longsor, yaitu translasi yaitu longsor lahan yang terjadi pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai dan jenis longsor rotasi yaitu longsor yang terjadi pada bidang gelincir berbentuk cekung. Dari sembilan belas sampel yang diambil sebelas sampel berjenis longsor rotasi dan delapan sampel berjenis longsor translasi.

Berdasarkan tabel 15 di atas diketahui bahwa longsor rotasi berjumlah 58% dan longsor translasi berjumlah 42% dari total keseluruhan sampel. Pada tiap titik longsor dapat

diketahui panjang longsor, lebar longsor, kemiringan lereng, kedalaman regolith tanah dan juga tekstur tanah. Longsor lahan dengan panjang longsor terendah adalah titik sampel XIV dengan panjang longsor 5 m dan longsor dengan panjang longsor tertinggi adalah titik sampel VIII dengan panjang longsor 250 m. Lebar longsor terendah berada pada titik sampel VII dengan lebar longsor 6 m dan lebar longsor tertinggi berada pada titik sampel IX yaitu 9 m. Longsor dengan kemiringan lereng terendah berada pada titik sampel XV yaitu 28% dan kemiringan lereng tertinggi adalah titik sampel IX yaitu 60%. Kedalaman regolith tanah terendah terdapat pada titik sampel XVII dengan kedalaman 17 cm, dan kedalaman regolith tertinggi berada pada titik sampel III yaitu sebesar 68 cm. Tekstur tanah yang terdapat pada titik sampel terdiri dari beberapa jenis yaitu geluh lempungan, lempung berdebu, geluh debuan, pasir geluhan, lempung berpasir, geluh berpasir, pasir berdebu, dan pasiran.

Berdasarkan pengklasifikasian tekstur tanah yang memiliki tekstur sangat jelek berjumlah enam sampel yaitu tiga tekstur tanah lempung berdebu dan tiga lempung berpasir. Tekstur tanah dengan kelas jelek berjumlah tiga sampel yaitu dua tekstur tanah geluh lempungan dan juga satu tekstur tanah pasiran. Tekstur tanah sedang berjumlah tiga yaitu satu tekstur tanah geluh debuan, dan dua tekstur tanah pasir berdebu. Tekstur tanah baik berjumlah lima yang keseluruhannya adalah tekstur tanah geluh berpasir, dan tekstur tanah dengan kelas sangat baik berjumlah dua dengan tekstur tanah pasir geluhan.

Faktor dominan penyebab terjadinya longsor di daerah penelitian adalah faktor

kemiringan lereng. Walaupun terlihat dari peta kemiringan lereng presentase kemiringan 3-8 % merupakan kemiringan lereng yang paling dominan namun berdasarkan penelitian langsung dilapangan menunjukkan bahwa longsor yang terjadi memiliki kemiringan lereng lebih dari 30 %, dari sembilan belas sampel longsor yang diambil 95% longsor lahan yang terjadi memiliki kemiringan lereng yang lebih dari 30% dan hanya 5 % dari total keseluruhan yang memiliki kemiringan dibawah 30% yaitu longsor lahan pada titik sampel XV yaitu dengan kemiringan 28%.

Faktor-faktor penyebab longsor yang di ketahui berdasarkan penelitian di lapangan adalah Kemiringan lereng. Pada daerah penelitian kemiringan lereng bervariasi dengan kemiringan lereng datar, landai, miring, agak curam dan curam. Untuk lebih jelas mengenai kemiringan lereng di daerah penelitian dapat dilihat tabel 16 di bawah ini.

Tabel 16. Kemiringan Lereng di Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran.

