

## INTENSITAS CURAH HUJAN MEMICU TANAH LONGSOR DANGKAL DI DESA WONODADI KULON

Gede Sarya<sup>1</sup>, Aris Heri Andriawan<sup>2</sup>, Ahmad Ridho'i<sup>3</sup>, Harjo Seputra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
email : [gedesarya@untag-sby.ac.id](mailto:gedesarya@untag-sby.ac.id)

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
email : [aris\\_po@untag-sby.ac.id](mailto:aris_po@untag-sby.ac.id)

<sup>3</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
email : [ridhoi@untag-sby.ac.id](mailto:ridhoi@untag-sby.ac.id)

<sup>4</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
email : [harjo\\_sp@yahoo.com](mailto:harjo_sp@yahoo.com)

### ABSTRACT

*Almost every year during the rainy season, landslides continue to haunt the villagers Wonodadi Kulon Ngadirojo Pacitan. Biggest landslides occurred in the past 2009 years. At least, dozens of houses were severely damaged, at least 13 cows are victims and impaired access road connecting the village to the other. Within four (4) years after the great disaster, there has been no attempt to anticipate or prevent the occurrence of landslides. Wonodadi Kulon village at an altitude of 80-500 meters above sea level to be exact in South Kendeng Mountains about 55 miles from downtown Pacitan. Its area is hilly with a slope of 68 degrees. From the survey conducted disaster seems to be increasingly threatened due to changes in land use that was originally in the form of community forest turned into farmland. Land use as agricultural land utilize a relatively steep slope, so that erosion will often occur in the form of erosion gully and soil mass movement (landslides). Erosion at this next level causing a big impact for environmental damage, such as flash floods. Public knowledge about forest conservation and water resources is still low proven that many people who are looking for firewood in the forest. Data from the local village administration mentioned critical land area of 102 hectares land area of 309.30 ha mild erosion; a land area of 410.53 ha of erosion was severe erosion and a land area of 10 ha.*

**Keywords:** *disaster, landslide*

### 1. PENDAHULUAN

Pengaruh curah hujan dalam mengasilkan tanah longsor adalah sesuatu yang jelas, meskipun sangat sulit untuk menjelaskan secara tepat (Blong dan Dunkerley,1976). Kesulitan ini muncul karena curah hujan hanya mempengaruhi stabilitas lereng secara tidak langsung terhadap kondisi air-pori di dalam material pembentuk lereng. Kemudian Caine (1980) menggunakan istilah “pengaruh memicu” curah hujan terhadap tanah longsor.

Karakterisasi curah hujan yang memicu tanah longsor telah digunakan untuk membangun hubungan antara curah hujan dan tanah longsor di berbagai belahan dunia termasuk tanah longsor dangkal. Parameter curah hujan paling sering diselidiki dalam kaitannya dengan inisiasi tanah longsor meliputi curah hujan kumulatif, curah hujan sebelumnya, intensitas curah hujan,

