

IDENTIFIKASI CURAH HUJAN PEMICU LONGSOR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) SERAYU HULU - BANJARNEGARA

Rokhmat Hidayat dan Avidah Amalia Zahro

Balai Litbang Sabo, Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang, Kementerian PU
Sopalan, Maguwoharjo, Yogyakarta-55282

E-mail: rokhmathidayat33@gmail.com

ABSTRAK

Hampir tiap musim hujan wilayah Banjarnegara terjadi longsor. Kejadian longsor menyebabkan kerusakan infrastruktur, lahan pertanian maupun korban jiwa manusia. Kondisi lereng yang terjal, lapisan tanah yang tebal, serta curah hujan yang tinggi memicu terjadinya longsor. Curah hujan merupakan salah satu faktor pemicu bencana alam longsor. Lereng akan mengalami keruntuhan bila permukaan tanah mencapai derajat jenuh air hingga menjadi zona pembasahan. Berdasarkan data kejadian longsor dan curah hujan di Banjarnegara dapat dibuat usulan nilai ambang hujan secara empirik yang menjadi pemicu terjadinya longsor untuk wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ambang hujan pemicu terjadinya longsor di DAS Serayu Hulu. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian dari Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), data hujan aktual, dan data kejadian longsor tahun 2014, 2015 dan 2018. Dilakukan pendataan kejadian longsor pada berbagai lokasi dan dilakukan identifikasi nilai hujan pemicu longsor, baik hujan harian maupun hujan kumulatif 3 harian. Data hujan pemicu longsor kumulatif 10 harian yang diplot ke dalam grafik. Hasilnya, ambang hujan pemicu terjadinya tanah longsor yaitu 149 mm/10hari.

Kata Kunci: Curah Hujan, Longsor, TRMM, DAS Serayu Hulu

PENDAHULUAN

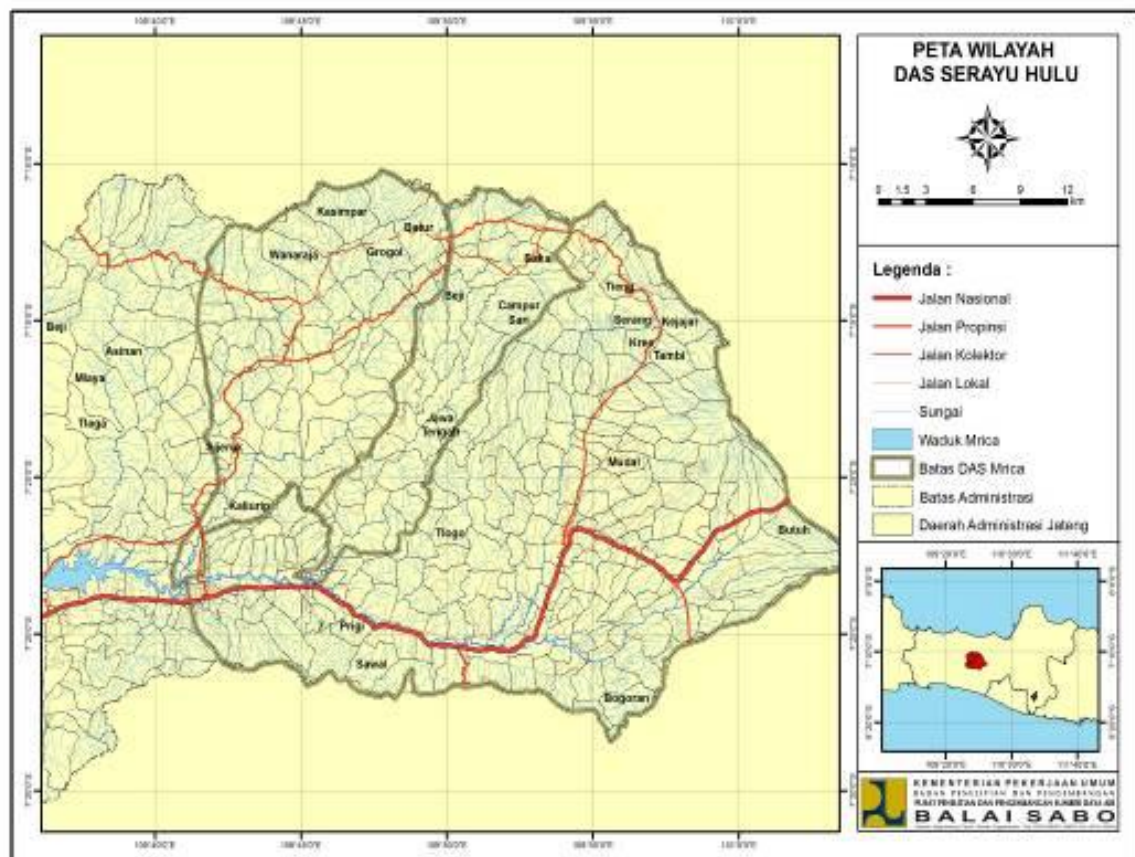
Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara beriklim tropis yang memperoleh curah hujan hampir enam bulan setiap tahun. Dalam kondisi curah hujan yang cukup tinggi dapat membawa dampak bagi penduduk Indonesia, bencana longsor sebagai salah satu contohnya. Longsor yang terjadi kawasan sungai berpengaruh terhadap keberlangsungan sistem sungai, termasuk pendangkalan waduk. Permasalahan utama pada mayoritas waduk yang ada di Indonesia adalah terjadinya proses pendangkalan.

