

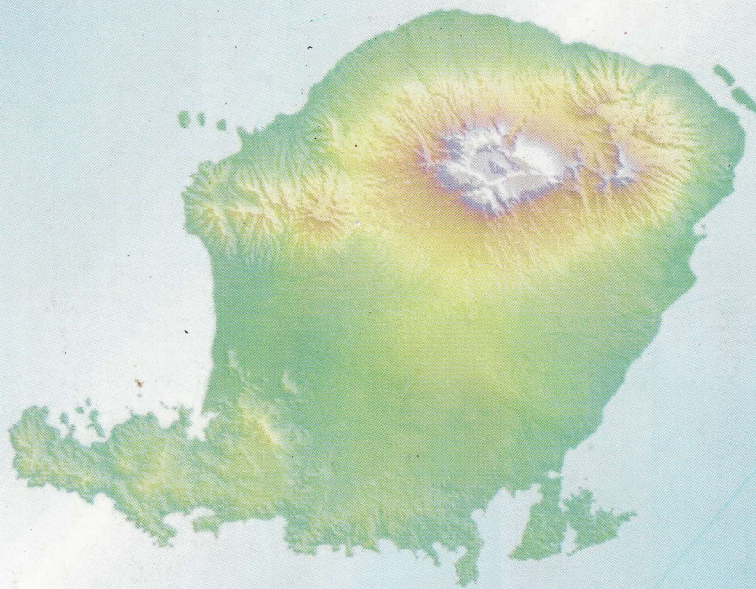
ISBN : 978-602-18848-0-5

Prosiding

**KONFERENSI DAN SEMINAR NASIONAL
BADAN KERJASAMA PUSAT STUDI
LINGKUNGAN HIDUP INDONESIA (BKPSL) KE - 21**

**Penguatan Peran PSL dalam Perlindungan
dan Pengelolaan Lingkungan Hidup**

Mataram, 13 - 15 September 2012

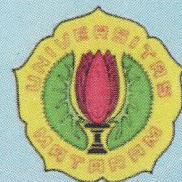


Kerjasama

**Badan Kerjasama
Pusat Studi Lingkungan Hidup Indonesia**



dengan



**Pusat Penelitian Lingkungan Hidup
Universitas Mataram**

MITIGASI KARAKTERISTIK LAHAN RAWAN LONGSOR DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) LAB KABUPATEN KEPULAUN SULA

Zetly E. Tamod*), Bobby Polii*), Abdi Umagapi**)

*) Peneliti PPLH SDA Universitas Sam Ratulangi Manado. email: zetly1809@yahoo.com

***) DISHUTBUN Kabupaten Kepulauan Sula Malut. email: abdy.umagapi@gmail.com

Abstrak

Longsor dapat terjadi secara alamiah karena faktor-faktor alam dan dapat menimbulkan bencana jika merugikan manusia dari aspek ekonomi, sosial dan lingkungan. Konsep mitigasi sebagai *risk reduction* karakteristik satuan rawan longsor dapat digunakan untuk penyusunan sistem informasi penanggulangan bencana longsor tanah di DAS Lab Kabupaten Kepulauan Sula. Salah satu strateginya yakni menilai karakteristik lahan yang menjadi pemicu utama kejadian longsor. Metode penentuan karakteristik satuan lahan dilakukan dengan teknik skoring, yaitu dengan memberikan pengharkatan terhadap faktor karakteristik penentu longsor. Hasil analisis karakteristik rawan longsor di wilayah DAS Lab, terdapat 5 (lima) luasan terbesar dengan total luas 26458.3Ha sebagai karakteristik lahan pemicu utama kejadian longsor, di samping itu, kedalaman tanah sangat dalam (50 - 300 cm), kondisi lereng agak curam hingga curam (25 - 45%), permeabilitas cepat (34,92 cm/jam) tekstur lempung, pasir berlempung dan lempung berliat, input curah hujan tergolong agak rendah (nilai Q sebesar 20,44 mm/thn, bertipe iklim B/basah), kondisi batuan (jenis batuan granit/granodiorit kategori peka terhadap longsor), terdapat sesar/patahan, penggunaan lahan dominan tegalan, pekarangan dan pertanian lahan kering sudah mencapai 35,51%, adanya infrastruktur jalan yang memotong lereng.

Kata kunci : Karakteristik Lahan, Longsor.

PENDAHULUAN

Kegiatan mitigasi melibatkan usaha jangka panjang untuk mengurangi kerapuhan dan keparahan dari sebuah bencana yang mungkin terjadi, sehingga Cannon (1994) menilai mitigasi sering berpusat pada bahaya daripada manusia. Hal ini dikarenakan bencana terikat pada proses sosial. Menurut Wachtendorf (2001) strategi yang bertujuan untuk mengurangi kerapuhan bencana harus memperhatikan pada kerentanan baik di lingkungan bangunan maupun sosial. Sehingga tanggungjawab untuk memitigasi bukan hanya terletak pada ahli penanganan bahaya, tetapi juga harus bekerja erat dengan kelompok komunitas, pemerintahan, organisasi masyarakat dan pelaku/perencana. Artinya, pengembangan, perencanaan komunitas, pertumbuhan ekonomi, keputusan penggunaan tanah, dan perkembangan infrastruktur tidak dapat dipisahkan dari bahaya/resiko yang dihadapi komunitas. Mitigasi menurut Godschalk (2002) adalah suatu tindakan yang diambil untuk mereduksi atau mengeliminasi resiko jangka panjang bagi masyarakat dan harta benda akibat dari bahaya dan pengaruhnya. Mitchell (1997) menilai mitigasi dari konsep hirarkinya dalam meminimalisasi dampak. Konsep tersebut meliputi: menghindari dampak pada sumberdaya alam, mengurangi dampak pada sumber, mengurangi dampak di tempat tersebut, mengurangi

dampak pada tempat yang terkena imbasnya, memperbaiki dampak, mengganti kerugian dengan setimpal. Jadi, mitigasi mencakup tindak lanjut untuk menghindari, mereduksi atau mengeliminasi resiko jangka panjang bagi kehidupan manusia dan properti dari bahaya alami atau teknologi (Godschalk 2002).