dan durasi curah hujan. Upaya-upaya telah dilakukan untuk menentukan batasan dengan menggunakan berbagai kombinasi parameter. Sebagian besar lereng runtuh/tanah longsor dipicu oleh curah hujan ekstrim, sejumlah peneliti (misalnya, Campbell, 1975; Cotecchia, 1978; Caine, 1980; Cannon dan Ellen, 1985; Kim et al., 1991; Wilson et al., 1992; Larsen dan Simon, 1993; Wilson dan Wieczorek, 1995; Terlien, 1998; Crosta, 1998; Crozier, 1999; Glade et al., 2000; Wieczorek et al., 2000; Aleotti, 2004; Guzzetti et al., 2004) telah mencoba untuk menetapkan ambang batas intensitas curah hujan dalam memprediksi lereng runtuh/tanah longsor secara akurat. Berbagai hasil penelitian menentukan batas curah hujan dalam hal intensitas curah hujan, durasi dengan rasio intensitas curah hujan, curah hujan kumulatif pada waktu tertentu, rasio curah hujan dengan curah hujan harian, curah hujan sebelumnya dengan curah hujan rata-rata tahunan, dan curah hujan harian dengan maksimum rasio curah hujan sebelumnya. Caine (1980) pertama kali menilai ambang batas curah hujan di seluruh dunia untuk tanah longsor. Nilai ambang batas serupa telah diusulkan untuk California (Cannon dan Ellen, 1985; Wieczorek et al., 2000), Eropa Selatan Alpen (Cancelli dan Nova, 1985; Ceriani et al., 1992), pra-Alpine bagian utara Italia (Guzzetti et al., 2004.), wilayah Piedmont Italia (Aleotti, 2004), Korea (Kim et al, 1991.), Cina bagian selatan (Li and Wang, 1992), Jepang (Yatabe et al., 1986; Yano, 1990; Hiura et al., 2005), Puerto Rico (Larsen dan Simon, 1993) dan Himalaya, Nepal (Dahal dan Hasegawa, 2008). Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tanah longsor dangkal oleh curah hujan ekstrim di desa wonodadi kulon dan untuk menentukan ambang batas curah hujan untuk peringatan tanah longsor dangkal.

### **Lokasi Penelitian**

Desa Wonodadi Kulon berada pada ketinggian 80 - 500 meter di atas permukaan laut tepatnya di Pegunungan Kendeng Selatan sekitar 55 km dari pusat kota Pacitan. Wilayahnya berbukit-bukit dengan kemiringan 68 derajat. Kondisi geologi, termasuk jenis Holosen Alluvium dan sebagian Pistosen Fasein dengan jenis tanah bertekstur lempung, termasuk jenis tanah pada kompleks mediteran merah, kuning dan lisotol. Kondisi hidrologi, kondisi air tanah tidak mengandung kadar garam yang tinggi sehingga memberi kemudahan pemilihan tanaman tropis yang variatif. Kondisi iklim, rata-rata curah hujannya mencapai 2000 mm pertahun, suhu berkisar antara 33C – 37C dengan iklim tropis.

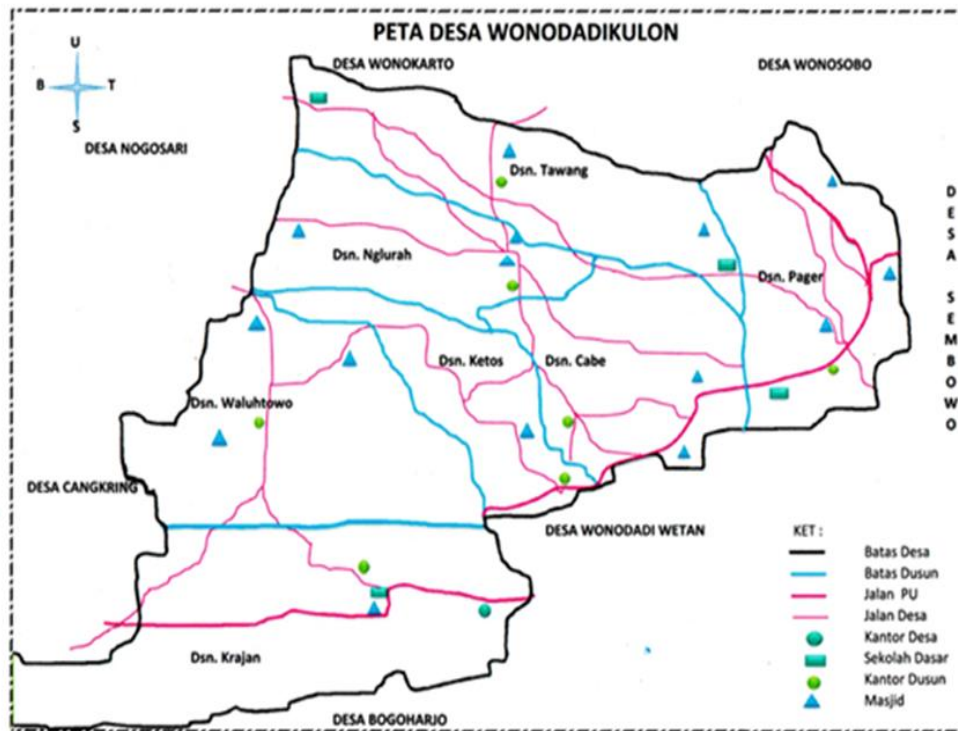
Dari survey yang dilakukan nampaknya bencana akan semakin mengancam karena adanya perubahan penggunaan lahan yang semula berupa hutan rakyat berubah menjadi lahan pertanian. Pemanfaatan lahan sebagai lahan pertanian memanfaatkan lereng yang relatif curam, sehingga erosi akan sering terjadi dalam bentuk erosi alur dan gerakan massa tanah (longsor). Erosi pada tingkat lanjut ini menyebabkan dampak yang besar bagi kerusakan lingkungan, misalnya banjir bandang. Pengetahuan masyarakat tentang pelestarian hutan dan sumberdaya air masih rendah terbukti masih banyak masyarakat yang mencari kayu bakar di hutan. Data dari pemerintahan desa setempat disebutkan luas lahan kritis seluas 102 ha, luas tanah erosi ringan 309,30 ha ; luas tanah erosi sedang 410,53 ha dan luas tanah erosi berat seluas 10 ha.

