

# HUBUNGAN KLASIFIKASI LONGSOR, KLASIFIKASI TANAH RAWAN LONGSOR DAN KLASIFIKASI TANAH PERTANIAN RAWAN LONGSOR

*Priyono*

Fakultas Pertanian UNISRI Surakarta

## ABSTRAK

*Tanah longsor merupakan salah satu bentuk hasil gerakan massa (mass movement) di sepanjang bidang luncurnya (bidang longsornya) kritis. Gerakan massa adalah perpindahan massa batuan, regolit dan tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah karena pengaruh gaya gravitasi.*

*Kejadian bahaya longsor (gerakan massa tanah) sering terjadi pada banyak tempat di Indonesia terutama di daerah-daerah lereng curam / terjal. Dengan banyaknya kejadian longsor tersebut dapat menimbulkan berbagai permasalahan (tipe, faktor yang mempengaruhinya maupun waktu dan tempat kejadiannya) baik sebelum, saat dan pasca kejadian longsor, maka untuk mendapatkan bahkan memperdalam pengetahuan ini diperlukan suatu pengetahuan / ilmu yang menyangkut klasifikasi tanah longsor yakni berupa klasifikasi longsor, klasifikasi umum tanah rawan longsor, dan klasifikasi tanah pertanian rawan longsor serta hubungan ke tiganya.*

*Sifat tanah pertanian yang rentan atau rawan longsor yang diperoleh dicocokkan dengan kriteria hasil perpaduan Sistem Klasifikasi tanah Soil Taxonomy USDA, FAO / UNESCO, dan PPT-Bogor maupun Unified Landslide Classification System, IUGS, ASTM, MIT nomenclature, IAEG Commission; UNESCO WP on WLI dan lainnya. Pemberian nama tanah diambilkan dari Sistem Klasifikasi tanah Soil Taxonomy USDA, FAO/UNESCO, dan PPT-Bogor*

**Kata kunci:** longsor; faktor penyebab longsor; sistem klasifikasi tanah

## PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan salah satu bentuk hasil gerakan massa (*mass movement*) di sepanjang bidang luncurnya (bidang longsornya) kritis. Gerakan massa adalah perpindahan massa batuan, regolit dan tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah karena pengaruh gaya gravitasi (Tim Bejis Project, 2005).

**Kebanyakan longsornya lereng tanah di Indonesia** terjadi sesudah hujan lebat atau hujan yang berlangsung lama termasuk **daerah Karanganyar** dan sekitarnya telah mengalami longsor hebat pada akhir Desember 2007 bahkan hingga awal 2014 bersama daerah lainnya di Indonesia masih tengah berlangsung, **sedangkan daerah lain** yang telah mendahului longsor, penyebabnya antara lain: a). *akibat hujan secara kontinyu / terus menerus* ( di Purworejo tahun 2001,

Bohorok tahun 2003, Gowa tahun 2004, Banjarnegara tahun 2006 ); b). *akibat adanya gelombang tsunami* di Aceh pada akhir tahun 2004; c). *akibat gempa bumi* di Yogyakarta tahun 2006; d). *akibat aliran lahar beberapa kali* oleh gunung Merapi, Kelud, Semeru dan lain-lain.

Kejadian bahaya longsor (*gerakan massa tanah*) sering terjadi di daerah-daerah lereng curam / terjal. Terbentuknya tanah longsor adalah akibat perpindahan material pembentuk lereng seperti batuan, bahan rombakan, tanah yang bergerak dari lereng bagian atas meluncur ke bawah. Secara prinsip tanah longsor terjadi jika gaya pendorong pada lereng bagian atas lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya pendorong dipengaruhi oleh intensitas hujan yang tinggi, keterjalan lereng, beban serta adanya lapisan kedap air, ketebalan solum tanah, dan berat jenis tanah. Pada hal gaya penahan tersebut umumnya

dipengaruhi oleh ketahanan geser tanah, kerapatan dan kekuatan akar tanaman serta kekuatan batuan (Sidle dan Dhakal, 2003).

Ketika musim hujan tiba terjadilah peningkatan jumlah air infiltrasi yang berdampak pada tanah jenuh air, maka pori tanah mudah hancur dan agregasi tanah menjadi sangat lemah sehingga ketahanan geser tanah menurun. Akibat lain dari jenuhnya air dapat menambah beban tanah yang akan memicu terjadinya longsor dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah terus mengangkut benda dan segala macam tumbuhan (termasuk tanah pertanian) yang dilewatinya bahkan dapat mengubur seluruh desa beserta penduduknya (Abe dan Ziemer, 1991).

Oleh karena banyaknya kejadian longsor dengan berbagai permasalahan (tipe, faktor yang mempengaruhinya maupun waktu dan tempat kejadiannya), maka untuk mengetahui hal tersebut diperlukan suatu pengetahuan tentang klasifikasi longsor, klasifikasi umum tanah rawan longsor, dan klasifikasi tanah pertanian rawan longsor serta hubungan ke tiganya.

## **LONGSOR, FAKTOR PENYEBAB DAN KARAKTERISTIKNYA**

### **A. Longsor dan Kejadiannya**

Longsor terjadi akibat meluncurnya suatu volume tanah di atas suatu lapisan agak kedap air yang jenuh air (Munir, 2003). Lapisan tersebut mengandung kadar liat (*klei*) atau batuan tinggi / tebal dan setelah jenuh air akan berfungsi sebagai peluncur. Batuan yang tidak tembus air dapat menciptakan bidang luncur terhadap tanah. Air yang masuk ke dalam tanah tidak dapat menembus lapisan batuan (kedap air) dan akan mengalir / menyebar secara lateral. Sehingga ketika terjadi hujan airnya akan menjenuhi permukaan gelincir dan jika permukaan

gelincir tidak kuat menahannya akibatnya terjadilah longsor tanah di atas lapisan liat atau batuan tersebut (Hardiyatmo, 2006).

Berarti peristiwa tanah longsor atau dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada *lereng-lereng alami atau buatan* (bidang luncur), dan sebenarnya merupakan fenomena alam, yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhinya (Suryolelono, 2004).

Ada pendapat lain, bahwa **longsor (*landslide*)** adalah ***suatu bentuk erosi yang serius atau erosi massa*** telah banyak mengikis / mengangkut material tanah karena pengangkutan atau pemindahan tanahnya terjadi pada suatu saat dalam volume yang besar (Utomo, 1983). Jadi longsor ini berbeda dari bentuk-bentuk erosi lainnya seperti erosi lembar, erosi percikan, erosi alur, erosi selokan, karena pengangkutan tanah longsor berlangsung sekaligus (*mass movemen*) baik cepat atau perlahan-lahan, sedangkan pengangkutan tanah (*materialnya tidak banyak*) oleh erosi berlangsung perlahan-lahan. Namun Priyono (2008) menyatakan jika erosi tersebut terus menerus berlangsung (tidak terkendali) tanah akan menjadi kritis (*tidak produktif / tidak subur*) bahkan berpotensi / rentan menimbulkan tanah longsor.