Praktek mitigasi yang berkelanjutan proaktif daripada reaktif. Tetapi secara sederhana menunggu peristiwa ekstrem dan kemudian berusaha meresponnya. Perencana mitigasi mengestimasi kerentanan dengan bahaya dan mengambil tindakan antisipasi untuk memperkecil resiko. Konsep mitigasi sesungguhnya untuk mengembangkan dampak positif yang mungkin terjadi dan mencegah atau mengendalikan sedini mungkin timbulnya dampak negatif merugikan lingkungan dan masyarakat, sehingga melalui tulisan ini focus kajian dengan memulai menilai karakteristik lahan rawan longsor.

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang umumnya terjadi di wilayah pegunungan (*mountainous area*), 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 yang berdampak pada kondisi sosial masyarakatnya dan menurunnya perekonomian di suatu daerah. Menurut Goenadi *et al.* (2003) dalam Alhasanah (2006), Hal tersebut ditentukan oleh perbedaan karakteristik lahan yang sekaligus sebagai parameter penyebab longsor, seperti kemiringan lereng, kedalaman tanah, kondisi batuan, sesar/patahan, hidrologi, iklim, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi, pemukiman dan infrastruktur (Paimin, 2009).

Kondisi biofisik setiap DAS (Daerah Aliran Sungai) memiliki karakter yang berbeda yang mencerminkan tingkat kepekaan dan potensi suatu DAS. Pengumpulan data fisik dengan mencatat beberapa faktor yang dominan pada suatu wilayah akan mencerminkan karakteristik suatu DAS. Beberapa sifat fisik yang dapat dianalisis dengan penginderaan jauh antara lain penutupan lahan, kemiringan lereng dan arah lereng serta analisis lebih lanjut untuk erosi dan kelas kemampuan penggunaan lahan (Asdak, 1995).

Daerah Aliran Sungai (DAS) Lab adalah salah satu DAS yang terletak di wilayah Kecamatan Mangoli Tengah Kabupaten Kepulauan Sula dengan luas 18,925.17 Ha dan jumlah penduduk 11.713 jiwa. Karakteristik DAS dapat diartikan sebagai gambaran spesifik mengenai DAS yang dicirikan oleh parameter-parameter yang berkaitan dengan keadaan morfometri, topografi, tanah, geologi, vegetasi, tata guna (penggunaan) lahan, hidrologi, dan manusia (Seyhan, 1977). penanganan secara holistik, integral dan koordinatif. Kebutuhan data terkini, akurasi tinggi, pada areal yang luas untuk memantau perubahan satu kesatuan pengelolaan DAS. Sistem Informasi Geografis dapat didefinisikan sebagai suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi dan suatu sistem database dengan kemampuan khusus untuk data yang bereferensi spasial dengan seperangkat operasi kerja, peta berorde tinggi yang juga mengoperasikan dan menyimpan data non-spasial (Star dan Estes, 1990). Kejadian bencana alam gempa dan tanah longsor yang pernah terjadi di desa Falabisahaya dan sekitarnya, setidaknya merupakan suatu acuan kewaspadaan bagi wilayah lain di Pulau Mangoli termasuk wilayah DAS Lab. Hasil survey menunjukkan bahwa di DAS Lab mempunyai tipologi kemiringan lereng landai – sangat curam (8 – >44%) sehingga mengisyaratkan DAS Lab rawan terhadap longsor. Kondisi ini dipengaruhi oleh karakteristik lahan antara lain kelerengan, kedalaman tanah, permeabilitas, tekstur, curah hujan, kondisi batuan, sesar/patahan, penggunaan lahan dan infrastruktur. Dari permasalahan tersebut telah dilakukan penelitian karakteristik lahan yang menjadi pemicu utama longsor di wilayah DAS Lab.

METODE PENELITIAN

Penelitian Tingkat Bahaya Longsor dilakukan di wilayah DAS Lab Kabupaten Kepulauan Sula. DAS Lab dengan luas 18,925.17 Ha, secara geografis berada pada posisi 125° 92' 10" E – 1° 868' 336" S. Penelitian dilaksanakan (Mei - Juli 2010). Beberapa peralatan dalam penelitian ini antara lain:

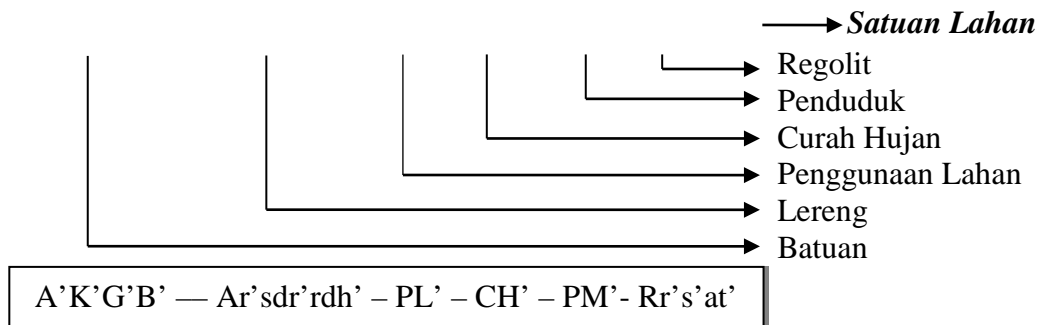
- | | | |
|---|--|---|
| 1 | Global Position System (GPS) | Menentukan posisi geografis titik pengamatan |
| 2 | Sendok Tanah | Mengambil sampel tanah |
| 3 | Meteran | Mengukur kedalaman tanah |
| 4 | Clinometer | Mengukur kelerengan |
| 5 | Kamera | Mengambil gambar situasi lapangan |
| 6 | Peralatan analisis Tanah
- Analisis Tekstur
- Analisis Permeabilitas | Mengetahui (%) pasir, debu, lempung
Mengukur Permeabilitas tanah |
| | Seperangkat Komputer | |
| 7 | Software ArcGIS 9.3, | Membantu menganalisis/pengolahan data |
| 8 | Global Mapper | Membantu analisis/pengolahan data dan pemetaan hasil serta menampilkan. |

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini sebagai berikut :

