

**SISTEM INFORMASI PENANGGULANGAN
BENCANA LONGSORLAHAN BERBASIS SIG
(SUATU TELAAH PUSTAKA)**

Steeves W. J. Louhenapessy *)

***Abstrak** : Keberadaan Indonesia dengan kondisi morfologi wilayah yang bergunung dan berbukit dengan sebaran daerah datar yang sempit pada sebagian besar daerah pulau-pulau kecil serta daerah berlereng terjal pada beberapa pulau besar akibat terjadinya proses sejarah pengangkatan dan pembentukan kepulauan Indonesia dapat berakibat pada potensi bencana yang terjadi. Penulisan ini menentukan dan menggambarkan pentingnya suatu kejadian longsor serta pentingnya suatu sistem informasi bahaya longsorlahan berdasarkan tingkat kerawanan yang dihasilkan lewat media-media peta dan SIG. Kebutuhan akan SIG untuk pemetaan dan proses penyelesaian masalah terkait longsor sangat dibutuhkan dan sangat penting. Pemanfaatan SIG ini sekaligus dapat meningkatkan daya guna dalam pemanfaatannya mengatasi longsor dengan menilai karakteristik longsor kemudian di buat menjadi suatu sistem informasi longsor yang dijadikan dasar penetapan tingkat kerawanan serta berfungsi sebagai pencegahan serta pengurangan resiko yang dapat terjadi akibat longsor dalam sistem informasi penanggulangan longsor.*

***Kata kunci** : Longsorlahan, SIG, Sistem informasi penggulangan bencana longsor*

PENDAHULUAN

Keberadaan Indonesia dengan kondisi morfologi wilayah yang bergunung dan berbukit dengan sebaran daerah datar yang sempit pada sebagian besar daerah pulau-pulau kecil serta daerah berlereng terjal pada beberapa pulau besar akibat terjadinya proses sejarah pengangkatan dan pembentukan kepulauan Indonesia dapat berakibat pada potensi bencana yang terjadi. Salah satu contoh bencana yang sering mengancam kenyamanan hidup masyarakat yang berada pada daerah berlereng adalah longsorlahan atau sering dikenal dengan tanah longsor. Bencana longsor ini terjadi karena sekitar 45% bentuk lahan di Indonesia terdiri dari

lahan pegunungan dan perbukitan berlereng yang peka terhadap longsor dan erosi. Hal ini merupakan hambatan sekaligus tantangan bagi para perencana dalam merencanakan pemanfaatan wilayah.

Secara umum faktor yang mempengaruhi terjadinya longsor dan erosi adalah faktor alam dan manusia. Longsorlahan diartikan sebagai gerakan massa tanah, batuan dan air yang menyerupai lumpur serta mengandung kayu, pohon, dan apa saja yang ada ikut terseret menggelincir ke arah bawah lereng yang menyebabkan masa tanah dan batuan bergerak ke tempat atau daerah yang lebih rendah. Gerak massa tanah pada lereng terjadi jika hambat geser

*) Dosen Program Studi Pendidikan Geografi FKIP Universitas Pattimura, Ambon

tanah/batuan lebih kecil dari berat massa tanah/batuan (Sukresno dkk, 2004).

Dalam upaya mengurangi akibat longsor yang terjadi diperlukan berbagai informasi termasuk peta yang dapat menentukan lokasi serta menjelaskan secara detail kondisi lahan yang ada. Peta-peta yang dihasilkan diharapkan dapat menggambarkan kondisi lahan yang ada pada daerah tempat longsor itu terjadi. Jenis peta yang dapat dihasilkan sebagai berikut yaitu peta kondisi lahan, peta satuan lahan, peta sonasi bencana, peta kerawanan bencana, peta bahaya longsor dan peta lain yang menunjukkan faktor-faktor longsor yang dapat dipetakan. Hal ini juga disertai dengan adanya suatu penerapan sistem yang berbentuk sistem informasi yang merupakan gabungan dari semua unsur yang dapat dinilai di lapangan untuk menghasilkan suatu masukan bagi penanggulangan longsor-lahan.