Sesuai **hasil penelitian Priyono (2006) di Karanganyar dari 17 kecamatan terdapat 12 kecamatan (*tergambar pada lampiran 1*) yang memiliki lahan kritis yang rentan longsor (6 kecamatan berada di lereng bagian barat G Lawu yakni Tawangmangu, Ngargoyoso, Jatiyoso, Karangpandan, Kerjo, Jenawi)**. Selanjutnya *tahun berikutnya berkembang* menjadi 15 kecamatan yang mengalami kelongsoran selama tahun 2007 hingga Maret 2008 ( Kantor Kesbanglinmas Karanganyar ,

2008).

Peristiwa longsor terjadi sebagai akibat meluncurnya suatu volume tanah (*pada lereng yang curam*) di atas suatu lapisan kedap air yang jenuh air (*hujan*). Lapisan tersebut mengandung liat yang tinggi, jika setelah jenuh air lapisan tersebut tidak kuat lagi menahan beban dan tekanan air di atasnya akibatnya terjadilah tanah longsor.

Selain itu **longsor mudah terjadi** jika terdapat retakan tanah di atas lapisan kedap air pada lereng miring yang tidak kuat menahan air (*hujan*) di atasnya (Arsyad, 1989; dan Karnawati, 2005). Menurut Rahim (2000), bahwa terjadinya tanah longsor **di Indonesia** jika terpenuhi 3 s/d 4 keadaan yaitu : 1) terjadi pada lereng curam, sehingga volume tanah dapat bergerak atau meluncur ke bawah, 2) terdapat lapisan di bawah permukaan tanah yang kedap air (*impermeable*) dan lunak sehingga berfungsi menjadi bidang luncur, 3) lapisan tanah atas dangkal tepat di atas batuan yang jenuh air, 4) Terdapat cukup air di dalam tanah sehingga tanah tepat di atas lapisan kedap air tadi menjadi jenuh. Kemudian Poerwowidodo (1991) menyebutkan proses terjadinya longsor melalui 4 tahap yakni: 1) penjuhan oleh air, 2) pendongkolan lapisan tanah bawah, 3) pengangkutan dan 4) pengendapan massa tanah. Jadi jika salah satu tahap tidak terpenuhi, maka tidak akan terjadi tanah longsor.

### **B. Faktor Penyebab dan Karakteristik Kawasan Rawan Longsor**

Hardiyatmo (2006) menyatakan faktor penyebab terjadinya longsor antara lain: 1).topografi, 2).iklim, 3).perubahan cuaca, 4).kondisi geologi dan hidrologi, 5). perbuatan ulah mausia, diantara faktor tersebut dapat bekerja sama atau *hanya beberapa faktor yang* dapat mempengaruhi stabilitas lereng yang berakibat menjadikan

peristiwa tanah longsor. Berikut ini secara jelas terjadinya tanah longsor oleh **faktor**: a). **ulah manusia** antara lain: (1) terjadinya penambahan beban pada lereng akibat pendirian banyaknya bangunan, drainase jelek (tambahan beban oleh air yang masuk ke pori-pori tanah maupun yang menggenangi permukaan tanah akibat banyak saluran tersumbat), (2).Penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng, (3).penggalian tanah yang dapat mempertajam kemiringan lereng, (4).perubahan posisi muka air secara cepat (*rapid drawdown*) pada bendungan, sungai, sarana / prasarana drainase yang belum baik dan lain-lain, (5). Penggunaan tanah tidak sesuai kemampuannya (pembukaan hutan / perladangan, pengalihan status tanah pertanian menjadi tanah non pertanian yang tidak terkendali), dan (6). Bahkan menurut Rathna (2008) *dipicu adanya* kelembagaan pemerintah dan masyarakat yang belum stabil, b). **alami** antara lain: (1) penambahan beban dinamis oleh tumbuh-tumbuhan yang tertiuip angin dan lain-lain, (2) kenaikan tekanan lateral oleh air / hujan lebat (air yang mengisi retakan akan mendorong tanah ke arah lateral), (3).penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air di dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung monmorilonit serta sebagian warna putih, (4).adanya getaran / gempa bumi, (5).*bahkan dipicu* adanya efek pemanasan global.

Kemudian NAOS USGS (2013) telah meringkas dan menyederhanakan, bahwa longsor adalah suatu kondisi geografis negara yang alamnya mengalami proses yang serius berhubungan dengan angin ribut disertai hujan lebat, gempa bumi dan aktivitas manusia.

Longsor merupakan perpindahan massa tanah ke daerah yang lebih rendah, sehingga dapat menyebabkan terbentuknya

suatu lapisan baru akibat dari timbunan hasil longsoran dengan karakteristik sifat fisik tanah yang berbeda dari sebelumnya. Kocher and John (2006) menyatakan pada tanah terjadi kombinasi dua faktor yaitu kehilangan tanah dan ada kekuatan fisik yang dapat mengangkut tanah ke lokasi baru. Partikel tanah akan hancur akibat dari pukulan air hujan bila penutupan lahan berkurang lalu diangkut suatu kekuatan fisik ke lokasi Longsoran merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut (Couture, 2011; Geoscience Australia, 2011). Sehingga longsoran dapat dikatakan sebagai gerakan massa tanah pembentuk lereng (Bappenas, 2013). Longsoran adalah gerakan massa tanah/batuan yang mempunyai kecepatan bervariasi dari cepat sampai lambat. Yang termasuk **longsoran berkecepatan tinggi adalah jatuhan (fall), longsoran (landslide) dan robohan (topples)**, sedangkan **longsoran yang berkecepatan lambat adalah creep (rayapan)**. Longsoran (*landslides*) dengan bentuk endapan (*deposits*) dan *bedrock* oleh BGS (2011) dinyatakan dapat menyebabkan pengurangan perembesan air (terjadi penyumbatan) dan cenderung merusak bentuk tanah. **Endapan** deposits dapat **berupa: *alluvium, head deposits***; **sedangkan bedrock dapat berupa: *mam tor beds, shale grit, millstone grit group, bee low limestone formation dan bee low formation, bowland shale formation, faults, dan mineral veins***. **Selanjutnya DOGAMI (2012) menyatakan, bahwa** bahaya longsoran umumnya di cekungan, dipengaruhi oleh: 1) kejatuhan air hujan, 2) kecepatan mencairnya hujan salju, 3) pembekuan atau pencairan es, 4) gempa bumi, 5) aliran letusan gunung berapi, 6) manusia, dan 7) Gabungan faktor-fakt tersebut. Khusus aliran longsoran gunung

berapi dapat menimbulkan: 1).penyebarluasan bahan gunung berapi kesegala arah, 2) aliran lahar, 3) ombak / gelombang dan tsunami lautan, 4) penimbunan batu di pedesaan, 5) anak sungai menjadi danau, 6) pembentukan kawah atau lubang yang curam (USGS, 2011).