Di Pulau Jawa terdapat beberapa sungai besar, salah satunya adalah sungai Serayu. Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu ini terdiri dari DAS Serayu Bagian Hulu yang sebagian merupakan wilayah Kabupaten Banjarnegara. Di sepanjang DAS serayu ini telah banyak terjadi longsor yang menyebabkan pendangkalan pada Waduk Mrica. Tingginya intensitas curah hujan selama 3 hari atau sekitar 72 jam dapat menjadi pemicu terjadinya longsor pada suatu tempat (USACE 1997). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ambang hujan intensitas curah hujan terhadap terjadinya longsor di Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu.

Kawasan lembah Sungai Serayu yang membentuk suatu dataran merupakan daerah yang relatif stabil, sedangkan pada daerah Pegunungan Serayu Utara dan Pegunungan Serayu Selatan merupakan daerah-daerah yang labil, karena dikontrol oleh topografi curam dan mempunyai berbagai jenis batuan serta struktur geologi yang kompleks. Hulu DAS Serayu merupakan kawasan yang rentan terjadi bencana longsor. Morfologi berupa lereng terjal, lapisan tanah yang tebal dan curah hujan tinggi menjadi penyebab terjadinya longsor. Hulu

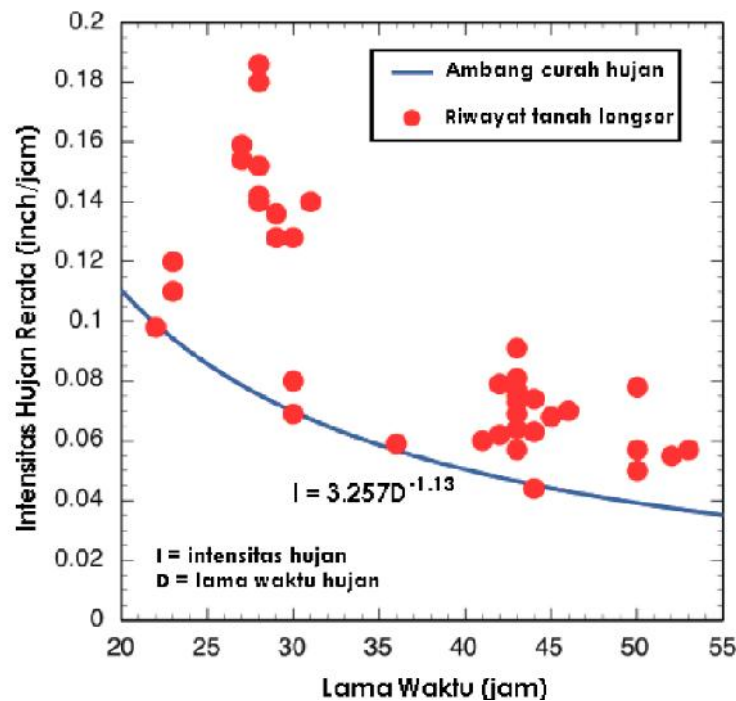
DAS Serayu wilayah timur termasuk wilayah yang rentan terjadi longsor, meliputi Kabupaten Banjarnegara dan wonosobo. Pertengahan Desember 2014 terjadi longsor di Dusun Jemblung – Banjarnegara, dengan material longsor berkisar satu juta meter kubik. Pada musim hujan 2014-2015 di banjarnegara juga terjadi beberapa lokasi. Lokasi penelitian di kawasan DAS Serayu Hulu, Kabupaten Banjarnegara (Gambar 1)



Gambar 1. Lokasi Penelitian di DAS Serayu Hulu, Banjarnegara.