Sayangnya upaya konservasi hutan rakyat di Wonodadi Kulon banyak menghadapi tantangan serius. Diantara tantangan tersebut adalah belum atau tidak adanya komunikasi dan pemahaman konservasi masyarakat. Dari hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa pengelolaan hutan rakyat jauh dari konsep lestari karena banyak kejadian pembiaran kegiatan pengrusakan dan pencurian hasil-hasil hutan, seperti minimnya upaya perlindungan terhadap daerah-daerah mata air sehingga masih banyak dijumpai penebangan pohon-pohon diradius 200 meter dari mata air yang seharusnya dipenuhi oleh tanaman, masih banyaknya aktivitas pencurian satwa liar (burung, primata dan mamalia untuk diperjual belikan).

Wilayah-wilayah yang berpotensi terkena dampak tanah longsor adalah Dusun Cabe, sedangkan wilayah yang berpotensi terkena dampak banjir bandang adalah Dusun Krajan yang berada di Desa Wonodadi Kulon. Terutama lokasi-lokasi di areal bantaran sungai meliputi pemukiman penduduk, areal perkebunan rakyat dan persawahan. Dari hasil survey yang dilakukan dan informasi dari pemerintahan desa setempat tercatat beberapa data yang termasuk

dalam wilayah rawan bencana meliputi : jumlah rumah penduduk yang berada dalam wilayah rawan bencana sebanyak 33 kk atau 97 jiwa, areal sawah seluas 5 ha, areal kebun / tegalan seluas 22 ha dan jumlah kandang ternak yang berada di wilayah rawan bencana sebanyak 33 buah dengan jumlah sapi 165 ekor sapi.

Salah satu upaya untuk mengantisipasi terjadinya bencana tanah longsor dan banjir bandang adalah memasang alat deteksi ini terhadap bahaya bencana tersebut, guna meminimalisasi jatuhnya korban serta menyadarkan masyarakat pentingnya pelestarian hutan. Manfaat yang diharapkan adalah dapat membantu menciptakan ketentraman, kenyamanan dalam kehidupan masyarakat Desa Wonodadi Kulon.