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | Software Google Earth | Interpretasi fisiografis wilayah, |
| 2 | Peta SRTM/DEM Skala 1 : 250.000 | deliniasi batas wilayah observasi, |
| 3 | Peta <i>digital</i> kontur Skala 1:250.000 | dan penyusunan peta-peta tematik |
| 4 | Peta RBI Lembar 2414 WAITINA
Skala 1:50.000 | |
| 5 | Peta-peta Tematik :
- Peta analog Kelas Lereng
- Peta analog Penggunaan Lahan
- Peta digital Curah Hujan
- Peta analog Tanah
- Peta analog Geologi
- Peta digital Wilayah DAS Lab | Menyusun Peta Satuan Lahan dan
Penjabaran Deskripsi Wilayah
Sebagai unit analisis dalam
penelitian |
| 6 | Peta digital Rawan Bencana/Sesar | Melihat lempeng patahan |
| 7 | Data Curah Hujan 3 harian /10 thn | Menentukan kondisi dan tipe iklim |

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Lampiran Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.1452 K/10/MEM/2000 tentang Pedoman Teknis Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah atau Bahaya Longsor, yaitu pemetaan gabungan melalui prosedur analisis tumpang tindih (*overlaying*) dan hasil survey lapangan untuk mencari pengaruh faktor-faktor yang terdapat pada peta-peta parameter terhadap sebaran karakteristik lahan, kemudian dengan analisis menggunakan SIG (*Sistem Informasi Geografis*) software adalah ArcGIS Versi 9.3. Data karakteristik lahan diperoleh dengan cara interpretasi peta, survei lapangan, dan analisa laboratorium. Arsyad (2008) menjelaskan bahwa satuan lahan adalah pengelompokan lahan berdasarkan persamaan

karakteristiknya. Dalam penelitian ini satuan lahan berperan sebagai satuan analisis. Setiap satuan lahan dilakukan pengenalan sifat morfologi tanah dan karakteristik lingkungan fisik dengan menggunakan data primer dan data sekunder.



Gambar 1. Teknik Pengkodean Satuan Lahan

Analisis data karakteristik yang digunakan melalui pendekatan parametrik yang mana sistem pengharkatan variabel-variabel dipengaruhi oleh gerak massa di tiap-tiap titik pengamatan (unit lahan). penentuan karakteristik satuan lahan dilakukan dengan teknik skoring, yaitu dengan memberikan pengharkatan terhadap faktor karakteristik penentu longsor. Pengharkatan dilakukan secara bertingkat, dalam hal ini harkat terkecil 1 (satu) menunjukkan bahwa peranannya terhadap longsor paling kecil, sedangkan harkat terbesar 5 (lima) menunjukkan peranannya yang paling besar terhadap terjadinya longsor. Pengamatan dilakukan pada daerah yang telah mengalami longsor dan daerah yang belum mengalami longsor.

Tabel 1. Kategori Karakteristik Satuan Lahan

No	Parameter Lahan	Besaran	Kategori Nilai	Skor
A ALAMI				
a	Hujan harian 3 hari berurutan (mm/3 hari)	< 50	Rendah	1
		50-99	Agak Rendah	2
		100-199	Sedang	3
		200-300	Agak Tinggi	4
		>300	Tinggi	5
b	Lereng lahan (%)	<15	Rendah	1
		15-24	Agak Rendah	2
		25-35	Sedang	3
		36-45	Agak Tinggi	4
		>46	Tinggi	5
c	Geologi (Batuan)	Dataran Aluvium	Rendah	1
		Perbukitan Kapur	Agak Rendah	2
		Perbukitan Granit	Sedang	3
		Perbukitan Bat.Sedimen	Agak Tinggi	4
		Bkt Basal-Clay Shale	Tinggi	5
d	Keberadaan sesar patahan/gawir (m)	Tidak ada	Rendah	1
		Ada	Tinggi	5
e	Kedalaman tanah (regololit) sampai lapisan kedap (m)	< 1	Rendah	1
		1 - 2	Agak Rendah	2
		2 - 3	Sedang	3
		3 - 5	Agak Tinggi	4
		>5	Tinggi	5
B MANAJEMEN				

a	Penggunaan Lahan (20%)	Hutan Alam	Rendah	1
		Semak/Blkar/Rumput	Agak Rendah	2
		Htn Sekder/lhnKring/Prkebung	Sedang	3
		Tegal/Pekarangan/pertanian	Agak Tinggi	4
		Sawah/Pemukiman/tubuh air	Tinggi	5
b	Infrastruktur	Tak Ada Jalan Memotong Lereng	Rendah	1
		Lereng Terpotong Jalan	Tinggi	5
c	Kepadatan Pemukiman (org/km ²)	<2000	Rendah	1
		2000-5000	Agak Rendah	2
		5000-10000	Sedang	3
		10000-15000	Agak Tinggi	4
		>15000	Tinggi	5

Sumber: Paimin, (2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil interpretasi peta dan survey daerah penelitian, berdasarkan tumpang susun (*overlay*) menunjukkan Karakteristik lahan rawan longsor DAS Lab sebagai berikut :

1. Hidrologi Wilayah DAS Lab, berdasarkan interpretasi peta RBI skala 1 : 50.000 dan pengamatan di lapangan bahwa DAS Lab memiliki karakter pola aliran Rectangular dan Trellis. Karakteristik pola Rectangular yang terdapat di sub DAS Wainin merupakan pertemuan antara aliran membentuk sudut siku-siku atau hampir siku-siku, berkembang di batuan sedimen terlipat atau terungkit dengan litologi yang berselang-seling antara punggung-punggungan gunung. Begitupun dengan pola aliran Trellis pada sub DAS Wailab percabangan anak sungai dan sungai utama hampir tegak lurus, sungai-sungai utama sejajar atau hampir sejajar. Deskripsi hidrologi DAS Lab dapat dicerminkan melalui kondisi air permukaan dan kondisi air tanah. Kondisi air permukaan dapat menunjukkan perlakuan konservasi tanah secara vegetatif yang dilakukan oleh pihak perusahaan IPK (Izin Pemanfaatan Kayu) pada daerah penelitian belum maksimal, ini dibuktikan dengan kondisi air permukaan yang tampak keruh di saat musim hujan, dan menandakan masih terjadi erosi dan longsor di bagian hulu dan sebahagian hulu sub DAS. Penggunaan lahan berupa hutan dapat berfungsi untuk menyimpan air hujan sebagai cadangan air di musim kemarau. Arsyad, (2008) menyatakan daerah hulu sungai memiliki penggunaan lahan hutan yang dapat mengalirkan air sepanjang tahun dipengaruhi oleh musim, lain halnya dengan daerah yang mempunyai konservasi buruk, maka saat hujan hanya sebagian kecil yang mengalami infiltrasi dan sebagian besar akan menjadi aliran permukaan. DAS Lab dengan karakteristik tersebut menyebabkan rawan longsor saat musim penghujan dan kekurangan debit air saat musim kemarau. Kondisi ini terjadi di wilayah sub DAS Wainin pada sungai Wai Soha, Wai Tun dan Wai Se di Desa Capalulu dan Desa Wai U. Bentuk DAS Lab pada umumnya memanjang dan mengalir dari arah utara ke selatan dengan tipe aliran sungai paralel. Tipe Sungai Wailab sebagai sungai utama adalah perenial dengan air mengalir setiap tahun.