No	Presentase kemiringan (%)	Nilai skor	Luas (Ha)
1	0-3	1	2.609,7
2	3-8	2	11.402,1
3	8-15	3	9.718,5
4	15-30	4	3.335,1
5	>30	5	2.0317
Jumlah			29.097,1

Sumber: BAPPEDA Kab. Karo, 2013

Dari tabel 16 dapat diketahui bahwa yang paling dominan yaitu pada kemiringan 3-8% dengan luas area 11.402,1 Ha, diikuti secara berurut oleh kemiringan 8-15 % luas area 9.718,5 Ha, 15-30 % dengan luas area 3.335,1 Ha, 0-3 % dengan luas area 2.609,7 Ha dan persentase kemiringan lereng yang

memiliki luas paling kecil adalah >30 % dengan luas area 2.0317 Ha. Umumnya lereng yang terjal atau yang memiliki persentase kemiringan yang tinggi dapat mengakibatkan terjadinya longsor.

Curah hujan adalah salah satu penyebab terjadinya longsor adalah curah hujan. Pada lokasi penelitian yaitu di Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat dan Naman Teran terdapat beberapa stasiun curah hujan, diantaranya ialah stasiun curah hujan Sinabung, stasiun Tongkoh, stasiun Kuta Gadung, dan stasiun Merdeka dengan tingkat curah hujan yang sedang yaitu dengan rata-rata curah hujan 2161,52 mm/tahun. Nilai ini diperoleh berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun terakhir. Tingkat curah hujan pada lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 17. Curah Hujan di Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran.

No	Curah hujan (mm/tahun)	Nilai skor	Luas (ha)
1	1900	3	1.018,9
2	2000	3	352,4
3	2100	3	2.315,8
4	2200	3	3.541,2
5	2300	3	12.570,1
6	2400	3	5.097,8
7	2500	3	2.434,3
8	2600	5	1.050,3
9	2700	5	716,1
Jumlah			29.097,1

Sumber: BMKG Sampali dan hasil analisis GIS, 2014

Berdasarkan tabel 17 diketahui bahwa curah hujan pada daerah penelitian relatif sedang dengan dengan nilai curah hujan antara 1900 mm/tahun - 2700 mm/tahun dengan nilai skor yang

diberikan yaitu 3-5. Dengan demikian dapat diartikan bahwa curah hujan di daerah penelitian merupakan faktor yang cukup berpengaruh pada terjadinya longsor lahan, hanya diarah utara daerah penelitian saja yang memiliki kelas curah hujan yang tinggi.

Faktor penggunaan lahan juga berpengaruh terhadap penyebab terjadinya longsor. Penggunaan lahan pada lokasi penelitian terdiri dari : 1) hutan, 2) tegalan, 4)semak belukar, 5) sawah, 6) tanah terbuka, 7) permukiman.

Tabel 18. Penggunaan Lahan di Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran.

No	Penggunaan lahan	skor	Luas (Ha)
1	Hutan	1	5.916,0
2	Tegalan/belukar	2	20.698,3
3	Sawah	4	569,7
4	Permukiman	5	1.913,1
Jumlah			29.097,1

Sumber: BAPPEDA Kab. Karo, 2013.

Penggunaan lahan pada lokasi penelitian didominasi oleh tegalan/ladang. Dari berbagai jenis tutupan lahan yang ada di lokasi penelitian, penggunaan lahan berupa tegalan/ belukar merupakan yang paling luas bila dibandingkan dengan dengan penggunaan lahan lainnya yaitu dengan luas 20.698,3 Ha. Tegalan/ belukar memiliki skor dua dalam pengaruhnya terhadap longsor yang berarti sebagian besar daerah penelitian memiliki tingkat kerawanan longsor yang rendah bila ditinjau dari penggunaan lahannya.

Berdasarkan data yang diperoleh dari peta geologi jenis batuan yang terdapat di daerah penelitian adalah jenis batuan beku yang berasal dari bahan letusan gunung api dan juga batuan

sedimen. Parameter yang digunakan untuk melihat faktor geologi penyebab longsor lahan adalah batuan beku, batuan metamorf, dan juga batuan sedimen.

Hampir sebagian besar daerah penelitian merupakan daratan berbatuan beku atau berasal dari letusan vulkanik dan hanya sebagian kecil wilayah yang merupakan daratan berbatuan sedimen. Berdasarkan pengklasan untuk masing-masing batuan, batuan beku mempunyai nilai skor 1 yang memiliki makna bahwa jenis batuan ini memiliki pengaruh terhadap longsor lahan yang rendah dibandingkan dengan skor batuan sedimen yang bernilai 3. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9 di bawah ini.