Gofar dan Setiawan (2006) menyebutkan longsoran merupakan perpindahan massa tanah ke daerah yang lebih rendah sehingga horison tanah akan mengalami pencampuran dari beberapa horison tanah dan horison-horison tanah yang telah terbentuk dapat hilang atau yang lebih dikenal dengan *pedoturbasi*. Pustekkom (2005) melaporkan perubahan yang terjadi akibat longsoran dapat memberikan dampak negatif baik pada **tempat bencana maupun pada tempat hasil longsor diendapkan**. Untuk kondisi sifat fisik tanah perubahan akibat longsoran yaitu dapat merusak struktur tanah, laju infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air berkurang dan juga longsoran menyebabkan lahan terbagi-bagi dan mengurangi luas lahan yang ditanami. Sehingga dibutuhkan pengelolaan lahan yang dapat mengurangi kerusakan tanah dan dapat mengembalikan atau meningkatkan produktifitas tanah (**upaya mitigasinya**).

Namun Hardiyatmo (2006) menyatakan peristiwa longsor **di luar negeri (Eropa dan Amerika)** dapat terjadi tidak harus pada lereng yang curam, yakni pada **permukaan tanah bukan horisontal** bahkan pada kelerengan 0°, artinya kelongsoran dapat terjadi sejak dataran tinggi hingga dataran rendah. Permukaan tanah bukan horisontal tersebut dapat berbentuk landai s/d bergunung akan menunjukkan komponen gravitasinya cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah dan jika komponen tersebut bertambah besar akan menjadi kuat untuk menimbulkan kelongsoran tanah. **Contoh kasus di:** (1)



Orkdals Fjord (Norwegia) maupun (2) Skandinavia dan Kanada, longsornya tanah terjadi karena: larutnya garam dalam lapisan lempung oleh infiltrasi air hujan atau aliran air tanah yang mereduksi kekuatan gesernya; (3) Washington, kelongsoran tanah akibat kecepatan tinggi dan volume besar oleh pengisian air danau, (4) Austria, kelongsoran tanah terjadi akibat pengisian air kolam / waduk yang terlalu cepat, deras dan volume besar.

Alih guna lahan yang intensif dan berlangsung dalam jangka waktu lama menjadi salah satu faktor penyebab perubahan dari sifat fisik tanah. Proses ini menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perubahan struktur tanah, kemantapan agregat, porositas, dan infiltrasi yaitu melalui perakaran tanaman. Tanaman tahunan mempunyai sistem perakaran yang luas sehingga daya cengkeram terhadap tanah lebih baik, dapat meningkatkan porositas dan infiltrasi melalui saluran yang dibuat oleh akar (Anonymous, 2006). Tanah bertekstur pasir dan debu sangat rentan terhadap longsor dibandingkan dengan tekstur liat yang memiliki daya menahan air lebih baik (Kocher and John, 2006). Tanah dengan tekstur pasir, pasir berlempung dan lempung berpasir umumnya bersifat lunak dan mudah dilalui air sehingga mudah terjadi longsor. Menurut Gofar dan Setiawan (2006) pengaruh peningkatan kadar air terhadap keruntuhan cukup dominan. Penyebab peningkatan kandungan air yang paling berbahaya bagi tanah adalah kenaikan muka air tanah dan infiltrasi.

Di sisi lain Karnawati (2007 dan 2009) menegaskan, bahwa **daerah yang rawan / rentan terjadinya longsor** terletak pada dataran tinggi dan pegunungan. Selanjutnya dikatakan, bahwa sebagai indikator tanah akan mengalami longsor, tanda-tandanya : a). Ada pepohonan atau bangunan yang miring /

doyong, b).lereng tanah menggelembung dan atau retak-retak, c).munculnya sumber air baru, sedangkan sumber air yang lain mati; d).rembesan air semakin deras, e).dinding rumah retak-retak atau lantainya ambles, f).*adanya suara gemuruh disertai angin, larinya binatang liar dan batu-batu runtuh / meluncur dari lereng atas (puncak gunung)*. Sedangkan jika **setelah** terjadi longsor di suatu tempat tanda-tandanya: a).air sungai naik dan keruh, b).terjadinya aliran lumpur di lembah atau sungai.

Poerwowidodo(1991)telah menyatakan meskipun suatu daerah curah hujannya cukup tinggi (> 750 mm / th) jika ditumbuhi banyak tanaman subur yang menutupi permukaan tanah maka dapat dikatakan relatif aman oleh ancaman erosi atau tanah longsor.

Namun demikian Karnawati (2005) dan Dewan Nasional Perubahan Iklim (2011) menegaskan, bahwa **karakteristik kawasan rawan longsor** yakni: 1).tingkat curah hujan tinggi, 2).kemiringan lebih curam dari 20°(>40%), 3).lereng pada kelokan / lengkung sungai, 4).daerah tekuk lereng (daerah peralihan antara lereng curam dan lereng landai).

## **KLASIFIKASI KELONGSORAN TANAH**

### **A. Klasifikasi Longsor**

Mengacu literature yang didapat, maka Pengklasifikasian longsor intisarinnya berdasarkan: **1). Kedalaman maksimum material** yang longsor ada 4 macam (**Broms, 1975**) yaitu: longsor permukaan, longsor dangkal, longsor dalam dan longsor sangat dalam (Tabel 3); **2).Berkait aktivitasnya (Gray and Leiser, 1982)** yakni: aktif (luka dan atau pecah / retak) dan istirahat / dorman (sangat lambat / sangat lama / tersembunyi: hasil modifikasi proses pelapukan fisik, erosi dan pertumbuhan vegetasi); **3). Tipe gerakan**