a. Fluktuasi Aliran Sungai. Deskripsi mengenai fluktuasi aliran sungai di wilayah pada sus-sub DAS Lab tidak dapat diuraikan secara kuantitatif karena tidak tersedia data

debit sungai akibat dari tidak tersedianya fasilitas pos duga air. Namun secara kualitatif sesuai pengamatan di lapangan, dari panjang bentuk percabangan sungai dan kerapatan aliran, mengindikasikan fluktuasi debit aliran sungai tergolong ringan hingga sedang. Sungai utama di sub DAS Wailab pada musim kemarau panjang tidak mengalami penurunan debit yang dratis, namun pada musim penghujan sungai-sungai tersebut sudah sering meluap bahkan terjadi banjir besar (contoh banjir besar pada tahun 2008, informasi masyarakat). Hal tersebut dikarenakan keberadaan air tanah yang berada di atas rata-rata air sungai, tetapi cabang-cabang sungai lab pada orde 1 (satu) sampai 2 (dua) banyak bertipe *intermitten* yaitu air hanya mengalir apabila musim penghujan. Sungai-sungai yang terdapat di DAS Lab bagian hulu mempunyai bentuk lembah “V”, gambaran ini mengindikasikan bahwa longsor tanah secara vertikal lebih intensif dibandingkan longsor secara horizontal. Tipe lembah sungai seperti di atas menunjukkan sungai tersebut masih berumur muda (Arsyad, 2000).

- b. Sedimentasi. Studi dan dokumentasi kronologis mengenai proses dan hasil sedimentasi di kawasan DAS Lab sangat tinggi terutama pada sub DAS Wainin yaitu Wai Se dan Wai Soha yang menunjukkan bahwa endapan pasir banyak terdapat di sepanjang sungai. Selama pengamatan di lapangan pada saat survey penelitian dilakukan bertepatan dengan hujan deras selama pagi hingga sore hari, dan ternyata sungai yang diamati berwarna sangat keruh. Hal ini menunjukkan tingkat sedimentasi sungai sangat tinggi hingga mencapai 67 cm, akibat dari kepekaan tanah terhadap erosi agak tinggi.
 - c. Debit Banjir. Pada sebagian sub DAS, curah hujan tidak menghasilkan banjir yang berarti. Namun dengan adanya perubahan penggunaan lahan terutama konversi lahan menjadi lahan perkebunan dan pertanian yang berarti intersepsi hujan dan infiltrasi air ke dalam tanah menurun, maka angka koefisien aliran permukaan (*run off*) akan meningkat dan peluang terjadinya banjir dan sedimentasi di daerah menjadi sering terjadi.
2. Karakteristik Longsor pada Wilayah Penelitian
- Hasil pengamatan terdapat 9 titik longsor di lokasi penelitian, dan mempunyai 2 karakteristik longsor yang ditemukan, yaitu :
- a. Tipe aliran tanah (*soil creep*), gerak massa tipe aliran tanah yang disebabkan oleh pemotongan tebing dan erosi pada jurang. Disebabkan oleh peningkatan beban tanah yang terdapat pada lereng perbukitan yang terjal berupa pembukaan lahan untuk bercocok tanam tanpa menerapkan upaya konservasi tanah, pembangunan infrastruktur berupa jalan yang memotong/memapas lereng, serta kondisi penutupan lahan yang tidak mendukung stabilnya agregat tanah terutama terjadi saat hujan lebat yang relatif lama. Saat musim penghujan tanah-tanah yang diolah ini tidak mampu lagi menahan beban yang terdapat di atasnya, di samping itu mekanisme dari dalam tanah ikut mendorong terjadinya longsor, yaitu adanya lapisan tanah yang kedap air sehingga membuat badan lereng bergerak ke bawah (akibat bertambahnya beban).
 - b. Tipe jatuhnya (*fall*), yaitu Pengangkatan atau lereng curam, patahan batuan, kurangnya ketahanan vegetasi penyebabnya adalah pemindahan daya dukung dan kelebihan beban. Di samping itu, kondisi lokal penelitian yang berbukit-bukit dan memiliki kelerengan terjal menyebabkan tanah longsor tipe ini banyak ditemukan. Rekapitulasi hasil pengamatan ke 9 titik longsor tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Longsor dan Tutupan Lahannya

Tipe Longsor	Penutupan Lahan	Lokasi	Kondisi Lereng	Frekuensi Ditemukan (kasus)
Tipe aliran tanah (<i>soil creep</i>)	Kebun campuran	sungai wai se, sungai wai soha desa Waiu, desa Wailab	Curam 36 – 45 %	4 titik
		sungai wailab bagian hulu desa Wailab	Agak Curam 25– 35 %	3 titik
Tipe jatuhan (<i>fall</i>)	Tegakan campuran, semak belukar	Lidapasblanda desa Baruakol	Landai sampai Agak Curam 15 – 35 %	2 titik

Sumber: Data Primer, 2010

3. Pergerakan tanah longsor

Berbagai tipe dan jenis luncuran dan longsor tanah umumnya dapat terjadi bersamaan dengan terjadinya pemicu gerakan tanah. Menurut masyarakat setempat kejadian longsor didahului dengan terjadinya gerakan tanah. Gerakan tanah ini memicu terjadinya luncuran material longsor berupa tanah dan batuan yang berasal dari badan lereng perbukitan lidatbelanda dan lidasusengka. Faktor penyebab terjadinya gerakan tanah di lokasi penelitian ini antara lain kondisi lapisan tanah berupa lempung, pasir berlempung yang mempunyai sifat mengembang (*swelling clay*) apabila basah dan menyusut dalam kondisi kering sangat rentan terhadap terjadinya gerakan tanah. Berdasarkan prinsip fisika-kimia lempung, interaksi antara lapisan tipis lempung dan air (*clay-water interaction*) merupakan fenomena fisika-kimia tanah lempung yang sangat menarik. Masuknya air di antara fraksi lempung atau partikel ikatan silikat lempung akan menyebabkan membesarnya jarak antar fraksi lempung dan mengakibatkan kenaikan volume tanah atau mengembang (Hermawan dan Utami, 2003).