Pemicu kejadian longsor di Banjarnegara secara umum adalah curah hujan. Pada dasarnya ada dua tipe hujan pemicu terjadinya longsor, yaitu hujan deras yang mencapai 70 mm hingga 100 mm per hari dan hujan kurang deras namun berlangsung terus menerus selama beberapa jam hingga beberapa hari yang kemudian disusul hujan deras (Brand, 1964 dalam Dwikorita Karnawati, 2001). Longsor tidak selalu turun saat hujan deras saja, namun saat sudah reda (tinggal gerimis) selama beberapa jam longsor baru terjadi. Hal tersebut perlu diperhatikan bagi penduduk dalam upaya evakuasi agar terhindar dari bahaya tanah longsor.

Hubungan intensitas – lama waktu hujan paling banyak digunakan dalam beberapa pustaka. Model dituangkan menjadi suatu kurva yang dikenal sebagai I-D curve. Kurva empirik ini adalah kurva batas bawah (*lower limit curve*) kejadian longsor pada saat hujan. Kurva ini akan memberikan hasil yang lebih baik bila menggunakan pula data hujan yang tidak menyebabkan terjadinya tanah longsor. Gambar 2 menunjukkan hubungan antara intensitas hujan dan lama waktu pada pemodelan hujan empirik yang dikembangkan oleh Chelborad dkk. (2006) untuk jenis longsor dangkal di Seattle, Washington.



Gambar 2. Ambang Intensitas Hujan dan Lama untuk Longsor Dangkal (Chelborad Dkk., 2006)

Keunggulan utama yang dimiliki oleh metode empirik hujan untuk memprediksi terjadinya tanah longsor adalah sederhana dan tidak mahal ketika akan memprediksi wilayah yang cukup luas. Ketika informasi tentang tanah longsor dan hujan tersedia, plot data dapat dilakukan dan garis batasan dapat digunakan untuk menentukan batas awal terjadinya longsor pada lereng.

Kendala yang sering dijumpai untuk menentukan ambang hujan berupa tidak tersedianya data yang valid, resolusi dan lamanya hujan. Penggunaan ambang hujan yang didasarkan pada kejadian yang ekstrim dapat menimbulkan kesalahan untuk memprediksi kapan dan dimana terjadinya longsor. Oleh karena itu, rekaman data hujan yang panjang dari berbagai wilayah yang kondisi metereologinya berbeda-beda harus dianalisis untuk menemukan ambang hujan yang sesuai. Sayangnya, informasi yang memadai tentang jumlah curah hujan yang terjadi jarang tersedia (Guzzeti dkk, 2005).

Ambang hujan menggunakan hubungan antara intensitas hujan dan lama waktu, tidak memperhatikan kejadian hujan yang terdahulu. Karena itu, penggunaan metode ini kurang tepat bila digunakan untuk memprediksi kejadian longsor tipe longsor dalam (*deep-seated*) atau longsor dengan intensitas hujan yang rendah. Sehingga penentuan batasan hujan menggunakan hubungan kurva ID tidak dapat dipakai untuk memprediksi tanah longsor yang terjadi beberapa jam setelah hujan berhenti dan tidak mampu memberikan gambaran yang spesifik dan jelas lokasi terjadinya tanah longsor. Selain itu, ambang hujan menggunakan metode ini, membutuhkan data yang kualitasnya dan resolusi tinggi (minimal data hujan per jam), yang tersedia secara lokal dan pada kurun waktu yang singkat (kurang lebih 20-30 tahun). Karena proses analisis yang cukup sulit, metode ini tidak dapat digunakan untuk menilai stabilitas lereng ketika terjadi badai dan tidak dipakai untuk

memprediksi periode berkala terjadinya tanah langsor (*the return period of landslide*) (D'Odorico, dkk, 2005).

Intensitas hujan harian yang melebihi ambang hujan dapat diperkirakan sebagai hujan pemicu longsor. Karakter curah hujan pemicu longsor juga sangat spesifik untuk setiap lokasi, bergantung kepada respon hidrologi lereng dan kondisi tekanan air pori serta kadar air tanah sebelum hujan dengan intensitas lebat terjadi. Untuk mengetahui intensitas dan durasi hujan pemicu longsor maka dilakukan pula analisis menggunakan model infiltrasi Green-Ampt (1911). Metode ini mensyaratkan bahwa penenuhan lereng tanah hingga kedalaman kritis dipenuhi oleh hujan dengan intensitas yang lebih besar dari laju infiltrasi tanah dan durasi yang lama.