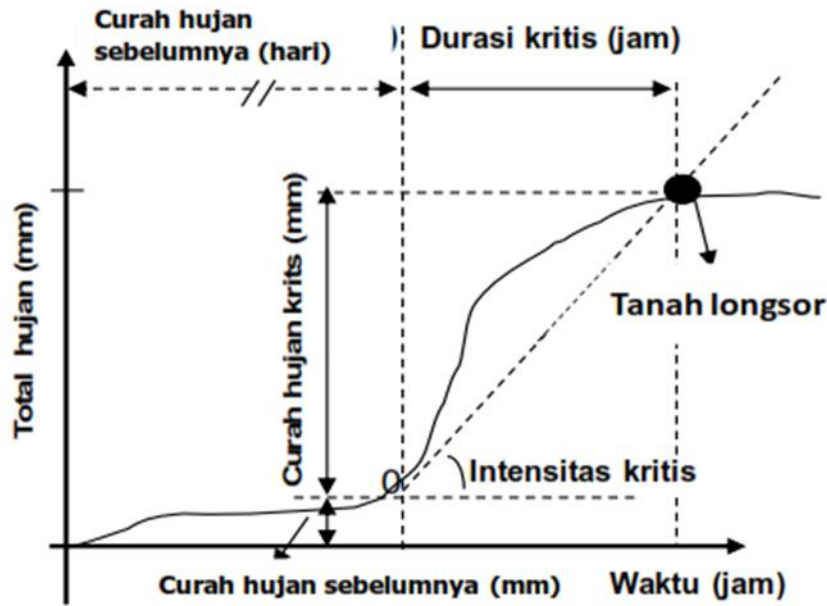
Gambar 1. Lokasi Penelitian Di Desa Wonodadi

## 2. METODOLOGI

Raster berbasis GIS diaplikasikan untuk menganalisis tanah longsor dangkal akibat curah hujan ekstrim. Beberapa parameter peta digunakan untuk analisis ini antara lain: peta geologi, tanah, curah hujan, dan elevasi.

Sedangkan untuk menentukan ambang batas curah hujan untuk tanah longsor dangkal, penelitian ini menggunakan ambang batas empiris (empirical thresholds). Data curah hujan dan tanah longsor dangkal dikumpulkan dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur dan penduduk lokal. Regresi untuk ambang curah hujan diperoleh dari hubungan antara intensitas curah hujan ( $I$ , mm / jam) dan durasi curah hujan ( $D$ , jam). Secara umum, ada dua jenis ambang batas curah hujan yaitu; ambang batas empiris (emperical thresholds) dan ambang batas fisik (physical thresholds). Ambang batas empiris adalah nilai relasional berdasarkan analisis statistik hubungan antara kejadian hujan dan tanah longsor (Campbell, 1975; Caine, 1980; Larsen dan Simon, 1993; Crozier, 1999; Guzzetti et al., 2004), sedangkan ambang batas fisik biasanya digambarkan dengan bantuan model hidrologi dan stabilitas yang mempertimbangkan parameter seperti hubungan antara curah hujan dan tekanan air- pori, infiltrasi, morfologi lereng, dan

struktur batuan dasar (Montgomery dan Dietrich, 1994; Crosta, 1998; Terlien, 1998; Crosta dan Frattini, 2001; Jakob dan Weatherly, 2003). Curah hujan sebelumnya (Crozier, 1999; Rahardjo et al., 2001) juga memainkan peranan penting dalam penentuan ambang batas curah hujan. Hubungan parameter curah hujan dengan tanah longsor dapat di lihat pada Gambar 2 di bawah ini. Gambar 2 ini menjelaskan secara sederhana proses terjadinya tanah longsor di mana curah hujan kritis menunjukkan jumlah curah hujan dari waktu (“titik nol”) akan meningkat tajam dalam intensitas curah hujan yang diamati memicu tanah longsor.



Gambar 2. Curah hujan parameter dalam hubungannya dengan inisiasi tanah longsor meliputi curah hujan kumulatif, curah hujan sebelumnya, intensitas curah hujan, dan durasi curah hujan (Aleotti, 2004).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Penilaian Tanah Longsor Dangkal

Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan di atas 50 mm per jam menyebabkan tanah longsor dangkal di daerah ini. Kejadian tanah longsor dangkal ini telah menyebabkan gangguan dan kerusakan di sepanjang jaringan transportasi. Dapat diamati pula bahwa curah hujan rata-rata pada Bulan Mei menunjukkan curah hujan sebesar 314 mm dan total curah hujan mencapai 184 mm atau mencapai 61% dari curah hujan rata-rata.