4. Iklim Curah Hujan

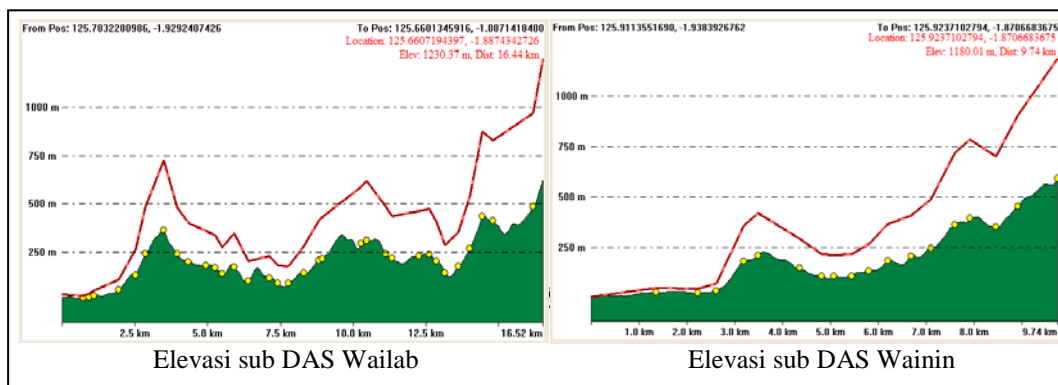
Kondisi iklim wilayah DAS Lab Kabupaten Kepulauan Sula dipengaruhi oleh iklim tropis. Curah hujan menurut data BMG Sanana, Tahun 2009 yaitu rata-rata 674 – 1117 mm/thn (Gambar 2). Dengan curah hujan bulanan rerata minimum sebesar 56,85 mm yang terjadi pada bulan Oktober dan curah hujan bulanan rerata maksimum sebesar 291,83 mm terjadi pada bulan Juni, mempunyai 4 bulan basah, 5 bulan lembab, dan 3 bulan kering. Hasil perhitungan jumlah bulan basah dan bulan kering menunjukkan bahwa daerah penelitian mempunyai nilai Q sebesar 20,44 mm atau bertipe iklim B (basah). Hal tersebut juga ditunjukkan bahwa jumlah hari hujan rata-rata minimum di daerah penelitian terjadi 23/hari hujan dalam satu bulan dengan curah hujan maksimum rerata sebesar 27/hari hujan dengan jumlah hari hujan 3 – 4 hari, sehingga pada kondisi ini terjadi keruntuhan gesekan bidang luncur yang di sebabkan oleh kondisi jenuh tanah oleh air hujan. Kejadian hari hujan tertinggi terjadi pada bulan April hingga Juni sehingga pada bulan Juli dapat dipastikan longsor tanah sangat besar setelah 3 bulan sebelumnya terjadi curah hujan dengan intensitas yang tinggi dengan kejadian hujan yang hampir tiap hari terjadi.



Gambar 2. Grafik Rata-rata Curah Hujan Pertahun

5. Kelas Lereng/Topografi.

Daerah penelitian didominasi oleh lereng datar hingga landai dengan kemiringan lereng <15% dengan luas 7.142,03 Ha atau sebesar 38 % dari keseluruhan luas daerah penelitian. Daerah dengan morfologi agak curam dengan kemiringan lereng lebih besar 25% hanya seluas 4.766,84 Ha atau sebesar 25 % dari keseluruhan luas daerah penelitian. Selain lereng yang sangat fariatif, daerah penelitian juga mempunyai elevasi/ketinggian 250 - 1000 m/dpl. Seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penampang ketinggian masing-masing Sub DAS

DAS Lab terutama di wilayah permukiman dan sekitarnya. Kelas lereng agak curam, dan curam terdapat di kompleks Gunung Buya (Wailab dan Waikafia, Lidafatbelanda (Baruakol dan paslal) Lidasusengka (daerah wai u, urifola dan mangole).

6. Geologi/Batuan W

Wilayah DAS Lab terdapat 5 klasifikasi geologi batuan untuk pendugaan rawan longsor berdasar Tabel 3, yaitu dataran Aluvilum, perbukitan kapur, perbukitan granit, perbukitan batu pasir, sedimen dan formasi bukit basal. Persentase terbesar adalah pada batuan sedimen sebesar 6.331,18 ha atau 33,46%. Karakteristik litologi daerah penelitian akan berdampak terhadap proses pelapukan yang ada. Perbedaan kondisi litologi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan tingkat perkembangan lembah, baik pola lembah maupun kerapatan lembah. Kondisi geomorfologi daerah penelitian dipengaruhi oleh asal proses perbukitan granit/granodiorit yang di beberapa tempat terdapat struktur sesar yang telah termineralisasi. Proses termineralisasi yang terjadi di daerah penelitian terutama disebabkan

oleh kondisi iklim setempat baik input hujan maupun fluktuasi temperatur, kerja 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 diindikasikan oleh hasil proses yang akan menghasilkan batuan lapuk yang menjadi bahan induk tanah. Keberadaan kekar (*joint*) atau rekahan yang berbentuk teratur pada masa batuan yang tidak ternampak yang banyak terdapat pada batuan pasir dengan arah tidak beraturan mengakibatkan batuan mudah lapuk dan fragmen batuan mudah lepas dari semen pengikatnya.

Tabel 3. Jenis geologi/batuan di wilayah DAS Lab.