Data hujan TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) adalah data precipitasi (hujan) yang didapat dari satelit meteorologi TRMM dengan sensornya PR (Precipitation Radar), TMI (*TRMM Microwave Imager*), dan VIRS (*Visible and Infrared Scanner*), CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy Sistem*), dan LIS (*Lightning Imaging Sensor*). Satelit TRMM tersebut merupakan hasil kerjasama dua badan antariksa nasional, yaitu Amerika Serikat (NASA: National Aeronautics and Space Administration) dan Jepang (NASDA: National Space Development of Japan; sekarang berubah menjadi JAXA: *Japan Aerospace Exploration Agency*). Satelit TRMM diluncurkan pada tanggal 27 November 1997. Data hujan yang dihasilkan oleh TRMM memiliki tipe dan bentuk yang cukup beragam yang dimulai dari level 1 sampai level 3. Level 1 merupakan data yang masih dalam bentuk mentah dan telah dikalibrasi dan dikoreksi geometrik, Level 2 merupakan data yang telah memiliki gambaran parameter geofisik hujan pada resolusi spasial yang sama akan tetapi masih dalam kondisi asli keadaan hujan saat satelit tersebut melewati daerah yang direkam, sedangkan level 3 merupakan data yang telah memiliki nilai-nilai hujan, khususnya kondisi hujan bulanan yang merupakan penggabungan dari kondisi hujan dari level 2. Untuk mendapatkan data hujan dalam bentuk mili meter (mm) sebaiknya menggunakan level 3, dengan resolusi spasial $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ dan resolusi temporal setiap 3 jam (Kempler 2011).

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) memiliki akses data untuk satelit TRMM di mana dari satelit ini didapat data estimasi curah hujan untuk titik mana saja yang diperlukan pada seluruh wilayah di Indonesia. Hal ini tentu sangat membantu bagi pihak-pihak yang membutuhkan data hujan. Data satelit TRMM dapat dijadikan data alternatif dalam menggantikan data curah hujan observasi yang biasanya datanya terbatas dan tidak selalu kontinu. Data TRMM memiliki kelebihan seperti dapat diunduh secara gratis, praktis dan selalu update dalam mencatat curah hujan suatu wilayah.

METODE

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian yang berasal dari data satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) pada tahun 2017 sampai tahun 2018, juga data pengukuran aktual dari BMKG 2014 dan 2015. Sedangkan data kejadian longsor yang terjadi disekitar DAS serayu diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Banjarnegara. Berdasarkan frekuensi kejadian longsor dilakukan analisa ambang hujan pemicu longsor di DAS Serayu. Pengolahan data menggunakan tools GrADS, ArcView, dan Matlab. Terjadinya longsor di sekitar DAS Serayu

dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah tingginya intensitas curah hujan yang diterima pada suatu wilayah tertentu.

Data kumulatif 3 hari dipilih berdasarkan tanah longsor banyak yang dipicu oleh intensitas curah hujan dari 72 jam atau kurang (USACE, 1997). Data kumulatif 10 hari digunakan karena menghasilkan nilai ambang batas relatif rendah terikat inisiasi tanah longsor (Chleborad, 2000). Untuk dapat mengidentifikasi secara tepat mengenai jenis hujan pemicu longsor di lokasi penelitian, perlu dilakukan penelitian yang meliputi beberapa kegiatan berikut:

1. Melakukan pendataan kejadian longsor pada berbagai lokasi. Data kejadian longsor diperoleh dari BPBD Banjarnegara dan browsing internet (media elektronik),
2. Mencocokkan data tanggal kejadian longsor dengan data curah hujan TRMM dan dengan data pengukuran faktual dari BMKG. Data curah hujan TRMM digunakan untuk mencocokkan data curah hujan yang turun di daerah terjadinya longsor. Data tersebut didapatkan dari situs trmmopen.gsfc.nasa.gov milik NASA. kemudian data tersebut diolah ke dalam tabel di Microsoft Excel untuk dijadikan data dasar.
3. Data curah hujan di plot dalam grafik hujan kumulatif. Dari grafik tersebut dapat diamati dan dianalisis untuk menentukan nilai ambang hujan pemicu longsor, baik hujan harian, hujan 3 harian maupun hujan kumulatif 10 harian. Formula ambang hujan pemicu longsor diperoleh untuk daerah tersebut

Berdasarkan tahap kegiatan tersebut, diperoleh rumusan (formula) nilai ambang hujan pemicu longsor daerah tersebut. Dari hasil penyelidikan dan analisis ini diharapkan dapat direkomendasikan langkah-langkah antisipasi terhadap kejadian longsor.