Selain itu, tingginya intensitas curah hujan, telah menyebabkan banjir di beberapa tempat di daerah tersebut. Kejadian tanah longsor dangkal menyebabkan kerusakan beberapa jaringan transportasi dan distribusi tanah longsor dangkal dengan kondisi curah hujan, elevasi, jenis tanah dan kondisi geologi dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Tanah longsor dangkal merusak beberapa jaringan transportasi

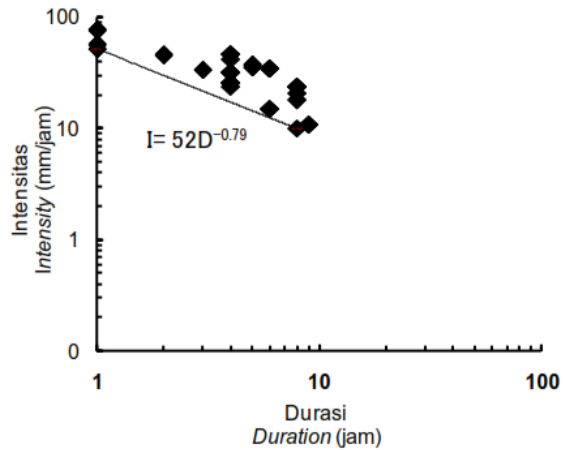


Gambar 5. Distribusi tanah longsor dangkal, kondisi curah hujan, elevasi, geologi dan tipe tanah di Pacitan.

## B. Ambang batas curah hujan

Intensitas curah hujan yang tinggi memicu sejumlah 40 tanah longsor dangkal. Peristiwa tersebut dianalisis untuk menentukan ambang batas curah hujan peringatan tanah longsor dangkal. Nilai regresi intensitas-durasi curah hujan adalah  $I=52D-0.79$  ( $I$  adalah intensitas curah hujan dalam mm/jam dan  $D$  adalah durasi curah hujan dalam jam). Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa intensitas curah hujan meningkat secara eksponensial dengan berkurangnya durasi curah hujan. Menurut analisis ambang batas empiris, kurva regresi dapat dianggap sebagai ambang batas intensitas-durasi untuk daerah penelitian ini. Di atas garis peringatan peristiwa tanah longsor dangkal mungkin terjadi. Ambang batas curah hujan dan intensitas-durasi hujan pada tanggal 3 sampai 4 Mei 2011 ditunjukkan pada Gambar 6 dan Tabel 1.





Gambar 6. Kurva ambang batas intensitas-durasi curah hujan untuk tanah longsor dangkal.

Tabel 1. Durasi-intensitas curah hujan

No	Durasi <i>Duration (mm)</i>	Intensitas <i>Intensity (mm/jam)</i>	No	Durasi <i>Duration (mm)</i>	Intensitas <i>Intensity (mm/jam)</i>
1	8	24	21	6	15
2	8	24	22	1	76
3	8	24	23	3	34
4	6	35	24	3	34
5	6	35	25	1	58
6	6	35	26	8	18
7	4	26	27	8	21
8	4	26	28	4	42
9	4	26	29	4	32
10	1	52	30	4	32
11	1	52	31	1	79
12	9	11	32	1	79
13	9	11	33	5	38
14	8	10	34	5	38
15	4	32	35	5	38
16	4	47	36	4	47
17	2	46	37	5	36
18	2	47	38	5	36
19	4	24	39	5	36
20	6	15	40	1	56

Penggunaan sistem peringatan berbasis ambang batas empiris telah banyak digunakan pada berbagai tipe bencana. Hal penting dari sistem ini adalah tersedianya komponen terkait dengan prakiraan curah hujan, real-time pengamatan curah hujan dan ambang batas curah hujan dengan tanah longsor atau aliran debris. Sistem peringatan ini pertama kali dikembangkan oleh USGS di San Francisco (Keefer et al., 1987; Wilson dan Wieczorek, 1995). Sistem peringatan ini didasarkan pada perkiraan kuantitatif curah hujan (6 jam curah hujan mendatang) dari kantor pelayanan cuaca nasional dalam sebuah sistem jaringan alat pengukur curah hujan real-time lebih dari 40 buah secara terus menerus dan ambang batas curah hujan yang menginisiasi tanah longsor (Cannon dan Ellen, 1985).