Ruang Lingkup Penulisan

Ruang lingkup dalam Penulisan ini yaitu pemetaan wilayah rawan longsor dengan menggunakan media penginderaan jauh (Citra satelit (SPOT, Landsat ETM dan DEM SRTM) pulau Ambon) dan Sistem Informasi Geografis sebagai alat untuk mengkaji sebaran longsor yang terjadi dengan pendekatan geografis spatial pattern dan spatial process yang kemudian dilanjutkan dengan memnagun suatu sistem penanggulangan bencana longsorlahan dalam

bentuk suatu perangkat lunak untuk mendeteksi kejadian longsor yang mungkin ditimbulkan secara dini.

Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan dari penulisan ini untuk menentukan dan menggambarkan pentingnya suatu kejadian longsor serta pentingnya suatu sistem informasi bahaya longsorlahan berdasarkan tingkat kerawanan yang dihasilkan lewat media-media peta dan SIG. Penulisan ini merupakan suatu telaah pustaka mengenai aspek kerawanan longsor dan sistem informasi penanganan bahaya longsor. Berdasarkan hal tersebut maka manfaat yang dapat diambil dari penulisan ini adalah dapat memberkan gambaran mengenai suatu sistem penanganan bahaya bencana longsorlahan secara cepat berdasarkan sistem informasi komputer berbasis SIG dan menerapkannya dalam pengambilan keputusan pada tingkat penanggulangan bencana longsorlahan sehingga para pengambil kebijakan terutama yang terkait dengan pejabat yang menangani penanggulangan bencana dapat melakukan antisipasi dini kejadian longsorlahan.

LONGSORLAHAN DAN KARAKTERISTIKNYA

Longsorlahan merupakan suatu proses perpindahan massa batuan dan tanah yang merupakan salah satu bagian dari proses geomorfologi yang disebabkan oleh adanya gaya gravitasi. Longsorlahan atau tanah longsor merupakan suatu istilah umum

digunakan untuk menggambarkan berbagai bentuk gerakan tanah, luncuran batuan, nendatan dan jatuhnya batu yang bergerak pada bidang luncuran dari puncak ke bagian bawah lereng akibat pengaruh gaya tarik bumi atau gravitasi (Paripurno, 2006). Selain itu Crozier (1986) mengemukakan bahwa gerakan massa yang didefinisikan sebagai pergerakan material ke bawah akibat adanya gravitasi dan pergerakan bumi tanpa bantuan air sebagai agen pengganggu.

Menurut Worosuprojo (2002), longsorlahan adalah cara dimana sejumlah massa tanah secara bersama-sama berpindah tempat, terangkut oleh air yang terkumpul. Pengumpulan air disini terjadi karena adanya suatu lapisan padas atau lapisan yang tidak tertembusi air atau pada suatu lapisan yang tanahnya sudah jenuh akan air, sedangkan lapisan bagian bawahnya tidak dapat menyerap air yang kemudian menimbulkan gaya geser yang melebihi kekuatan geser tanah sehingga massa tanah lapisan atas tersebut secara bersama-sama bergerak.

Selain dari faktor gravitasi, material batuan atau tanah serta kondisi lereng yang ada di bagian atas menurut Hardiyatmo (2006 dan 2012); Kartiko (2009); Dehn and Buma (1997); Ng, K.Y., (2009) pemicu longsorlahan sendiri terjadi karena beberapa hal sebagai berikut ini.

- Kemiringan lereng, semakin besar sudut lereng maka semakin besar pula daya dorong disebabkan meningkatnya tegangan geser (shearing stress)

berbanding terbalik dengan tegangan normal (normal strength) berupa kekuatan penahan.

- Litologi dimana ketergantungan mudah atau tidaknya batuan mengalami pelapukan, besar/kecilnya porositas atau permeabilitas, semakin mudahnya batuan melapuk semakin mengurangi kohesi dan kekuatan batuan penyusun kondisi stratigrafi terutama jika lapisan batuan keras berselangseling dengan lapisan batuan lunak maka batuan yang lunak dapat menjadi faktor penyebab longsorlahan.
- Struktur geologi dan batuan; dimana zona sesar merupakan zona batuan yang mengalami penghancuran disebabkan pergeseran blok-blok batuan pada bidang patahan. Pada zona sesar tersebut daya tahan menjadi lemah, sehingga lebih mudah mengalami proses pelapukan, erosi dan longsor. Bidang permukaan sesar, lapisan batuan, kekar, retakan zona bidang batas tanah dan batuan dasar, kontak batuan merupakan bidang diskontinuitas dapat menjadi bidang gelincir apabila arah kemiringannya searah dengan kemiringan lereng.
- Kandungan air pori, tinggi rendahnya kandungan permukaan air tanah, kondisi tanah terhadap bidang diskontinuitas dan permukaan lereng juga merupakan salah satu faktor pendorong terjadinya gerakan massa.