Jenis Batuan	Luas (Ha)	Presentase
Aluvium : Pasir, kerikil, kerakal dan lumpur	3.112,56	16.4
Batu pasir, batugamping, basal, konglomerat	358,44	1.8
Batuan sedimen, tuf terkesikan, ignimbrite.	6.331,18	33.4
Granit, granodiorit, napal, konglomerat	5.831,02	30.8
Kapur, Batugamping, napal, konglomerat	3.290,47	17.3
Grand Total	18923.67	100

Sumber : Peta Geologi Pusat Pengembangan Geologi Bandung, (1993) dan Analisis SIG, (2010)

7. Regolit (Kedalaman Tanah)

Berdasarkan pengamatan di lapangan terdapat disisi timur daerah penelitian berkembang pada batuan induk endapan alluvium. Sesuai hasil analisis laboratorium Ilmu Tanah Universitas Sam Ratulangi Tahun 2010, khususnya satuan lahan di wilayah Wai U mempunyai karakteristik tekstur lempung, dan pasir berlempung, struktur remah, konsistensi gembur hingga sangat gembur, pH 6,2, permeabilitas bervariasi dari sedang sampai cepat (29,10 cm/jam) hingga cepat/*rapid* (34,92 cm/jam), kepekaan erosi dan longsor tinggi, Hardjoamidjojo (2008) dan kedalaman efektif relative tebal (80-120 cm). Tanah di daerah satuan lahan pada daerah, Paslal sampai Baruakol telah mempunyai perkembangan profil tanah yang intensif, dengan kedalaman tanah 50 – 300 cm sampai kedap air, keadaan tekstur lempung berliat, lempung dan lempung berpasir, struktur remah hingga gumpal, konsistensi gembur, permeabilitas sedang (13,40 cm/jam) sampai cepat (38,60 cm/jam), peka terhadap erosi dan longsor tinggi. Tanah sebelah selatan daerah penelitian (daerah wailab) terdapat ciri tekstur pasir berlempung dan lempung berpasir, struktur remah, konsistensi gembur hingga teguh, pH 6,7 permeabilitas cepat/*rapid* (30,56-37,83 cm/jam) kepekaan longsor tinggi, dengan kedalaman efektif tanah 50-130 cm. sementara pada bagian hulunya bertekstur lempung sampai lempung berliat, dengan permeabilitas sedang yaitu 13,83 – 17,48 cm/jam. Hasil survey lapangan menunjukkan tanah gambut yang terdapat di wilayah DAS Lab daerah Mangole sebagian tanah gambut yang bertipe gambut topogen yaitu : terbentuk di daerah cekungan (*depresi*) antara rawa-rawa di daerah dataran rendah dan di pegunungan, berasal dari sisa tumbuhan rawa. Data sampel pengamatan kedalaman regolit di wilayah DAS Lab dapat dilihat pada Tabel 4. Faktor tekstur tanah turut berperan sebagai pemicu longsor dalam kaitannya dengan kondisi geologis yang ada. Tanah bertekstur lempung berpasir dan dikombinasikan dengan batuan induk bersifat granit serta dengan kemiringan yang curam, maka akan menjadikan daerah tersebut rawan longsor. Tanah bertekstur pasir berperan dalam meningkatkan infiltrasi tanah. Jika tanah dalam keadaan jenuh air, massa tanah akan menjadi lebih berat. Tanah lempung sangat mudah menyerap/meresapkan air hujan terutama dalam kondisi kering. Jenis tanah yang bersifat lempung, lanau, pasir merupakan jenis tanah yang mudah

meloloskan air. Sifat tersebut menjadikan tanah bertambah berat bobotnya jika tertimpa hujan. Apabila tanah pelapukan tersebut berada di atas batuan kedap air pada perbukitan/punggungan dengan kemiringan sedang hingga terjal berpotensi mengakibatkan tanah tersebut menggelincir menjadi longsor pada musim hujan dengan curah hujan berkuantitas tinggi. Jika perbukitan tersebut tidak ada tanaman keras berakar kuat dan dalam, maka kawasan tersebut rawan bencana tanah longsor. Hasil analisis tanah di laboratorium Ilmu Tanah Universitas Sam Ratulangi seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis tanah lokasi penelitian

No. Lab	Kode Sampel	Tekstur			Kelas Tekstur	Permeabilitas (cm/jam)
		Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)		
T14	Wai u 1	52,83	40,13	7,04	Lempung	29,10
T15	Wai u 2	88,86	7,22	3,92	Pasir berlempung	34,92
T16	Paslal 1	25,28	36,04	38,68	Lempung berliat	13,25
T17	Paslal 2	36,53	42,16	21,32	Lempung	16,31
T18	Paslal 3	63,14	26,30	10,56	Lempung berpasir	38,60
T19	Baruakol 1	43,26	34,30	22,44	Lempung	11,65
T20	Baruakol 2	45,97	35,95	18,08	Lempung	2,62
T21	Baruakol 3	47,22	39,34	13,44	Lempung	3,20
T22	Wailab 1	55,28	26,28	18,44	Lempung berpasir	30,56
T23	Wailab 2	78,64	15,56	5,80	Pasir berlempung	37,83
T24	Hulu Lab 1	27,97	41,31	32,72	Lempung berliat	13,83
T25	Hulu Lab 2	39,06	35,02	25,92	Lempung	16,02
T26	Hulu Lab 3	43,12	33,16	23,72	Lempung	29,13

8. Penggunaan Lahan

Parameter penggunaan lahan termasuk dalam faktor manajemen yang dapat dikelola dengan campur tangan manusia (pemicu dinamik). Pembagian penggunaan lahan dibedakan menjadi 2 yaitu untuk pertanian dan non pertanian. Pertanian meliputi: ladang (perladangan), tegalan, sedangkan penggunaan lahan non pertanian adalah untuk hutan, perkebunan, permukiman (pekarangan) dan lahan kosong. Terdapat empat kelas penggunaan lahan dalam pendugaan rawan longsor yang terdapat di wilayah penelitian, yaitu; hutan sekunder lahan kering, perkebunan, Semak/belukar/rumput, Tegalan/Pekarangan/Pertanian lahan kering, dan Pemukiman. Persentase terbesar untuk klasifikasi penggunaan lahan adalah pada hutan sekunder lahan kering dan kebun campuran (Tabel 5).