Sistem serupa juga dikembangkan di Hong Kong (Brand et al., 1984.), Italia (Sirangelo dan Braca, 2001), Jepang (Onodera et al., 1974), Selandia Baru (Crozier, 1999), Afrika Selatan (Gardland dan Olivier, 1993) and Virginia (Wieczorek dan Guzzetti, 1999). Di Hong Kong

telah menerapkan sistem komputer secara otomatis untuk sistem peringatan tanah longsor dan ini merupakan sistem yang pertama kali di dunia untuk pendugaan tanah longsor (Premchitt, 1997). Sistem peringatan tanah longsor ini berdasarkan perkiraan curah hujan jangka pendek dan sistem ini dilengkapi alat pengukur curah hujan sebanyak 86 buah. Peringatan akan tanah longsor umumnya dikeluarkan jika dalam 24 jam hujan diperkirakan akan melebihi 175 mm atau dalam 1 jam curah hujan diperkirakan akan melebihi 70 mm. Dalam situasi seperti ini radio lokal dan stasiun televisi diminta untuk menyiarkan peringatan kepada publik secara berkala.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa intensitas curah hujan di atas 50 mm/jam dapat menyebabkan tanah longsor dangkal yang dapat mengakibatkan kerusakan harta benda dan kehilangan nyawa manusia. Ambang batas curah hujan seperti didefinisikan sebagai batas bawah dari titik-titik yang mewakili tanah longsor dangkal dipicu oleh peristiwa curah hujan, dinyatakan sebagai  $I = 52D-0,79$ . Pengembangan sistem peringatan harus memiliki prioritas untuk daerah rawan tanah longsor dangkal di Kabupaten Pacitan, khususnya di Desa Wonodadi Kulon.

#### **5. DAFTAR PUSTAKA**

- Aleotti, P., 2004. A warning system of rainfall-induced shallow failure, *Engineering Geology*, Vol. 73, pp. 247–265.
- Blong, R.J. and Dunkerley, D.L., 1976. Landslides in the Razorback area, New South Wales, Australia, *Geogr. Ann.*, Vol. 58A, pp. 139–149.
- Brand, E.W., Premchitt, J. and Phillipson, H.B., 1984. Relationship between rainfall and landslides in Hong Kong. *Proc. of the IV International Symposium on Landslides*, Toronto, Vol. 1, pp. 377–384.
- Caine, N., 1980. The rainfall intensity–duration control of shallow landslides and debris flows, *Geografiska Annaler*, Vol. 62A, pp. 23–27.
- Campbell, R.H., 1975. Soil slips, debris flows, and rainstorms in the Santa Monica Mountains and vicinity, Southern California, U.S. Geological Survey Professional Paper 851, pp. 1–20.
- Cancelli, A. and Nova, R., 1985. Landslides in soil debris cover triggered by rainstorm in Valtellina (Central Alps, Italy), *Proc. Of the IV International Conference on Landslides*, Tokyo, Vol. 1, pp. 267– 272.
- Cannon, S.H. and Ellen, S.D., 1985. Rainfall conditions for abundant debris avalanches, San Francisco Bay region, California, *California Geology*, Vol. 38, No.12, pp. 267– 272.
- Ceriani, M., Lauzi, S. and Padovan, N., 1992. Rainfall and landslides in the Alpine area of Lombardia Region, central Alps, Italy, *Proceedings, Interpraevent Int. Symp, Bern*, Vol. 2, pp. 9–20.