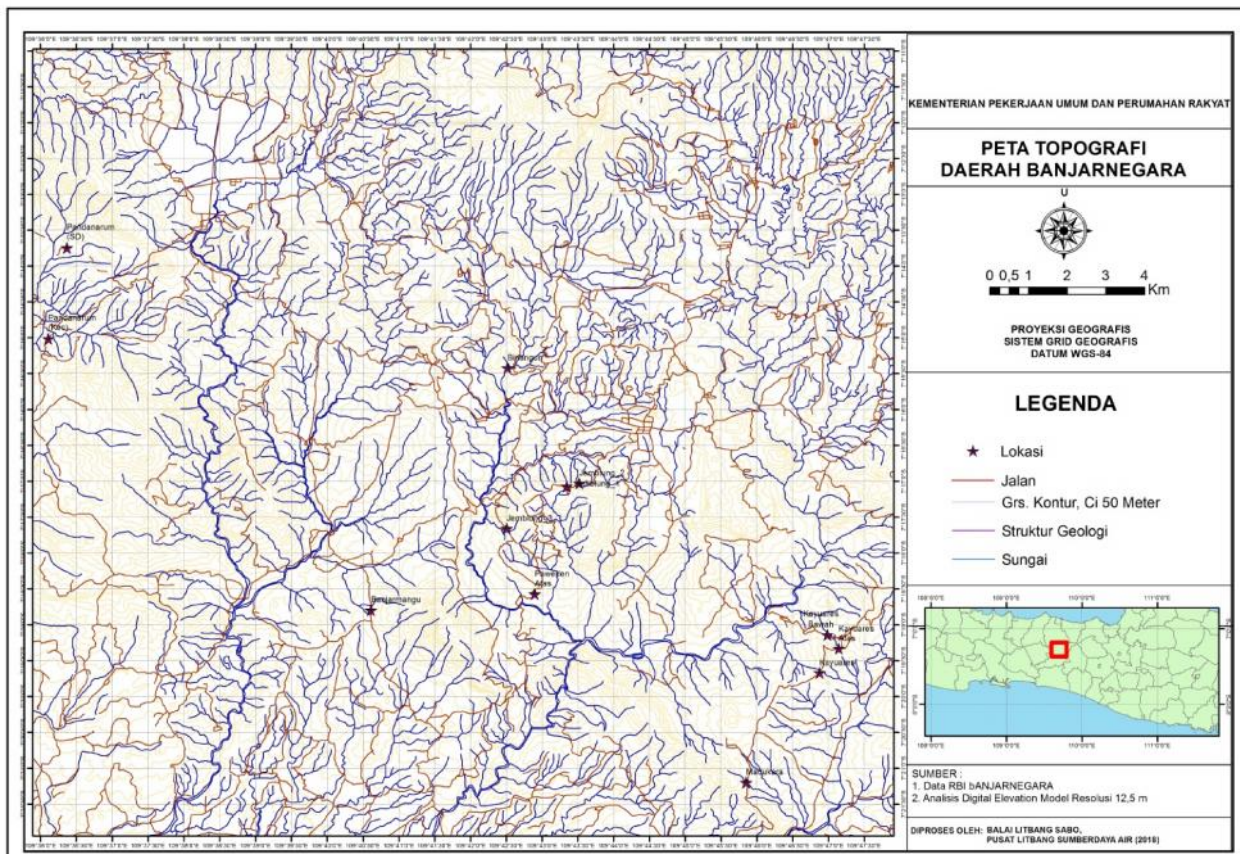
HASIL

Longsor terjadi pada beberapa area pada lokasi penelitian di awal tahun 2018. Gambar 3 menunjukkan lokasi longsor di Paweden Karangkoobar, dan di Sirongge Pandanarum. Luncuran translasi tanah adalah jenis longsor yang dominan berkembang di Karangkoobar, melibatkan jenis tanah lanau dan tuf pasiran. Pengamatan di lapangan memperlihatkan dimensi longsor yang mempunyai kisaran lebar 120 m, tinggi 15-20 m, dan dengan kemiringan lereng berkisar antara 25-30°. Penampakan megaskopis memperlihatkan tanah lempung yang merupakan jenis tanah residu hasil pelapukan batuan vulkanik. Secara megaskopis, tanah lanau tidak terkonsolidasi dengan baik dan mudah sekali terlepas/terurai. Berdasarkan penampakan di lapangan, jika endapan tersebut membentuk kemiringan, maka akan mudah longsor.