Hardiyatmo (2006 dan 2012), Sutikno dkk (1992); Dymond *et al.* (2006); Blong (1974), Genderen (1970), Ng, K.Y., (2009) menyatakan beberapa kondisi yang ikut mempengaruhi proses longsor adalah sebagai berikut :

- Infiltrasi air ke dalam lereng pada daerah beriklim tropis dengan faktor intensitas hujan yang tinggi pada musim hujan dan pada daerah yang memiliki batuan yang mudah menyerap dan meloloskan air ke dalam batuan atau tanah menyebabkan terbentuknya daya dorong air terhadap material permukaan lereng yang dapat menjadi pemicu longsor.
- Pembebanan lereng, di daerah padat penduduk, lahan yang berada di atas lereng menjadi target untuk dijadikan tempat tinggal, ini dapat menyebabkan perubahan maksimal run off dan aliran air bawah tanah serta menambah berat beban permukaan lereng juga dapat memicu terjadinya longsor.
- Perubahan fisik lereng, adanya penggusuran lahan, perataan tanah, penggalian bahan bangunan, penggundulan hutan disekitar lereng dan pembuatan jalan di bagian lereng dapat menjadi pemicu longsor.
- Getaran gempa bumi, letusan gunung api, banjir, tsunami dapat pula sebagai pemicu longsor.

PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

Lillesand dan Kiefer (1979) menjelaskan arti penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. Selanjutnya perolehan data dengan penginderaan jauh yang cepat, memiliki cakupan luas, dan dalam bentuk data digital yang *compatible*, kini telah digunakan secara bersamaan dengan teknologi Sistem Informasi Geografi yang diterjemahkan dari *geographical information sistem (GIS)* (Hartono, 2003).

Dalam perkembangannya sebagai suatu sistem informasi spasial, aplikasi SIG telah berkembang ke berbagai bidang, misalnya sistem informasi sumberdaya alam, sistem informasi sensus, sistem evaluasi lahan hutan, sistem informasi penanggulangan bencana, sistem informasi pertanahan, dan sebagainya. Semua sistem informasi tersebut merupakan usaha pemanfaatan SIG dalam mengelola data spasial untuk masing-masing kajian tersebut (Hartono, 2003).

Manfaat dalam penggunaan SIG ditujukan dalam berbagai bidang kajian meliputi tiga hal yaitu sebagai suatu informasi database, sebagai suatu alat analitis, dan sebagai suatu sistem pendukung dalam pengambilan keputusan. Dalam

kaitannya dengan pemodelan, sasaran bagi para pemodel spasial yaitu untuk menyediakan suatu cara dalam mendokumentasikan dan memvisualisasi keterkaitan dari peta-peta yang beragam (tema-tema) berdasarkan keaslian dan ketergantungannya (2) mengotomatiskan pekerjaan yang berulang-ulang (3) mengembangkan model-model simulasi dinamis secara temporal didalam lingkungan pemodelan (Theobald, 2003).

Prasetyo sejauh ini menjelaskan mengenai kemampuan SIG antara lain sebagai berikut :

- Memetakan letak; dimana setiap data hasil dari perolehan SIG membuat orang dapat mencari dimana letak suatu tempat/daerah dll.
- Memetakan kuantitas; pengguna SIG sampai sejauh ini dapat memetakan berapa jumlah pohon dalam suatu area, berapa jumlah ikan yang terdapat dalam suatu luasan tempat penangkapan di laut dll.
- Memetakan kerapatan; Pengguna SIG dapat memetakan rapat atau jarangya pepohonan yang terdapat pada suatu area hutan, berapa jumlah rumah dalam suatu blok perumahan dll
- Memetakan Perubahan; dengan tampilan temporal dalam hitungan waktu data dapat dihitung atau diketahui seberapa cepat perkembangan dan perubahan yang terjadi dalam suatu daerah.

- Memetakan apa yang ada di dalam dan di luar suatu area.