**longsor**, ada 10-19 macam (U.S. Geological Survey, 2004; AGS, 2007) yakni: longsor translasional (*translational landslide / soil slide*), longsor rotasional (*rotational landslide / soil slump*), pergerakan blok (*block slide / soil slide*), runtuh batu (*rockfall*), rayapan tanah (*Creep*), robohan / runtuh bahan atasan (*topples*), aliran tanah (*earthflow*), aliran runtuh (*debris flow*), bahan rombakan (*debris avalanche*), ambles / penurunan tanah (*subsidence*), longsor kompleks / komposit (*complex slide*) dan sebaran (*lateral spread*) (Gambar 2); 4). **Karakteristik (jenis)**

**gerakan massa tanah pembentuk lereng longsor** ada 8 macam (Hardiyatmo, 2006), yakni: jatuh / runtuh (*fall*), aliran (*flow*), longsor (*slide*), robohan (*topples*), sebaran (*spread*), lorotan / luncuran / nendatan (*slump*), rayapan (*creep*) dan ambles / penurunan tanah (*subsidence*), lebih lanjut berkait perihal gerakan tanah berupa longsor (*landslides*) berbentuk endapan (*deposits*) dan *bedrock* oleh BGS (2011) dinyatakan dapat menyebabkan pengurangan perembesan air (terjadi penyumbatan) dan cenderung merusak bentuk tanah.

**Tabel 1. Klasifikasi Kecepatan Longsor (Cruden & Varnes, 1996).**

Kelas	Deskripsi	Kecepatan (mm/det)	Tipikal Kecepatan (m/det)	Keperluan Manusia
7	Amat sangat cepat	5 x 10	5	Nihil
6	Sangat cepat	50	180	Nihil
5	Cepat	0.5	155.520,00	Evakuasi
4	Sedang	5 x 10	33.696.000,00	Evakuasi
3	Lambat	50 x 10	49.766.400,00	Pemeliharaan
2	Sangat lambat	0.5 x 10	497.664,00	Pemeliharaan
1	Amat sangat lambat	-	-	Nihil

**Endapan deposits** dapat berupa: *alluvium, head deposits*; **sedangkan bedrock dapat berupa:** *mam tor beds, shale grit, millstone grit group, bee low limestone formation dan bee low formation, bowland shale formation, faults, dan mineral veins*; **5). Tipe aliran ada 4 aliran (Broms, 1975):** aliran tanah (*earthflow*), aliran lumpur / lanau (*mud flow*), aliran debris / runtuh (*debris flow*), dan aliran longsor (*flow slide*); **6). Harkat kecepatan gerakan longsor** ada 7 kategori (Cruden dan Varnes, 1996), yakni (Tabel 1): amat sangat cepat, sangat cepat, cepat, sedang, lambat, sangat lambat, amat sangat lambat

BGS (2013) telah membuat model klasifikasi yang sederhana, yakni perpaduan dari 2 tipe pembentuk longsor (bentuk/material dan gerakan). Tipe bahan berupa **rock** (bahan yang keras dan kasar seperti batu atau keras menyerupai batu), **debris** (bahan lunak runtuh), **earth** (bahan runtuh bumi). Tipe gerakan seperti **falls** (runtuh/jatuh), **topples** (runtuh bahan atasan), **slides** (longsor), **spreads** (sebaran), **flows** (aliran), dan **complex** (campuran/gabungan bahan). Selanjutnya Varnes (1978) telah lebih jelas mencantumkan pada Table 2/Gbr.1 di bawah:

**Tabel 2. Type of Landslides (tipe gerakan & tipe bahan pembentuk longsor).**

TYPE OF MOVEMENT		TYPE OF MATERIAL		
		BEDROCK	ENGINEERING SOILS	
			Predominantly coarse	Predominantly fine
FALLS		Rock fall	Debris fall	Earth fall
TOPPLES		Rock topple	Debris topple	Earth topple
SLIDES	ROTATIONAL	Rock slide	Debris slide	Earth slide
	TRANSLATIONAL			
LATERAL SPREADS		Rock spread	Debris spread	Earth spread
FLOWS		Rock flow (deep creep)	Debris flow	Earth flow (soil creep)
COMPLEX		Combination of two or more principal types of movement		

Figure 1. Types of landslides. Abbreviated version of Varnes' classification of slope movements (Varnes, 1978).

Kemudian untuk mengetahui macam longsor dan klasifikasi kedalaman longsor tanah di suatu daerah (Broms, 1975; Varnes, 1978; BGS, 2013) sebagai perluasan macam bentuk longsor dari USGS, 2004; Schuster 2005; & AGS, 2007 masing-masing dapat dilihat pada Gbr.2 dan Tabel 3 di bawah ini. Tabel 3 : Klasifikasi Kedalaman Longsor

No	Tipe	Kedalaman (m)
1	Longsor permukaan ( <i>surface slide</i> )	<1,5
2	Longsor dangkal ( <i>shallow slides</i> )	1,5 – 5,0
3	Longgsoran dalam ( <i>deep slides</i> )	5,0 - 20
4	Longsor sangat dalam ( <i>very deep slides</i> )	> 20

Sumber: Broms (1975).

Material		ROCK	DEBRIS	EARTH
Movement type	FALLS	Rock fall	Debris fall Scree Debris cone	Earth fall Fine soil Rock Colluvium Debris cone
	TOPPLES	Rock topple	Debris topple Debris cone	Earth topple Cracks Debris cone
SLIDES	Rotational	Single rotational slide (slump) Failure surface	Multiple rotational slide Crown Head Scarp Minor Scarp Failure surface	Successive rotational slides
	Translational (Planar)	Rock slide	Debris slide	Earth slide
SPREADS				Earth spread e.g. cambering and valley bulging
FLOWES	Solifluction flows (Periglacial debris flows)	Debris flow		Earth flow (mud flow)
COMPLEX	e.g. Slump-earthflow with rockfall debris		e.g. composite, non-circular part rotational/part translational slide grading to earthflow at toe	

Gambar 2. Bentuk - Bentuk Longsor (Varnes & Cruden, 1996; USGS, 2004; BGS, 2013).

Khusus sesuai Geometri bidang gelincirnya, longsor (*slide*) ada 2 jenis yaitu: (a) Longsor dengan bidang longsor lengkung (*longsor rotasional*) dan (b) Longsor dengan bidang gelincir datar (*longsor translasional*). Longsor rotasional terdiri 3 macam yakni: penggelinciran (*slips*), longsor rotasional

berlipat (*multiple rotational slides*), dan penggelinciran berurutan (*successive slips*). Longsor translasional terdiri 4 macam yakni: longsor blok translasional (*translational block slides*), longsor pelat (slab), longsor translasional berlipat (*multiple translational slides*), dan longsor sebaran (*spreading*)



*failures*). Lebih lanjut Ke 2 jenis longsor tersebut di atas paling banyak terjadi di Indonesia. yakni: (a). Longsor dengan bidang longsor lengkung (*longsor rotasional*) dan (b) Longsor dengan bidang gelincir datar (*longsor translasional*). Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan (*debris avalanche*).