Tabel 5 Luas Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan	Luas (Ha)	Persentase
Hutan Sekunder/Lahan Kering/Perkebunan	10835.38	57,25
Semak / Belukar	967.89	5,11
Tegalan/Pekarangan/Pert.lhn kering	6721.00	35,51
Pemukiman/tubuh air	400.81	2.12
Total	18925.17	100

9. Sesar / Patahan (*fault*)

Berdasarkan peta sesar pusat penelitian dan pengembangan geologi tahun 1993, di lokasi penelitian terdapat sesar normal dengan pergerakan nisbi naik dan turun pada wilayah sub

DAS Wailab. Pergeseran ini disebabkan oleh gaya tektonik, selain itu pada lokasi penelitian juga terdapat jurus dan kemiringan lapisan yang tersebar di DAS Lab.

10. Infrastruktur.

Berdasarkan peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) tahun 2009 skala 1 : 50.000, wilayah DAS lab dalam kaitannya dengan analisis bahaya longsor terdapat infrastruktur fisik jalan memotong lereng dan lereng terpotong jalan. Sesuai hasil survey di lapangan, Khususnya lereng terpotong jalan yang terdapat di daerah kelerengan 15 – 35% disebabkan oleh aktifitas perusahaan pengelolaan hutan dan pada jalan kelerengan <15% adalah jalan administratif kecamatan dengan konstruksi fisik jalan tanah. Adapun kondisi infrastruktur jalan terdapat pada peta terlampir. Oleh karenanya perlu dilakukan upaya-upaya pencegahan terhadap terjadinya longsor ini. Salah satunya melalui usaha rekayasa *bio-engginingering* seperti penanaman tanaman keras yang dipadukan dengan tanaman budidaya (kebun campuran) dalam mekanisme agroforestri serta penanaman tanaman keras (pohon) pada lahan-lahan kosong dan semak belukar yang disesuaikan dengan kondisi litologis, kelerengan, geologis, serta ekonomis. Untuk lahan-lahan dengan kondisi lereng curam dan lapisan batuan kedap air dapat ditanami pohon-pohon berakar dalam yang mampu menghujam lapisan kedap air tersebut. Namun perlu diperhatikan pemilihan jenis pohonnya yaitu jenis pohon yang bermassa dan bertajuk ringan sehingga tidak akan menambah beban yang terlalu besar terhadap tanah/lereng yang ditumpanginya.

Dari hasil tumpang susun (*overlay*) dari peta tematik, menunjukkan satuan lahan di daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 72 satuan lahan seperti yang tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penentuan Karakteristik Satuan Lahan

Characteristic	Luas_Ha	Characteristic	Luas_Ha
CHr'Gar'PMr'PLar'Rar'Lar'	123.27	CHr'Gat'PMr'PLs'Rr'Ls'	1268.61
CHr'Gar'PMr'PLar'Rar'Lr'	157.26	CHr'Gat'PMr'PLt'Rat'Ls'	9.50
CHr'Gar'PMr'PLar'Rr'Lar'	260.01	CHr'Gr'PMar'PLt'Rat'Lr'	51.90
CHr'Gar'PMr'PLar'Rr'Lr'	142.46	CHr'Gr'PMr'PLar'Rat'Lr'	6.84
CHr'Gar'PMr'PLar'Rr'Ls'	33.79	CHr'Gr'PMr'PLat'Rar'Lar'	15.30
CHr'Gar'PMr'PLat'Rr'Lar'	44.12	CHr'Gr'PMr'PLat'Rar'Lat'	98.05
CHr'Gar'PMr'PLat'Rr'Lr'	85.58	CHr'Gr'PMr'PLat'Rar'Lr'	40.14
CHr'Gar'PMr'PLs'Rar'Lar'	68.13	CHr'Gr'PMr'PLat'Rat'Lar'	387.33
CHr'Gar'PMr'PLs'Rar'Lr'	132.22	CHr'Gr'PMr'PLat'Rat'Lat'	104.60
CHr'Gar'PMr'PLs'Rr'Lar'	971.54	CHr'Gr'PMr'PLat'Rat'Lr'	2048.31
CHr'Gar'PMr'PLs'Rr'Lr'	950.77	CHr'Gr'PMr'PLs'Rat'Lr'	100.63
CHr'Gar'PMr'PLs'Rr'Ls'	282.69	CHr'Gr'PMr'PLt'Rat'Lr'	65.76
CHr'Gat'PMr'PLar'Rar'Lar'	78.17	CHr'Gs'PMr'PLar'Rr'Lr'	70.03
CHr'Gat'PMr'PLar'Rar'Lr'	70.91	CHr'Gs'PMr'PLar'Rr'Ls'	24.26
CHr'Gat'PMr'PLat'Rar'Lar'	199.87	CHr'Gs'PMr'PLat'Rar'Lar'	237.81
CHr'Gat'PMr'PLat'Rar'Lat'	21.38	CHr'Gs'PMr'PLat'Rar'Lr'	163.97
CHr'Gat'PMr'PLat'Rar'Lr'	125.23	CHr'Gs'PMr'PLat'Rar'Ls'	84.13
CHr'Gat'PMr'PLat'Rar'Ls'	148.16	CHr'Gs'PMr'PLat'Rat'Lar'	193.53
CHr'Gat'PMr'PLat'Rat'Lar'	214.69	CHr'Gs'PMr'PLat'Rat'Lr'	1397.26
CHr'Gat'PMr'PLat'Rat'Lr'	153.25	CHr'Gs'PMr'PLat'Rr'Lar'	51.22