Jenis tanah sangat menentukan terhadap potensi erosi dan longsor. Tanah yang gembur karena mudah melalukan air masuk kedalam penampang tanah akan lebih berpotensi longsor dibandingkan dengan tanah yang padat seperti tanah bertekstur liat (Tekstur tanah clay).

Tabel 19. Tekstur Tanah di Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran.

No	Sampe l	Tekstur Tanah	Kriteria Tekstur Tanah	Kelas
1	I	Geluh lempungan	Agak halus	Jelek
2	II	Geluh lempungan	Agak halus	Jelek

3	III	n Lempung berdebu	Halus	Sangat jelek	dalam kondisi kering. Tanah lempung ini dapat terbentuk dari hasil pelapukan batuan terutama batuan gunung api. Tanah hasil pelapukan batuan gunung api ini memiliki komposisi sebagian besar lempung dengan sedikit pasir dan bersifat subur. Jenis tanah yang bersifat lempung, lanau, pasir merupakan jenis tanah yang mudah memloloskan air. Sifat tersebut menjadikan tanah bertambah berat di atas batuan kedap air pada perbukitan/dengan kemiringan sedang hingga terjal berpotensi mengakibatkan tanah tersebut menggelincir menjadi longsor pada musim hujan dengan curah hujan berkualitas tinggi. Jika perbukitan tersebut tidak ada tanaman keras berakar kuat dan dalam, maka kawasan tersebut menjadi rawan terhadap bencana longsor lahan. Dari data tekstur tanah yang diperoleh diketahui bahwa tekstur tanah di sebagian titik longsor tidak menjadi faktor yang cukup berpengaruh untuk terjadinya longsor lahan.
4	IV	Geluh debuan	Sedang	Sedang	
5	V	Lempung berdebu	Halus	Sangat jelek	
6	VI	Pasir geluhan	Kasar	Sangat baik	
7	VII	Lempung berpasir	Halus	Sangat jelek	
8	VIII	Lempung berdebu	Halus	Sangat jelek	
9	IX	Pasir geluhan	Kasar	Sangat baik	
10	X	Lempung berpasir	Halus	Sangat jelek	
11	XI	Geluh berpasir	Agak kasar	Baik	
12	XII	Lempung berpasir	Halus	Sangat jelek	
13	XIII	Pasir berdebu	Kasar	Sangat baik	
14	XIV	Geluh berpasir	Agak kasar	Baik	
15	XV	Pasiran	Kasar	Sangat baik	
16	XVI	Geluh berpasir	Agak kasar	Baik	
17	XVII	Geluh berpasir	Agak kasar	Baik	
18	XVIII	pasir berdebu	Agak kasar	Baik	
19	XIX	Geluh berpasir	Agak kasar	Baik	

Sumber: Data primer, 2014

Berdasarkan tabel 19. diketahui bahwa terdapat enam sampel yang memiliki kelas tekstur tanah yang sangat jelek, dalam arti sangat berpotensi untuk terjadinya longsor lahan, dua sampel dengan kelas tekstur tanah jelek, satu sampel dengan kelas sedang, enam sampel dengan kelas baik dan empat sampel dengan kelas tekstur tanah sangat baik.

Tanah lempung sangat mudah menyerap/meresapkan air hujan terutama

Kedalaman regolith merupakan kedalaman suatu tanah dimana tanah tersebut mampu menyerap air. Semakin dalam kedalaman solum suatu lahan maka semakin rawan terhadap bahaya longsor. Hal ini disebabkan karena solum (regolith) yang dalam dapat mengakibatkan bertambahnya berat volume dalam tanah apabila pori-pori dalam tanah dipenuhi oleh air. Bertambahnya volume air dalam pori-pori tanah akan mengakibatkan lereng tidak mampu menahan massa tanah yang mengakibatkan lereng rentan terhadap bahaya longsor.