## B. Klasifikasi Umum Tanah Rawan Longsor.

**Klasifikasi tanah rawan longsor** didasarkan pada jenis bahan, perilakunya (Hardiyatmo, 2006) dan tipologi kawasan rawan longsor (Dewan Nasional Perubahan Iklim, 2011). Penjelasannya: **a. Berdasarkan jenis bahan induknya berupa:** *endapan, batuan dan endapan campuran bahan penyusunnya*. Menurut jenis endapannya ada 7 endapan yakni: 1).endapan aluvial (*fluvial dan lacustrine*), 2).endapan glacial (*glacio fluvial, glacio lacustrine, till, glacial drift*), 3).endapan eolian (*dune dan loess*), 4).endapan residual / residual deposits / residual soil (*lateritic dan saprolite*), 5).endapan colluvial / talus (*rockfall, debrisfall, dan creep*), 6).endapan laut / marine (*sumber dan jenis bahan*), 7).endapan campuran / melange. **b. Menurut asal batuan antara lain:** *batuan beku / igneous rock (granit, dolerit, gabbro, ), batuan batuan sedimen (serpih / shales, sandstone, limestone, batuan vulcanic, batuan breksi andesit) dan batuan metamorf (schist, gneiss, slate, phyllit dan marbel)*. Endapan campuran bahan penyusunnya berupa batuan dasar / bedrock, batuan boulder, lanau anorganik, dan butiran clay. **c. Berdasarkan perilakunya (sifatnya)** seperti *tanah granuler, tanah kohesif, tanah lanau & loess, dan tanah organik*. **d. Berdasarkan perilakunya (tingkat kekasaran bahan penyusun)** yaitu: *kerikil, pasir (sand), debu / lanau (silt), clay (liat / lempung), bahan*

*organik, dan gambut*. **e. Tipologi kawasan rawan longsor (tipologi A, B, dan C).**

**Tipologi A** (perbukitan, lereng gunung) dicirikan: 1).lereng curam ( $>20^\circ$  atau  $>40\%$ ), 2).curah hujan tahunan  $>2500$  mm, 3).sering muncul rembesan air / mata air pada lereng, 4).aktivitas manusianya (a.pola tanam: tanaman akar serabut, sawah / ladang, hutan pinus; b.penggalian/pemotongan lereng tanpa memperhatikan struktur pelapisan tanah/batuan atau analisis kestabilan lereng; c.sistem drainase tidak memadai; d.beban konstruksi bangunan terlalu berat, e.ada pencetakan kolam), 5.jenis longsor (a.jatuhan: jatuhan, robohan, rebahan, b.luncuran: batuan, tanah, rombakan dengan bidang gelincir lurus, melengkung, dan tidak beraturan; c.aliran: tanah, batuan dan rombakan batuan; kombinasi dua atau lebih gerakan tanah; d.kecepatan gerakan cepat ( $>2$ m/hari sampai 25 m / menit).

**Tipologi B** (perbukitan, kaki gunung) dicirikan: 1).lereng agak landai ( $10-20^\circ$  atau  $20-40\%$ ), 2).curah hujan tahunan  $>2500$  mm, 3).sering muncul rembesan air / mata air pada lereng, 4).aktivitas manusianya (a.pencetakan kolam; b.sistem drainase tidak memadai; c.beban konstruksi bangunan terlalu berat), 5.jenis longsor rayapan; 6).kecepatan gerakan lambat s.d sedang (2m/hari ).

**Tipologi C** (tebing, lembah sungai) dicirikan: 1).lereng tebing  $>10^\circ$  atau  $>20\%$ ), 2).curah hujan tahunan  $>2500$  mm, 3).sering muncul rembesan air / mata air pada lereng.

## C. Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor

**Tanah diartikan** sebagai lapisan kulit terluar bumi (kerak bumi) yang tersusun dari hasil **pelapukan (peristiwa olahan / gerakan bumi)** batuan / mineral bercampur air, udara dan bahan organik (organisme) sehingga dapat menjadi media pertumbuhan

mahluk hidup. Juga bumi secara konsisten selalu beredar mengelilingi matahari. Berarti bumi (tanah) dapat berubah susunannya (bentuk bahan bukan unsur kimianya) atau bergerak secara dinamis, lebih-lebih jika tanah berada **dekat pusat bumi** jelas akan selalu bergetar (mudah bergerak / berubah). Hal ini disebabkan Indonesia banyak ditumbuhi gunung api, iklim tropis dan berada pada pertemuan antara lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, laut Filipina dan Pasifik, sehingga hampir seluruh Indonesia tanpa kecuali termasuk sebagian besar Papua dan Pulau Kalimantan juga menjadi daerah rawan bencana alam (termasuk longsor).

Jadi **hakekatnya semua jenis tanah yang ada di Indonesia rawan terhadap longsor** (kerawanan dapat meningkat lagi dipicu oleh adanya curah hujan tinggi / iklim tropis dan kecerobohan manusia). Namun secara nyata tanah ini bisa longsor biasanya berada daerah miring (bidang gelincir) , curah hujan tinggi, dan faktor sifat tanah dan lainnya.

Berkaitan **klasifikasinya tanah pertanian Indonesia yang rentan atau rawan longsor** pada dasarnya seperti halnya tanah pertanian yang lain, maka dalam pengklasifikasian tanahnya tetap *mengikuti sistem klasifikasi tanah pertanian yang lazim (USDA, FAO/UNESCO, PPT-Bogor) dan agar terjadi harmonisasi/keterpaduan, maka dengan tetap memperhatikan pertimbangan dari sistem lain yang telah menelaah kelongsoran tanah berikut klasifikasinya maupun pengelolaannya (mitigasi) dalam bidang teknik (bidang teknik sipil dan geologi) IUGS (Cruden, 2011), ASTM, MIT nomenclature, Modified from (Varnes 1978, Hutchinson 1988, Hungr et al, 2001), van Westen 2014 (Unified Landslide Classification System Cruden & Varnes 1996; IAEG Commission; UNESCO*

WP on WLI) dan lainnya, demikian pula sebaliknya bidang teknik sipil dan geologi (Maryono, 2002; Hardiyatmo, 2006) dalam mengelola (mitigasi) lahan juga sangat mempertimbangkan masukan bidang lainnya, salah satunya bidang pertanian diklasifikasikan sesuai USDA (Harjowigeno, 1993; Sutanto, 2005, Harjowigeno & Widiatmaka, 2011).