Gambar 3. Kejadian Longsor di Paweden-Karangkoar (kiri) dan di Sirongge-Pandanarum (kanan)

Longsor terjadi pada beberapa desa. Selanjutnya dilakukan plot lokasi longsor pada peta topografi (lihat Gambar 4). Plot lokasi longsor pada peta topografi bertujuan untuk mengetahui kondisi topografi dan keberadaan sungai pada lokasi kejadian longsor. Dari gambar 4 dapat dilihat lokasi kejadian longsor dan keberadaan sungai. Mayoritas kejadian longsor dekat dengan sungai, atau dikontrol oleh keberadaan sungai. Kejadian longsor sangat berpengaruh pada kondisi sungai. Material longsor akan menimbun sungai sehingga mempengaruhi morfologi sungai.



Gambar 4. Plot Lokasi Kejadian Sungai pada Peta Sungai

Dengan tingginya intensitas curah hujan yang diterima disekitar DAS Serayu dapat menjadi faktor pemicu terjadinya longsor. Terjadinya hujan terus menerus selama beberapa hari dapat menyebabkan bobot tanah bertambah dan daya ikat tanah berkurang, sehingga semakin rentan terhadap longsor. Jika air tersebut menembus sebagai bidang gelincir maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar dari lereng yang menjadi longsor.

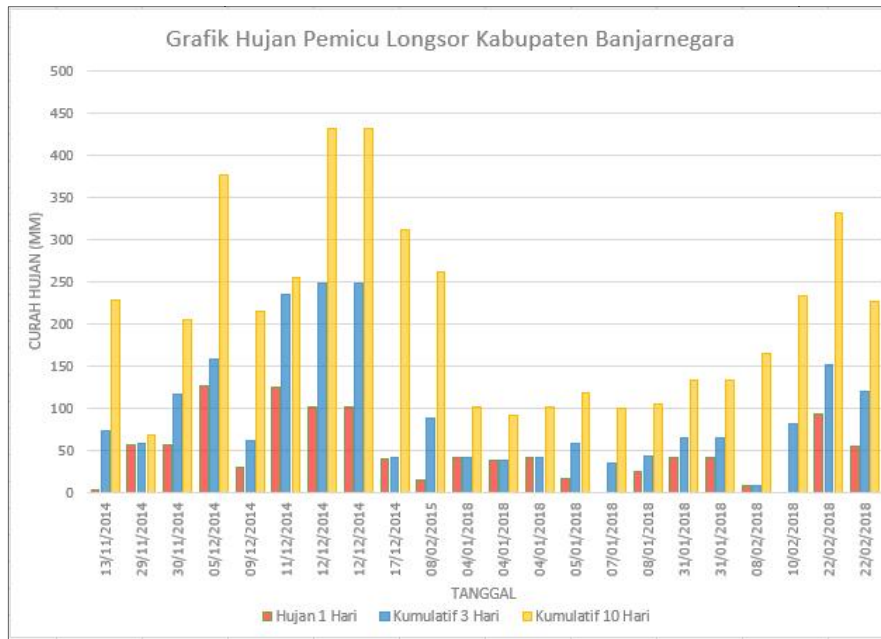
Untuk melihat besarnya pengaruh intensitas curah hujan yang menjadi penyebab utama terjadinya longsor dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa hujan pemicu longsor masing-masing lokasi baik hujan harian, kumulatif 3 harian, dan kumulatif 10 harian. Dari tabel tersebut tampak bahwa hujan pemicu longsor nilainya bervariasi. Hal ini membuktikan bahwa faktor utama terjadinya longsor tidak sepenuhnya tergantung pada besarnya intensitas curah hujan, masih ada beberapa faktor lainnya seperti kondisi tanah, jenis tanah, kelerengan tanah, kondisi air tanah dan lain-lain. Plot nilai hujan pemicu longsor pada grafik dapat dilihat pada Gambar 5. Dari gambar tersebut dapat dilihat variasi nilai hujan pemicu longsor baik hujan harian, kumulatif 3 harian, maupun kumulatif 10 harian.