CHr'Gat'PMr'PLat'Rat'Ls'	201.15	CHr'Gs'PMr'PLs'Rar'Lar'	295.26
CHr'Gat'PMr'PLat'Rr'Lar'	213.10	CHr'Gs'PMr'PLs'Rar'Lat'	16.51
CHr'Gat'PMr'PLat'Rr'Lat'	344.63	CHr'Gs'PMr'PLs'Rar'Lr'	43.19
CHr'Gat'PMr'PLat'Rr'Lr'	69.17	CHr'Gs'PMr'PLs'Rar'Ls'	310.05
CHr'Gat'PMr'PLat'Rr'Ls'	240.93	CHr'Gs'PMr'PLs'Rat'Lar'	90.22
CHr'Gat'PMr'PLs'Rar'Lar'	223.67	CHr'Gs'PMr'PLs'Rat'Ls'	98.21
CHr'Gat'PMr'PLs'Rar'Lat'	77.52	CHr'Gs'PMr'PLs'Rr'Lar'	657.90
CHr'Gat'PMr'PLs'Rar'Lr'	138.51	CHr'Gs'PMr'PLs'Rr'Lat'	608.73
CHr'Gat'PMr'PLs'Rar'Ls'	245.17	CHr'Gs'PMr'PLs'Rr'Ls'	1528.27
CHr'Gat'PMr'PLs'Rat'Lar'	172.50	CHr'Gt'PMr'PLar'Rr'Ls'	42.68
CHr'Gat'PMr'PLs'Rat'Lr'	151.59	CHr'Gt'PMr'PLs'Rar'Ls'	19.54
CHr'Gat'PMr'PLs'Rat'Ls'	84.60	CHr'Gt'PMr'PLs'Rr'Lar'	127.09
CHr'Gat'PMr'PLs'Rr'Lar'	1290.68	CHr'Gt'PMr'PLs'Rr'Lr'	45.52
CHr'Gat'PMr'PLs'Rr'Lat'	722.06	CHr'Gt'PMr'PLs'Rr'Ls'	126.44
CHr'Gat'PMr'PLs'Rr'Lr'	57.63	Grand Total	18925.17

Hasil overlay tersebut menunjukkan luas karakteristik satuan lahan terbesar pada stauan-satuan lahan CHr'Gr'PMr'PLat'Rat'Lr' (2048.31Ha/10.82%), CHr'Gs'PMr'PLs'Rr'Ls' (1528.27Ha/8.08%), CHr'Gs'PMr'PLat'Rat'Lr' (1397.26Ha/7.38%), CHr'Gat'PMr'PLs'Rr'Lar' (1290.68Ha/6.82%) dan CHr'Gat'PMr'PLs'Rr'Lar' (1268.61Ha/6.70%). Kondisi ini di pengaruhi oleh banyaknya aktivitas manusia yang mengganggu keseimbangan alam seperti perambahan hutan menjadi lahan-lahan budidaya tanpa usaha-usaha konservasi, penggalian batu pada tebing curam, dan atau pemotongan lereng dalam pembuatan jalan dan pemukiman. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kerawanan terjadinya longsor tersebut akan semakin tinggi apabila penutupan vegetasi berpenutupan tajuk jarang dengan perakaran serabut yang tidak dapat menghujam lapisan batuan induk kedap air pun harus diminimalisir, terutama pada lahan-lahan dengan tingkat kecuraman tinggi. Ini dikarenakan, vegetasi berpenutupan tajuk jarang seperti lahan kosong/padang rumput, semak belukar, ataupun kebun campuran tidak mampu menahan laju energi kinetik butir-butir air hujan dengan cukup baik sehingga membuat tingkat infiltrasi air hujan masuk ke dalam tanah dan menjenuhi tanah menjadi lebih besar. Akibatnya, tanah yang jenuh air pada satuan lereng curam dengan batuan induk kedap air serta penutupan vegetasi dengan perakaran serabut sangat potensial untuk mengalami longsor.

KESIMPULAN DAN SARAN

Upaya mitigasi tersebut, perlu didukung dengan upaya kesiapsiagaan (*preparedness*). Kecenderungan selama ini upaya kesiapsiagaan tidak dilakukan. Dalam usaha kesiapsiagaan ini perlu dilakukan penguatan sistem peringatan dini (*early warning system*), yaitu upaya untuk memberikan tanda peringatan bahwa bencana kemungkinan akan segera terjadi melalui penilaian mitigasi karakteristik lahan rawan longsor. Hasil penelitian dan analisis tingkat bahaya longsor di wilayah DAS Lab menunjukkan bahwa luasan karakteristik lahan dapat menjadi pemicu utama kejadian longsor di DAS Lab terdapat 5(lima) luasan terbesar dengan total luas 26458.3 Ha. Pemicu lain diantaranya kondisi lapisan tanah berupa lempung, pasir berlempung dengan kedalaman tanah sangat dalam (50 - 300 cm), dengan kondisi lereng agak curam hingga curam (25 - 45%), permeabilitas cepat (34,92 cm/jam) tekstur lempung, pasir

berlempung hingga lempung berliat, input curah hujan tergolong agak rendah (nilai Q sebesar 20,44 mm/thn, bertipe iklim B/basah), kondisi batuan (jenis batuan granit/granodiorit kategori peka terhadap longsor), terdapat sesar/patahan, penggunaan lahan dominan tegalan, pekarangan dan pertanian lahan kering sudah mencapai 35,51%, adanya infrastruktur jalan ada yang memotong lereng. Sebagai saran, hasil penelitian ini dapat menjadi sumber informasi untuk penanganan bahaya longsor di wilayah DAS Lab sebagai kegiatan mitigasi perencanaan lokasi dan selanjutnya dapat dilakukan kegiatan mitigasi teknis penanganan bahaya longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad S, 2008. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Asdak C, 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Cannon T. 1994. Vulnerability Analysis and the Explanation of "Natural" Disasters, In: A. Varley (ed.) *Development and Environment*, John Wiley & Sons Lmted., Chichester.
- Godschalk, D.R. 2002. Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. Plenary paper presented at the Urban Hazards Forum, John Jay College, City University of New York, January 22-24, 2002 <http://uwspace.uwaterloo.ca/handle/> diunduh 20 September 2008.
- Hermawan dan Tri Endah Utami, 2003. *Proses Soil Softening pada Bidang Diskontinuitas: Faktor Utama Longsoran Besar*. Buletin Geologi Tata Lingkungan. Jakarta.
- Mitchell, J. 1997. Mitigation in Environmental Assessment-Furthering Best Practise, *Environmental Assessment* 5/4 December.
- Goenadi (2003). Konservasi lahan terpadu daerah rawan bencana longsor di Kabupaten Kulonprogo. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Paimin, 2009. Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam BPPK. *Tropenbos Internasional Indonesia Programme*. Balikpapan. Star dan Estes, 1990
- Seyhan, E. 1977. *Fundamentals of Hydrology*. Terjemahan. S. Subagyo. 1993. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Cetakan kedua. Gajah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 380 pp.
- Wachtendorf T. 2001. Suggestions For Canadian Inter Organization Collaboration In Disaster Mitigation. Preliminary Paper 312. Disaster Research Center, University of Delaware, Newark, DE, 19716, USA.