Penggunaan sistem-sistem ini dimaksudkan agar klasifikasi (nama) tanah pertanian di Indonesia untuk dapat *disesuaikan dengan atau dikenal melalui sistem* klasifikasi tanah yang sudah mendunia dari ke dua sistem besar (**USDA, FAO/UNESCO**) tersebut.

### 1. Soil Taxonomy USDA

Menurut Foth and L.M.Turk (1972) dan Harjowigeno (1993), bahwa Soil Taxonomy dari Soil Survey Staff USDA merupakan sistem klasifikasi tanah yang bersifat *komprehensif* (lengkap) telah banyak dikenal di seluruh dunia (sudah banyak negara yang memberi padanan nama lokal dengan nama-nama pada Soil Taxonomy termasuk Indonesia), karena memuat difinisi-difinisi yang pasti, sistematika multi kategori yang jelas dan tatanama yang informatif (*nama-nama tanah menunjukkan sifat-sifat tanah masing-masing kategori*) atau disebut **sistem morfometrik** (teramati dan terukur). Dengan demikian secara kongkrit sistem ini telah dibuat sangat detail terdiri 6 kategori mulai dari tertinggi s/d terendah (*Ordo, Sub ordo, Great group, Sub group, Family, Seri*), dengan maksud untuk menggolongkan tanah berdasarkan sifat penciri utama dan sifat penciri lainnya yang jelas dan pasti, sehingga didapatkan informasi yang akurat dan komprehensif tentang sifat tanah yang ada di lapang dan sangat berguna bagi pengelolaan tanah untuk pertanian. Berarti sistem ini cocok sekali untuk keperluan *litbang* IPTEK.

Oleh karena Sistem USDA dikatakan sebagai *Sistem yang baik dan terlengkap* sampai saat ini serta dapat digunakan sebagai pedoman klasifikasi tanah negara-negara di dunia, maka sistem ini terus mengalami perkembangannya.

Sebagai bukti sejak sistem ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1960 **diberi nama Sevent Approximation** terus mengalami perubahan kemajuan, yakni pada tahun 1975 **diganti menjadi Soil Taxonomy** yang memuat 10 ordo (Entisol, Inceptisol, Oxisol, Alfisol, Ultisol, Spodosol, Aridisol, Vertisol, Mollisol, dan Histisol). Pada tahun 1985 bertambah 1 ordo sehingga menjadi 11 ordo (*ordo ke 11 disebut Andisol*). Bahkan menurut Soil Survey Staff USDA sejak tahun 1998 yang dikuatkan pada tahun 1999 dan 2003 bertambah 1 ordo lagi sehingga menjadi 12 ordo (*ordo ke 12 disebut Gelisol*).

Pada dasarnya ke **12 order tanah** ini dapat mengalami **longsor** sesuai karakteristik gerakan tanahnya, namun yang **relatif yang mudah longsor ada 9 order** (Entisol, Inceptisol, Vertisol, Andisol, Alfisol, oxisol, aridisol, mollisol dan Ultisol). Bahkan **Andosol** tergolong sangat mudah longsor dan rawan bencana (Anonymouse, 2004). **Khusus di California (Gray and Leiser, 1982) ada 10 order tanah yang tergolong berbahaya/hazard (rawan longsor)** adalah Entisol, Inceptisol, Vertisol, Andisol, Alfisol, Histisol, aridisol, mollisol, Spodosol dan Ultisol.

## 2. FAO/UNESCO

Menurut Harjowigeno (1987), bahwa sistem ini dibuat dalam rangka pembuatan peta tanah dunia berskala 1: 5.000.000 oleh FAO/UNESCO. Dalam sistem ini telah dikembangkan sistem pengklasifikasian dengan membagi 2 (dua) kategori. Kategori pertama setara **great group** (jenis tanah) dan

kategori ke dua setara **sub group** (macam tanah) pada Soil Taxonomy USDA. Berarti kategori yang *lebih tinggi dari great group (setara ordo dan sub ordo)* maupun yang *lebih rendah (setara family dan serie)* tidak dikembangkan.

Untuk pengklasifikasian tanah didasarkan oleh adanya **horison penciri** (sebagian diambil dari Sistem USDA dan sebagian lagi dari sistem ini sendiri), sehingga tatanamanya sebagian diambil dari USA, Rusia, Kanada dan Eropa Barat serta sebagian lagi diambil dari tatanama khusus dari sistem ini. Jadi sistem ini merupakan hasil kompromi dari berbagai sistem di negara - negara di dunia ini, yang tujuannya agar dapat diterima oleh semua pihak.

Pada dasarnya ke 12 order tanah ini dapat mengalami **longsor** sesuai karakteristik gerakan tanahnya, namun yang relatif mudah longsor ada 10 **great group / jenis** (fluvisol, regosol, cambisol, Vertisol, Andosol, renzina, litosol, ferralsol, dan Nitosol, dan Acrisol).

## 3. Pusat Penelitian Tanah (PPT) Bogor.

Sistem ini merupakan hasil modifikasi dari sistem Dudal Suprptocharjo (1957 dan 1961), bahkan terus mengalami penyempurnaan hingga sekarang yang telah disesuaikan dengan kondisi daerah di Indonesia. Sistem ini mirip dengan sistem Amerika Serikat terdahulu (seperti Baldwin, Kellog, Thorp pada tahun 1938; Thorp dan Smith tahun 1949) yang telah mengalami beberapa **modifikasi dan tambahan**. Penyempurnaan ini menyangkut perubahan definisi jenis-jenis tanah (great group) dan macam-macam tanah (sub group). Dari perubahan tersebut yang terjadi adalah sebagian masih memakai nama lama ditambahkan nama-nama baru yang kebanyakan mirip dengan nama-nama sistem FAO/UNESCO, dimana sifat pembedanya

diambil dari horison-horison penciri dalam Sistem Soil Taxonomy USDA ataupun dari FAO/UNESCO. Jadi **padanan nama tanah yang sama** yang dipakai PPT Bogor sekarang ini diambil dari sebagian beberapa dari 3 s/d 4 sistem seperti Sistem Dudal-SuprptoHarjo (1957 dan 1961), modifikasi PPT Bogor (1978/1982), FAO/UNESCO (1974) dan sebagian kecil dari sistem Soil Taxonomy USDA (1998), contoh nama tanah yang **diambil dari ke 4 sistem itu** baru (telah diperoleh) satu nama yang sangat mirip sama, yakni **nama Andosol** dipakai bersama oleh 3 Sistem (Dudal – SuprptoHarjo 1957 dan 1961; Modifikasi PPT Bogor 1978/1982; FAO/UNESCO 1974), **atau Andisol** oleh sistem Soil Taxonomy USDA 1998. Jadi nama Andosol = Andisol.