Tabel 1. Lokasi Longsor di Banjarnegara dan Nilai Curah Hujan 2014, 2015 dan 2018

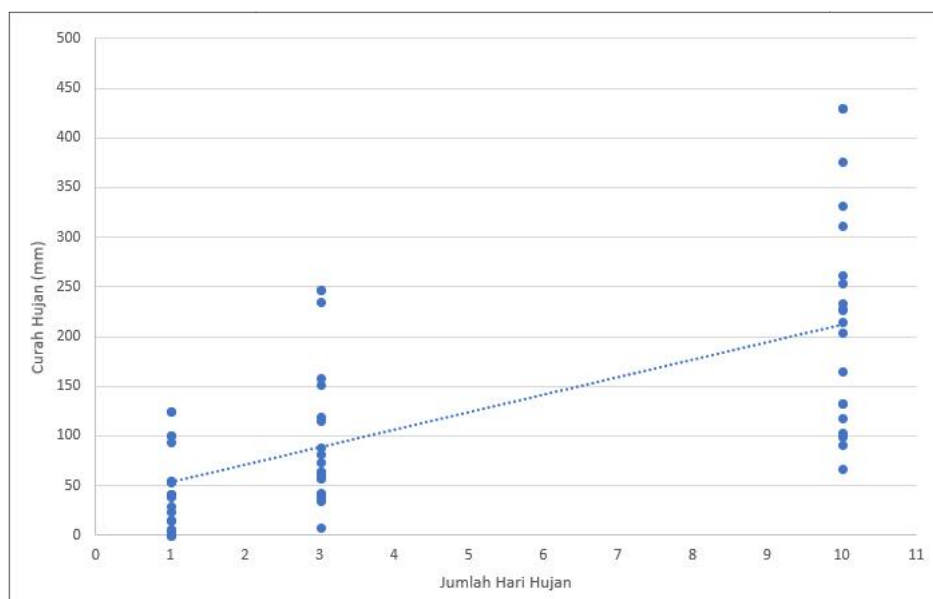
Tanggal	Lokasi	Hujan pemicu longsor (hari)		
		1	3	10
13/11/2014	Sijeruk, Banjarmangu	4	74	229
29/11/2014	Anjir, Kalitlaga, Pagentan	55.6	58	68
30/11/2014	Clapar, Madukara	56	116.4	205.4
05/12/2014	Paweden, Karangkoobar	126	159	377
09/12/2014	Pencil, Wanayasa	30	61.2	215.3
11/12/2014	Tunggoro, Sigaluh	125	235	255
12/12/2014	Jemblung, Karangkoobar	101	248	431
12/12/2014	Gintung, Binangun, Karangkoobar	101	248	431
17/12/2014	Sipete, Madukara	40	41	312.7
08/02/2015	Sokaraja, Pagentan	15.3	89	262
04/01/2018	Sirandu, Gununggiana, Wanayasa	41.67	41.67	101.85
04/01/2018	Krangean, Pandansari, Wanayasa	38.85	38.85	91.59
04/01/2018	Paweden, Karangkoobar	41.67	41.67	101.85
05/01/2018	Dawuhan, Wanayasa	16.14	57.81	117.99
07/01/2018	Bantar, Wanayasa	0	35.37	99.48
08/01/2018	Babadan, Pagentan	24.54	42.78	104.31
31/01/2018	Kayuares Atas, Pagentan	41.58	65.46	134.1
31/01/2018	Kayuares Atas, Pagentan	41.58	65.46	134.1
08/02/2018	Paweden, Karangkoobar	7.53	8.7	165.39
10/02/2018	Sawangan, Serogge	0	82.23	233.94
22/02/2018	Tempuran, Wanayasa	93.93	151.74	332.04
22/02/2018	Sikelir, Wanayasa	54.57	119.46	226.95

PEMBAHASAN

Kejadian tanah longsor di Banjarnegara disebabkan banyak faktor. Eksploitasi alam oleh penduduk seperti penggundulan hutan dan pemanfaatan lahan yang kurang mengindahkan kaidah-kaidah konservasi. Dari Tabel 1 memperlihatkan bahwa curah hujan penyebab tanah longsor di beberapa desa/kecamatan di Banjarnegara besarnya cukup bervariasi. Nilai hujan harian saat terjadi longsor bahkan ada yang nol. Curah hujan penyebab tanah longsor bukan hanya hujan saat kejadian tetapi juga hujan yang terjadi sebelum longsor. Curah hujan pemicu longsor kumulatif 3 harian variasi nilainya 8,7-248 mm. Sedang hujan kumulatif 10 harian nilainya 68-431 mm.