Pemanfaatan SIG saat ini sudah menyebar tidak lagi dalam program pemanfaatan untuk inventarisasi lahan saja tetapi sudah merambah ke dalam segala lapisan struktur kegiatan manusia termasuk dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan GPS sebagai arahan untuk menemukan suatu tempat sudah merupakan hal yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam penanggulangan longsorkalahan saat ini sudah terdapat peta-peta inventori daerah rawan longsor yang dapat digunakan sebagai data dasar dalam pencegahan longsor walaupun umumnya yang tersedia masih dalam skala kecil. Agar peta-peta ini dapat lebih operasional hingga ke perdesaan, maka harus dikembangkan lagi menjadi peta dengan skala yang lebih detail. Terutama untuk lokasi dengan tingkat kerawanan tinggi, pembuatannya dapat melibatkan dinas-dinas yang terkait serta institusi pendidikan tinggi daerah (Paripurno, 2006).

Teknik Pengumpulan Data

Data faktor penyebab longsor diidentifikasi dan dievaluasi berdasarkan data primer (citra SPOT, Landsat dan DEM SRTM) dan sekunder (peta geologi, peta geomorfologi, data curah hujan) dan pengamatan lapangan. Pengamatan dilakukan pada daerah yang telah mengalami longsor dan daerah yang belum mengalami longsor. Lokasi pengamatan ditentukan berdasarkan

peta bentuklahan, kualitas dan karakteristik lahan yang dikaji dalam penelitian ini. Sampel tanah dan batuan dianalisis di laboratorium. Analisis tanah meliputi tekstur, permeabilitas, porositas. Analisis batuan meliputi kekerasan batuan, dan kepadatan rekahan. Wawancara dilakukan terhadap masyarakat dan stakeholder berdasarkan pedoman wawancara (*interview guide*) yang telah tersusun untuk mengkaji persepsinya tentang bahaya longsorlahan.

Teknik Pengolahan Data SIG

Secara garis besar tahapan dalam analisis spasial untuk penyusunan data spasial (peta) rawan longsor terdiri dari 4 tahap, yaitu (a) tahap tumpangsusun data spasial, (b) tahap editing data atribut, (c) tahap analisis tabuler, dan (d) presentasi grafis (spasial) hasil analisis. Metode yang digunakan dalam tahap analisis tabuler adalah metode scoring. Setiap parameter penentu kerawanan longsor diberi skor tertentu, dan kemudian pada setiap unit analisis skor tersebut dijumlahkan. Hasil penjumlahan skor selanjutnya diklasifikasikan untuk menentukan tingkat kerawanan longsor.

Teknik Analisis Data

Cara evaluasi tingkat bahaya longsor dilakukan dengan metode penjumlahan dari hasil pengharkatan parameter fisik yang relevan. Data tersebut diperoleh selama interpretasi citra, kerja lapangan dan analisis

laboratorium. Pengukuran dilakukan secara sampling pada daerah unit lahan. Hasil penelitian tingkat bahaya longsorlahan dan tipe gerakan massa disajikan dalam bentuk peta. Aplikasi dari hasil penelitian ini diterapkan untuk mengevaluasi letak pemukiman yang berada pada zone bahaya. Analisis data dilakukan dengan metode scoring, yaitu menjumlahkan skor seluruh parameter dalam tiap poligon. Penjumlahan skor tersebut menggunakan rumus.

SISTEM INFORMASI

PENANGGULANGAN BENCANA

LONGSORLAHAN

Sistem Informasi penanggulangan bencana longsorlahan meliputi pencegahan, kesiapsiagaan, mitigasi, tanggap darurat, rehabilitasi dan rekonstruksi. Dalam pelaksanaannya anggaran yang diperuntukkan bagi rekonstruksi dan rehabilitasi pasca bencana relatif jauh lebih besar dibandingkan dengan anggaran untuk pencegahan dan mitigasi. Karena itu perlu adanya penekanan pada upaya pencegahan dan kesiapsiagaan dengan cara mengurangi risiko bencana berupa integrasi penanggulangan bencana dalam pembangunan nasional, *risk assessment* dan sistem peringatan dini, menularkan budaya keselamatan dan ketahanan/*resilience*, mengurangi faktor penyebab dasar bencana dan kesiapsiagaan menghadapi bencana (Paripurno, 2006).