Lebih lanjut sistem PPT Bogor menggunakan 6 kategori yang setara dengan kategori pada Sistem Soil Taxonomy USDA seperti *Golongan* (ordo), *Kumpulan* (sub order), *Jenis tanah* (great group), macam tanah (sub group), *rupa* (family), *seri* (serie). Pada Kategori *Golongan* dan *Kumpulan* masing-masing didasarkan pada tingkat perkembangan profil dan susunan horison tanah, sehingga dalam penggunaan nama dari kategori *Golongan* dan *Kumpulan* hampir tidak dikenal (tidak perlu dibuat/dicantumkan), sedangkan nama – nama yang dicantumkan sejak dari kategori *Jenis tanah* hingga *seri* (biasanya cukup **jenis tanah dan macam tanah**). Nama tanahnya: Aluvial, Andosol, Litosol, Regosol, Mediteran, Latosol, Podsolik, renzina, dan gromusol.

Sebagai contoh BPS Karanganyar (2007) telah mencatat nama – nama tanah **rawan longsor** di 9 wilayah kecamatan pada lereng bagian barat gunung Lawu (**peta lampiran 1**) masing-masing adalah: 1).Jatiyoso (Litosol Coklat kemerahan, Komplek Andosol Coklat, Andosol Coklat

Kekuningan, dan Litosol), 2). Tawangmangu (Komplek Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan, Litosol), 3).Ngarogoyo (Komplek Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan, Litosol), 4). Karangpandan (Kambisol, Mediteran Coklat Tua), 5).Kerjo (Litosol Coklat), dan 6). Jenawi (Litosol Coklat, Mediteran Coklat Kemerahan, Komplek Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan, dan Litosol), 7). Kecamatan Karanganyar ( Kambisol, Mediteran Coklat Tua), 8).Kecamatan Jumantono, dan Kecamatan Jumapolo (Latosol, Mediteran). Disamping itu terdapat tanah Vertisol di Kecamatan Kerjo (Darmawijaya,1990).

## KESIMPULAN

Berdasarkan informasi di atas, maka dalam pengklasifikasiannya tidak hanya menggunakan system internal (USDA, FAO/UNESCO, PPT-Bogor) tetapi masih perlu memperhatikan (keterpaduan) system lain yang telah menelaah lebih dalam tentang persoalan peristiwa kejadian longsor dan pengklasifikasiannya (Harjowigeno dan Widiatmaka, 2011). Sistem lain yang dimaksud adalah bidang teknik sipil dan geologi, meliputi IUGS, ASTM, MIT nomenclature, Modified from (Varnes 1978, Hutchinson 1988, Hungr *et al*, 2001), Unified Landslide Classification System Cruden; IAEG Commission; UNESCO WP on WLI dan lainnya, demikian pula sebaliknya bidang teknik sipil dan geologi dalam mengelola (mitigasi) lahan juga sangat mempertimbangkan masukan bidang lainnya, salah satunya bidang pertanian diklasifikasikan sesuai USDA.

Demikian pula bidang teknik sipil dan dalam mengelola (mitigasi) lahan juga sangat mempertimbangkan masukan bidang lainnya, salah satunya USDA (bidang pertanian).



Penggunaan sistem-sistem ini dimaksudkan agar klasifikasi (nama) tanah pertanian di Indonesia untuk dapat disesuaikan dengan atau dikenal melalui *sistem* klasifikasi tanah yang sudah mendunia dari ke dua sistem besar (*USDA, FAO/ UNESCO*) tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abe K., and R. R. Ziemer. 1991. *Effect of tree roots on shallow-seated land slides*. USDA forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GT 130: 11-20.
- AGS. 2007. *Practice Note Guidelines for Landslide Risk Management 2007: These schematics illustrate the major types of landslide movement*. Erosion and landslide resource for the CCMA region.
- Anonim. 2012. *Klasifikasi Dan Faktor Penyebab Bencana Longsor. Pedoman Pengendalian Pemanfaatan Ruang di Kawasan Rawan Bencana Longsor*. e.http://www.penataan ruang.net/taru/nsp/pedoman%20pemanfaatan%20pdf/lampiran(L-windows inter...).
- Anonim. 2012. Geografi: *Longsoran Tanah*. http://geografi-geografi.blogspot.com/2012/01/longsoran-tanah.html
- Anonymouse, 2004. *Andosols*. http://www.springerreference.com/docs/html/chapterbid/76649.
- Arsyad S. 1980. *Pengawetan Tanah*. Bogor: IPB.
- Bappeda Karanganyar. 2006. *Peta RUTR Kabupaten Karanganyar*. Karanganyar: Bappeda
- Bappenas. 2008. *Penataan dan Pengembangan Kawasan Gunung Lawu*. Direktorat Kawasan Khusus Daerah Tertinggal. Jakarta: Bappenas RI.
- .2013. *Kawasan Rawan Bencana*. http://kawasan.bappenas.go.id/index.php?view=article & catid=34:su
- BGS., 2011. *Landslide assessment*. Natural Environment Research Council. Geo Reports. Mam Tor Derbyshire UK.
- BGS., 2013. *Landslide Classification by BGS: What is a landslide?*. Geoscience for our change. http://www.bgs.ac.uk/science/landslides/How\_does\_BGS\_classify\_landslides.
- BP Statistik Karanganyar. 2009. *Kabupaten Karanganyar Dalam Angka*. ISSN 0215-6172.33130.08.01. Karanganyar: BPS Karanganyar.
- Broms. 1975. *dalam Hardiyatmo (2006) Penanganan Tanah Longsor & Erosi*. Yogyakarta: GM Univ.Press.
- Cruden, DM & Varnes, DJ. 1996. Landslide types and processes. In *Special Report 247: Landslides: Investigation and Mitigation*, Transportation Research Board, Washington D.C.
- Cruden, DM. 2011. The Working Classification, IUGS: material matters. 2011 Pan-Am CGS, Geotechnical Conference. Univ.of Alberta, Edmonton, Canada.