Kedalaman regolith, dan tekstur tanah menentukan besar kecilnya air limpasan permukaan dan laju penjenuhan tanah oleh air. Pada tanah bersolum dalam (>90 cm), stuktur gembur, dan penutupan lahan rapat, sebagian besar air hujan

terinfiltrasi kedalam tanah dan hanya sebagian kecil yang menjadi air limpasan permukaan. Sebaliknya, pada tanah bersolum dangkal, stuktur padat, dan penutupan lahan kurang rapat, hanya sebagian kecil air hujan yang terinfiltrasi dan sebagian besar menjadi aliran permukaan. (Litbang Departemen Pertanian, 2006)

Tabel 20. Kedalaman Regolith Tanah di Kecamatan Dolat Rayat, Berastagi, Merdeka, Kabanjahe, Simpang Empat, dan Naman Teran.

No.	Sampel	Kedalaman regolith (cm)	Kelas
1	I	30	Rendah
2	II	50	Rendah
3	III	68	Agak rendah
4	IV	23	Rendah
5	V	33	Rendah
6	VI	22	Rendah
7	VII	30	Rendah
8	VIII	30	Rendah
9	IX	45	Rendah
10	X	25	Rendah
11	XI	25	Rendah
12	XII	40	Rendah
13	XIII	30	Rendah
14	XIV	45	Rendah
15	XV	45	Rendah
16	XVI	40	Rendah
17	XVII	72	Agak Rendah
18	XVIII	30	Rendah
19	XIX	80	Sedang

Sumber: Data Primer, 2014

Berdasarkan tabel 20. dapat diketahui bahwa dari Sembilan belas sampel yang telah diambil, enam belas sampel berada pada kelas rendah. Hal tersebut berarti kedalaman regolith tidak memiliki pengaruh yang besar pada longsor lahan di daerah penelitian. Sampel

XIX berada di kelas sedang, dan dua sampel lainnya yaitu sampel III dan sampel XVII berada di kelas agak rendah.

Untuk mengetahui tingkat rawan longsor lahan di daerah penelitian yang disebabkan oleh kemiringan lereng, curah hujan, dan penggunaan lahan dapat dilihat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Jumlah parameter pendukung longsor lahan : 4

Nilai terendah harkat adalah 1 dan nilai tertinggi adalah 5

Dengan demikian maka:

$$K_i = \frac{X_t - X_r}{K}$$

Keterangan :

K<sub>i</sub> = interval kelas longsor lahan

X<sub>t</sub> = jumlah nilai tertinggi dari harkat (18)

X<sub>r</sub> = jumlah nilai terendah dari harkat (4)

K = jumlah kelas bahaya longsor lahan

Maka intervalnya adalah

$$K_i = \frac{18-4}{4} = 4$$

Adapun pengklasifikasian tingkat kerawanan longsor dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 21. Klasifikasi Tingkat Kerawanan Longsor lahan

Kelas	Interval Kelas	Tingkat Kerawanan Longsor lahan	Luas (Ha)
1	4-7,5	Ringan	3462,6
2	7,6-11,1	Sedang	24.300,4
3	>11,2	Berat	1334,3
Jumlah			29.097,1

Sumber: Hasil pengolahan data primer, 2014

Berdasarkan tabel 21. diketahui bahwa tingkat kerawanan longsor yang

mendominasi pada lokasi penelitian adalah tingkat kerawanan yang sedang yaitu sekitar 24.300,4 Ha dari total keseluruhan luas daerah penelitian. Kemudian tingkat kerawanan longsor dengan kelas ringan yaitu seluas 3462,6 Ha, dan tingkat kerawanan longsor kelas berat seluas 1334,1 Ha. Adapun agihan daerah rawan longsor yang diperoleh dari *overlay* peta kemiringan lereng, curah hujan dan penggunaan lahan dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11 berikut.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dari sembilan belas sampel yang di ambil dilapangan menunjukkan bahwa jenis longsor yang terjadi di daerah penelitian adalah 58% jenis longsor rotasi dan 42% longsor translasi. Perbedaan dari kedua jenis longsor ini adalah dari bentuk luncuran longsor. Longsor rotasi merupakan longsor yang terjadi dengan bentuk luncuran longsor melengkung atau cekung, sedangkan longsor translasi adalah longsor yang terjadi dengan bentuk luncuran datar. Material longsor pada tipe ini berupa tanah yang terkumpul pada kaki lereng.