Mitigasi merupakan suatu rangkaian kegiatan dalam sistem penanggulangan bencana longsorlahan yang secara umum dimulai dari tahap pencegahan terjadinya longsor, kemudian tahap waspada, evakuasi jika longsor terjadi, dan rehabilitasi, kemudian kembali lagi ke tahap yang pertama. Pencegahan dan bersikap waspada adalah merupakan bagian yang sangat penting dalam siklus mitigasi ini. Mitigasi bencana longsor dapat berjalan efektif jika

terdapat komitmen yang kuat di dalam masyarakat untuk secara bersama-sama meminimalisasi dampak yang ditimbulkan oleh longsor. Oleh karena itu, metode mitigasi akan efektif jika masyarakat turut dilibatkan. Tidak hanya masyarakat yang berada di daerah rawan longsor, tetapi juga masyarakat lainnya, terutama mereka yang juga memiliki kegiatan di daerah rawan longsor (Paripurno, 2006).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Pemantauan Bencana Alam (Banjir, Longsor dan Gempa Bumi)*. Laporan. Pusat Pengembangan dan Teknologi Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Jakarta.
- Anonim, 2009. Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana <http://www.bakornaspbp.go.id/new/>
- Anonim, 2009. Hasil Kerjasama : Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) - SCDRR BAPPENAS DAN UNDP.
- Anonim, 2008. Laporan Harian Posko BNPB. <http://www.bakornaspbp.go.id>
- Blong, R.J., 1974. Landslide Form And Hill Slope Morphology: An Example from new zeeland, *The Australian Geographer*, 12,5, pp. 439-444
- Clark, G. (2003) *A historic viewpoint on insurability*. Paper presented at the 'Challenging Insurability' deeting, 5 December, Centre for the Analysis of Risk and Regulation, London School of Economics.
- Comfort, L. K. 2005. Risk, security and disaster management. *Annual Review of Political Science* 8 (June): 335–356.
- Crozier, Michael, J., 1986. *Techniques For The Morphometric Analysis Of Landslips*, Zeitschrift Fur Geomorphologie, 17,1, pp. 78-101
- Dymond, J. R., A. G. Ausseil ., J. D. Shepherd ., L. Buettner., 2006. Validation of a region-wide model of landslide susceptibility in the Manawatu–Wanganui region of New Zealand. *Geomorphology* 74.70– 79 Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Genderen, J.L. Van, 1970. *The Morphodynamic Of The Crati River Basin-Calabria Italy*, ITC No.56
- Hermanto, D.A, 2006. Kebijakan Penataan Ruang dalam Pengelolaan Kawasan Rawan Bencana Longsor. Makalah, disampaikan dalam Lokakarya “Penataan Ruang Sebagai Wahana Untuk Meminimalkan Potensi Kejadian Bencana Longsor”, kerjasama Ditjen. Penataan Ruang Dep. Pekerjaan Umum dengan Badan Kejuruan Sipil Persatuan Insinyur Indonesia, Jakarta, 7 Maret 2006.

- Mileti, D. 1999. *Disasters by design*. Washington, DC: Joseph Henry.
- Ng, K.Y., 2009. Landslide locations and drainage network development: A case study of Hong Kong. *Geomorphology* 76.229–239. Elsevier Publishing Company, Amsterdam
- Paripurno, (2006), *Modul Manajemen Bencana Pengenalan Longsor untuk Penanggulangan Bencana*.
- Prasetyo, D. H. 2003. *Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Tata Guna Lahan*. Artikel Populer Ilmu Komputer. 2003.
- Sutikno, Jamulya dan Gunadi, 1992. *Dampak Penggunaan Lahan Terhadap Bencana Alam akibat Gerakan Massa Tanah/Batuan di Daerah Temanggung Jawa Tengah*. Hasil Penelitian, Fak. Geografi. UGM. Yogyakarta.
- Theobald, D. M. (2003). *GIS Concepts and ArcGIS Methods Paperback*. Research Scientist at the Natural Resource Ecology Lab and Assistant Professor in the Department of Natural Resource, Recreation and Tourism at Colorado State University in Fort Collins, Colorado.
- Wang, H. B. and K. Sassa., 2006. Rainfall-induced landslide hazard assessment using artificial neural networks *Earth Surf. Process. Landforms* **31**, 235–247. Published online 21 September 2005 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).
- Worosuprojo, 2002. Studi Erosi Parit dan Longsoran dengan Pendekatan Geomorfologi di Daerah Aliran Sungai Oyo Jawa : Desertasi Program Pasca Sarjana UGM.