Gambar 5. Hujan Pemicu Longsor pada Masing-masing Lokasi



Gambar 6. Penentuan Nilai Ambang Hujan Pemicu Longsor Harian, 3 Harian, dan 10 Harian

Penentuan ambang batas hujan pemicu longsor dilakukan dengan pendataan lokasi kejadian longsor. Tiap lokasi longsor dicatat lokasi dan tanggal kejadian. Tiap lokasi kejadian longsor selanjutnya dihitung hujan pemicu longsor, baik hujan harian, hujan kumulatif 3 harian, maupun hujan kumulatif 10 harian (Tabel 1). Dari data tersebut selanjutnya dihitung nilai tengah hujan pemicu longsor (lihat Gambar 6). Batas hujan harian 56 mm, batas hujan kumulatif tiga harian 89mm, dan batas hujan kumulatif sepuluh harian 215 mm. penentuan batas hujan harian dan hujan kumulatif tiga harian pemicu longsor berdasar data kejadian longsor dan hujan pemicu longsor.

Berdasarkan data hujan dan kejadian longsor dari beberapa lokasi tersebut di atas, maka dapat dibuatkan suatu formulasi nilai ambang hujan pemicu longsor. Ambang hujan tersebut dapat digunakan untuk status "siaga" dan sebagai status "awas". Namun demikian, seperti halnya aplikasi yang telah dilakukan oleh Keefer dkk (1987), ambang hujan empirik yang diusulkan dalam naskah ini mesti dikombinasikan dengan pengukuran curah hujan dalam jaringan telemetri di lokasi yang dikaji.

KESIMPULAN

Kejadian longsor selalu terjadi pada musim penghujan yang berdampak pada kerugian jiwa dan material serta kerusakan lingkungan. Untuk mengurangi kerugian jiwa diperlukan sistem peringatan dini. Salah satu metode yang dapat dikembangkan adalah dengan menetapkan ambang hujan. Berdasarkan data kejadian longsor di Banjarnegara pada tahun 2014, 2015 dan 2018 dapat dibuat usulan atau proposal ambang hujan secara empirik untuk wilayah tersebut. Untuk menentukan nilai ambang pemicu terjadinya longsor dilakukan dengan pendataan kejadian longsor, dan mengidentifikasi hujan pemicu longsor masing-masing kejadian. Batas hujan harian 56 mm, batas hujan kumulatif tiga harian 89 mm, dan batas hujan kumulatif sepuluh harian 215 mm.

Perlu dilakukan analisis di titik lokasi longsor yang lain, sehingga semakin banyak data yang digunakan akan mendapatkan hasil yang lebih akurat curah hujan pemicu longsor di Indonesia. Nilai ambang hujan pemicu longsor sangat tergantung pada kondisi tingkat kerentanan daerah yang bersangkutan, sehingga perlu pula dilakukan uji penelitian lebih lanjut mengenai ambang hujan untuk masing-masing zona atau disesuaikan dengan kerentanan suatu daerah.

REFERENSI

- Caine, Nel, 1980. The Rainfall Intensity-Duration Control of Shallow Landslides and Debris Flows, *Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography* 23-27
- Chleborad, A. F., 2000. Preliminary Method for Anticipating the Occurrence of Precipitation-induced Landslide in Seattle, Washington, Science for a changing world (USGS).
- Chleborad, A.F., Rex L, dan J.W. Godt., 2006. Rainfall Thresholds for Forecasting Landslides in the Seattle, Washington, area-Exceedance and Probability, Science for a changing world (USGS).
- D'Odorico, P., and A. Porporato. 2006. *Dryland ecohydrology*. Springer. Netherlands.
- Green, W.H., Ampt, G.A., 1911. Studies on soil physics: 1. The flow of air and water through soils. *Journal of Agricultural Sciences* 4 (1), 1– 24.
- Guzzetti F., Peruccacci S., Rossi M., and Stark C. P., 2007. Rainfall Thresholds for the Initiation of Landslides in Central and Southern Europe. *Meteorology and Atmospheric Physics*, Vol. 98, Issue 3-4, pp. 239-267.
- Karnawati., D., 2005. *Bencana Alam Gerakan Massa di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*, Jurusan Teknik Geologi UGM, Yogyakarta
- Kempler, S., TRMM Satellite and Instruments, http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/precipitation/additional/instruments/trmm_instr.shtml. Diakses tanggal 16 November 2012.
- PVMBG 2009, *Kajian Bahaya Longsor dan Perencanaan*, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung
- USACE: U.S. Army Corps of Engineers, 1997. *Reliability Analysis of Miter Gates Lock and Dam Z2*, Rock Island District, Rock Island, IL.