- Couture R., 2011. *Landslide Terminology National Technical Guidelines and Best Practices on Landslides*. Geological Survey of Canada Open File 6824, 12p
- Dani AK dan J Sujono. 2009. Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor di Desa Cibangkong Kecamatan Pakuncen Kabupaten Banyumas. Program Studi S2 Teknik Sipil UGM. Yogyakarta.
- Darmawijaya, MI. 1990. *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta: GM University Press.
- Dewan Nasional Perubahan Iklim. 2011. *Pemetaan Kerentanan Di Daerah Provinsi Serta Inventarisasi Kebijakan dan Kelembagaan Dlm Rangka Antisipasi Dampak Perubahan Iklim*. Executive Summary. Jakarta: Kementerian BUMN RI Lt.18.
- DOGAMI., 2012. *Landslide hazard in Oregon*. [www.OregonGeology.com](http://www.OregonGeology.com)
- Foth, H.D and L.M.Turk.1972.*Fundamentals of Soil Science*.5<sup>th</sup> ed. New York: John Willey Sons, Inc.
- Geoscience Australia. 2011. *Hazard, risk and impact analysis*. Australian Government.<http://www.ga.gov.au/hazards/risk-and-impact-analysis.html>
- Gofar N dan Setiawan, B. 2006. *Pengaruh Kandungan Air Terhadap Potensi Keruntuhan Lereng Tanah*. [http://us.geocities.com/budhiaiko/pengaruh\\_kadar\\_air.htm](http://us.geocities.com/budhiaiko/pengaruh_kadar_air.htm)
- Gray and Leiser. 1982. *Geologic hazards ang soils*. California Department of Forestry and Fire Protection Vegetation Treatment Program. Draf Environmental Impact Report.
- Hardiyatmo HC. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardjowigeno S. 1987. *Ilmu Tanah*. Jakarta: MSP
- , 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akapress.
- dan Widiatmaka. 2011. *Evaluasi kesesuaian Lahan & Perenc. Tata Guna Lahan*. Yogyakarta: Gajah Mada Univ.Press.
- Kantor Kesbanglinmas Karanganyar. 2008. *Laporan Perkembangan Kejadian Alam Tanah Longsor dan Banjir di Kabupaten Karanganyar*. Pemkab. Karanganyar.
- Karnawati D. 2005. *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Yogyakarta: Jur. Geologi FT UGM.
- , 2007.*Indikator, Kenali Peringatan Dini Bencana Longsor*. Litbang Kompas. Jkt: Kompas 20-2-2007.Hal A Jawa Tengah.
- , 2009.*Korban longsor tolak reboisasi (takut kehilangan penghasilan)*. Semarang: Suara Merdeka.25-03-2009.
- Kartasapoetra G, dkk.1985.*Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta : Bina Aksara.
- Kocher, Susan. D and John W. LeBlance. 2006. Why Is My Forest The Way It Is: *Soil Erosion*. Univ.of California Cooperative Extention.

- Maryono A. 2002. *Eka-Hidraulik. Pembangunan Sungai. Menanggulangi Banjir Dan Kerusakan Lingkungan Wil. Sungai*. Yogyakarta: Program MT. UGM.
- Munir, M.. 2003. *Geologi Lingkungan*. Malang: Bayumedia Publishing..
- NAOS USGS. 2013. Partnerships for Reducing Landslide Risk: *Assessment of the national landslide Hazards Mitigation Strategy* [http://books.nap.edu/atolog.php/record\\_id=10946](http://books.nap.edu/atolog.php/record_id=10946)
- Poerwowidodo. 1991. *Gatra Tanah Dalam Pembangunan Hutan di Indonesia*. Jakarta: Rajawali Press.
- Priyono. 2006 a. *Evaluasi Kerusakan Lahan Yang Rentan Longsor, Banjir dan Bencana Alam Lainnya*. Laporan Hasil Penelitian. Ska: PSLK UNISRI.
- 2008. Penilaian Tingkat Kesuburan Tanah Kritis di Desa Kaling, Kabupaten Karanganyar Melalui Analisis Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman. *Explorasi (Jurnal Hasil Penelitian)*.vol.XX.LPPM UNISRI.ISSN 0853-7054. PPT, Bogor. 1981.TOR Type A. Bogor: Balitbang Pertanian.
- Pustekkom. 2005. *Penyebab Terjadinya Kerusakan Tanah dan Dampaknya terhadap Kehidupan*. <http://www.edukasi.net/modulonline/MO98/geo10720.htm>
- Rahim SE. 2000. *Pengendalian Erosi Tanah*. Jakarta: .Bumi Aksara.
- Rathna. 2008. *Pengelolaan DAS.Perencanaan Pengelolaan DAS dalam Upaya Penanggulangan Bahaya Banjir dan Longsor*. <mhtml:file://G:/Pengelolaan%20DAS%20Perencanaan%20Pengelolaan%20D...>
- Schuster R.L., 2005. *Slope Processes, landslides, and Subsidence*. <http://www.umsl.edu/~nj/Geography%20PowerPoint%20Slides...>
- Sidle R.C and Dhakal, A.S. 2003. *Recent advances in the spatial and temporal modeling of shallow landslides*. [http://www.mssanZ.org.au/MODSIM03/Volume\\_02/A11/08\\_sidle.pdf](http://www.mssanZ.org.au/MODSIM03/Volume_02/A11/08_sidle.pdf)
- Soil Survey Staff. 1990. Soil Taxonomy USDA. *Soil Management Suppor. Services*. Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia. USA.
- 1998. *Keys to Soil Taxonomy*. 8<sup>th</sup> ed. Washington DC: Natural Resources Conservation Service. Agency for International Develop. USA.
- 1999. Soil Taxonomy USDA: *A Basic System of Soil Clasification for Making and Interpreting Soil Surveys*, 2<sup>nd</sup> ed.Agriculture Handbook No.436. Washington DC.
- 2003. *Keys to Soil Taxonomy*, 9<sup>th</sup> ed. Washington DC: Natural Resources Conservation Service. Agency for International Develop. USA.
- Sutanto R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*.Yogyakarta: Kanisius.
- Tim Bejis Project. 2005. *Identifikasi Potensi Longsor dan Upaya Mencegah Bahaya Longsor: Laporan Bejis Project Ausaid*. Proyek Kerjasama Unibraw-Bappedal Prov.Jatim-Pemkab Mlg-Australian Manage Contractor.

- USGS. 2004. *Slope Processes, Landslide, And Subsidence (Landslide Types and Processes)*.  
<http://pubs.usg.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf>
- USGS. 2011. *Volcano Landslides and their Effects*. Volcano Hazard Program. <http://volcanoes.usgs.gov/hazard/landslide/index.php>
- USGS., NYWSCl., NYHG., 2008. *Landslide hazard profile*. NYS HAZ PLAN
- Utomo WH. 1983. *Pengawetan Tanah*. Malang: FP UNIBRAW.
- Varnes, DJ. 1978. Slope movement types and processes. In *Special report 176: Landslides: Analysis and Control*, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- van Westen, C. 2014. *Intorduction to landslides*. ITC., Enschede, The Netherlands.