Tipe longsor rotasi terjadi di Kecamatan Dolat Rayat, Kecamatan Berastagi, Kecamatan Merdeka, dan Kecamatan Simpang Empat. Parameter yang mempengaruhi longsor tipe ini pada umumnya yaitu lereng yang landai sampai dengan curam, curah hujan dengan tingkat sedang hingga tinggi dan jenis vegetasi berupa rumput-rumputan dengan perakaran serabut. Selain itu penggunaan lahan tegalan yang didominasi dengan vegetasi semusim seperti sayur-sayuran yang ditanam berbaris searah kemiringan lereng mempercepat erosi permukaan yang memicu longsor.

Longsor tipe ini berkomposisi material yang kaya akan liat dan mengembang bila basah sehingga menyebabkan berkurangnya gaya kohesi antar butir tanah. Disamping itu, kondisi daerah penelitian yang berbukit-bukit dan memiliki kelerengan terjal menyebabkan longsor tipe ini banyak ditemukan. Di samping faktor tersebut, rusaknya vegetasi dan pemanfaatan lahan yang tidak mengikuti kaidah konservasi tanah dan air menyebabkan resiko terjadinya tanah longsor terus meningkat. Longsor tipe ini juga disebabkan oleh peningkatan beban tanah, pembangunan infrastruktur berupa jalan dan rumah (pemukiman) yang memotong/memapas lereng, serta kondisi penutupan lahan yang tidak mendukung stabilnya agregat tanah terutama terjadi saat hujan lebat yang terjadi relative lama. Saat musim hujan tanah-tanah yang diolah tidak mampu lagi menahan beban yang terdapat di atasnya, yaitu adanya lapisan tanah yang kedap air sehingga membuat badan lereng bergerak kebawah. Penggunaan lahan pada daerah terjadinya longsor lahan dengan tipe rotasi pada umumnya berupa kebun campuran, semak belukar, atau lahan kosong pada bagian atas sedangkan di bagian bawah tebing berupa bangunan infrastruktur baik berupa pemukiman ataupun jalan.

Kemiringan lereng mempunyai pengaruh besar terhadap terjadinya longsor lahan. Tanah longsor umumnya dapat terjadi pada wilayah berlereng. Makin tinggi kemiringan lereng lahannya akan semakin besar potensi longsornya. Berdasarkan pengamatan di lapangan dan juga analisis peta kemiringan lereng, diketahui bahwa faktor kemiringan lereng merupakan faktor yang paling dominan penyebab terjadinya longsor lahan. Dari sembilan belas sampel longsor lahan yang

diambil di lapangan 95 % dari total keseluruhannya memiliki lereng yang curam yakni lebih dari 30 %. Lereng dengan kemiringan >30 % adalah lereng yang sangat tinggi potensinya terhadap longsor sesuai dengan pernyataan Sumiyatih dan Yohanes (2000) dalam Anwar (2012), yang menyatakan bahwa tanah longsor umumnya dapat terjadi pada wilayah berlereng. Makin tinggi kemiringan lereng lahannya akan semakin besar potenasinya terhadap longsor lahan.

Berdasarkan peta kemiringan lereng, tidak semua sampel longsor lahan berada pada kemiringan lereng >30% atau curam, melainkan ada sampel longsor yang berada pada kemiringan lereng 0-3 %, 3-8%, 8-15 %, dan 15-30 %. Namun berdasarkan pengukuran di lapangan, kemiringan longsor lahan mencapai >30% hanya 5% saja yang merupakan kemiringan lereng 28%. Hal itu disebabkan adanya pemotongan tebing/ lereng untuk pembuatan jalan serta pengelolaan lereng tidak maksimal sehingga lereng tersebut menjadi rawan terhadap longsor lahan.

Tidak semua lahan dengan kondisi miring mempunyai potensi untuk longsor, hal ini tergantung pada karakter lereng terhadap respon tenaga pemicu terutama respon lereng terhadap curah hujan. Pola penggunaan lahan untuk persawahan, kebun campuran, tegalan, maupun semak belukar terutama pada daerah-daerah yang mempunyai kemiringan lereng terjal dapat mengakibatkan tanah menjadi gembur yang lambat laun akan mengakibatkan terjadinya gerakan tanah atau longsor lahan. Kondisi litologi/bahan induk yang berupa batuan dan tanah merupakan faktor penting yang dapat memicu terjadinya proses gerakan tanah, dan kadungan air permukaan juga merupakan faktor penting

yang dapat memicu terjadinya gerakan tanah atau longsor lahan.

Agihan daerah rawan longsor dapat diketahui dengan teknik *overlay* peta. Peta kemiringan lereng ditumpang-susunkan dengan peta penggunaan lahan, dan hasil tumpang susun tersebut ditumpang-susunkan lagi dengan peta curah hujan. Setelah di tumpang-susunkan harkat dari tiap faktor yang mempengaruhi longsor yaitu kemiringan lereng , penggunaan lahan dan juga curah hujan di olah berdasarkan rumus yang digunakan, sehingga dapat diketahui daerah rawan longsor yang memiliki tingkat kerawanan rendah, sedang hingga tinggi.

Berdasarkan hasil *overlay* peta kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan juga peta curah hujan dan geologi didapat tiga kelas longsor yang berbeda. Daerah dengan tingkat rawan longsor berat memiliki total luas 1334,3 Ha, dan tingkat rawan longsor berat ini berada di tiap kecamatan daerah penelitian. Keenam kecamatan ini memiliki bentuk lahan yang sangat bervariasi, terlebih lagi di kecamatan ini terdapat dua buah gunung yang sangat di kenal, yaitu Gunungapi Sibayak ( Kecamatan Berastagi dan Kecamatan Merdeka) dan juga Gunungapi Sinabung yang pada saat ini kembali erupsi sejak 400 tahun lalu (Kecamatan Naman Teran).

Daerah dengan tingkat rawan longsor sedang memiliki total luas 24,300,4 Ha, dan tingkat rawan longsor sedang ini berada pada hampir disetiap kecamatan. Namun berdasarkan hasil *overlay* peta dapat dilihat bahwa kecamatan yang memiliki luas daerah rawan longsor lahan terluas diikuti secara berurut adalah Kecamatan Merdeka, Naman Teran, Berastagi, Simpang Empat, Dolat Rayat dan Kabanjahe.

Daerah dengan tingkat rawan longsor rendah memiliki total luas 3462,6 Ha. Persebaran daerah rawan longsor lahan dengan tingkat rawan longsor ringan berada pada bagian selatan dan juga barat daerah penelitian. Kecamatan dengan kelas rawan longsor ringan terluas diikuti secara berurut adalah Kecamatan Simpang Empat, Naman Teran, Kabanjahe, Dolat Rayat, Berastagi, dan Merdeka.

### KESIMPULAN

Karakteristik longsor lahan yang terdapat di lokasi penelitian ada dua jenis yaitu 58% jenis longsor rotasi dan 42% longsor translasi, dimana terlihat bahwa jenis longsor lahan yang dominan adalah jenis longsor lahan rotasi. Faktor dominan penyebab terjadinya longsor di daerah penelitian yaitu di Kecamatan Dolat Rayat, Kecamatan Berastagi, Kecamatan Merdeka, Kecamatan Kabanjahe, Kecamatan Simpang Empat, dan Kecamatan Simpang Empat adalah faktor kemiringan lereng. Agihan daerah rawan longsor pada lokasi penelitian terbagi dalam tiga tingkat kerawanan longsor lahan yaitu ringan, sedang dan berat dengan luas lahan berturut-turut yaitu 3462,6 Ha, 24,300,4 Ha, 1334,3 Ha, dimana terlihat bahwa yang dominan adalah tingkat kerawanan longsor lahan yang sedang. Persebaran daerah rawan longsor ringan, sedang dan berat berada pada Kecamatan Simpang Empat, Naman Teran, Kabanjahe, Dolat Rayat, Berastagi, dan Merdeka.

### DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2007. Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana (BAKORNAS PB). Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya Di Indonesia edisi II. Jakarta. Direktorat Mitigasi, Lakhar BAKORNAS PB. Diakses pada tanggal 4 Maret 2014 jam 15.35 wib.

Anonim, Abstrak Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2012. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M). Universitas Hasanuddin.

Anwar, A. 2012. Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Lahan Pertanian Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai. *Skripsi*(tidak diterbitkan). Makasar: Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Arif, M. 2013. Studi KERENTANAN LONGSOR DI KECAMATAN Bangun Purba Kabupaten Deli Serdang. *skripsi* (tidak diterbitkan). Medan. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan.

Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press.

Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press

BAKORNAS PB. 2007. Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya Di Indonesia. Jakarta. Direktorat mitigasi.

Effendi, A. D. 2008. Identifikasi Kejadian Longsor Dan Penentuan Faktor-Faktor Utama Penyebabnya Di Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor. *Skripsi* (tidak diterbitkan). Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Gunadi, S.dkk. 2004. Tingkat Bahaya Longsor Di Kecamatan Samigaluh Dan Daerah Sekitarnya, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Makalah Kongres MKTI ke V Dan Seminar Nasional Degradasi Hutan Dan Lahan*. Yogyakarta: Pasca Sarjana UGM, 10-11 Desember 2004.

Hardiyatmo, H. C. 2012. Longsor Lahan Dan Erosi Kejadian Dan Penanganan. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press

<http://www.karokab.go.id>. Diakses pada 30 Januari 2014.

Imran.A.M, dkk. 2012. Tingkat Kerentanan Longsoran Pada Ruas Jalan Poros Malino-Sinjai Berdasarkan Aspek Geologi. Abstrak Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2012.

- Diakses Pada Tanggal 6 Maret 2014 jam 17.31 wib.
- Izhom, M. B. 2012. Kerentanan Wilayah Longsor Lahan Di Daerah Aliran Ci Citatih Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. *Skripsi* (tidak diterbitkan). Depok: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Mayangsunda, K. Dkk. 2011. Analisis Bahaya Gerakan Tanah. *Laporan Studi* (tidak diterbitkan). Bandung: ITB.
- Nurjanah, Dkk. 2012. Maajemen Bencana. Bandung. Penerbit Alfabeta
- Penelitihukum.org/tag/pengertian\_rawan\_bencana/. Diakses tanggal 5 Maret 2014 jam 17.08 wib
- Priyono, K. D, dkk. 2006. Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah Di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara. *Forum Geografi*, vol. 20, no.2.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. [www. Vsi.esdm.go.id](http://www.Vsi.esdm.go.id). diakses pada 3 April 2014.
- Risdianto, dkk. 2012. Analisis Mitigasi Bencana Gerakan Tanah Di Kecamatan Pekucen Kabupaten Banyumas. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. Semarang:UNDIP, 11 September
- Sarah. D, M. R. D. 2012. Investigasi Geologi Teknik pada Gerakan Tanah Lambat di Desa Jahiyang, Salawu, Kabupaten Tasikmalaya. *Indonesian Journal of Geology*, Vol. 7 No. 1 March 2012: 27-38. Diakses pada tanggal 6 Maret 2014 jam 18:46 wib.
- Soedarmo, G.D., Dkk. 1997. *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta. Penerbit Kanisius
- Suranto, J. P. 2008. Kajian Pemanfaatan Lahan Pada Daerah Rawan Bencana Longsor Lahan Di Gununglurah, Cilogok, Banyumas. *Tesis*. (tidak diterbitkan). Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Suripin. 2004. *Pelestarian sumber daya tanah dan air*. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Wahyunto, H. S, dkk. *Kerawanan Longsor Lahan Pertanian Didaerah Aliran Sungai Citarum, Jawa Barat*. Bogor. Balai penelitian tanah.