



Analisa Spasial Risiko Longsoran Skala Kecamatan, Studi Kasus di Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonosobo

Landslide Risk Spatial Analysis on District Scale, Case Study in Kaliwiro District - Wonosobo Regency

Puguh Dwi Raharjo, Edi Hidayat, Kristiawan Widiyanto, Eko Puswanto, dan Sueno Winduhutomo

Balai Informasi dan Konservasi Kebumian, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Jalan Karangsembung km 19, Kebumen 54353 Jawa Tengah
email: puguh.dwi.raharjo@lipi.go.id dan puguh.draharjo@karangsambung.lipi.go.id

Naskah diterima : 29 Agustus 2016, Revisi terakhir : 31 Januari 2017, Disetujui : 02 Februari 2017

Abstrak-Kecamatan Kaliwiro Kabupaten Wonosobo masuk dalam Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsembung dengan topografi yang bervariasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat risiko tanah longsor yang dipengaruhi oleh peran sosial masyarakat pada setiap desa di Kecamatan Kaliwiro. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis mengenai faktor fisik lingkungan berupa pembuatan peta ancaman longsor. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan sebagai metode dalam pembuatan peta ancaman yang diolah dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil yang diperoleh menunjukkan beberapa desa memiliki tingkat ancaman longsor yang tinggi. Namun di beberapa tempat kondisi sosial-masyarakat sangat baik dalam mengatasi dampak dan mitigasi bencana longsor. Kondisi sosial-masyarakat di setiap desa sangat berpengaruh terhadap dampak longsor yang sering terjadi di Kecamatan Kaliwiro.

Kata kunci-SIG, longsor, ancaman, kerentanan, kapasitas, risiko.

Abstract-The Kaliwiro District of Wonosobo Regency is a region which has various topography and belongs to Karangsembung Geological Nature Reserve. The purpose of this study is to determine the impact of the landslide's risk to the communities that is affected by the community social role in each village at Kaliwiro District. The method of this research is by analyzing the environment physical factor to produce the landslide hazard map. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) is used to processes landslides maps using *Geographic Information System* (GIS). The result shows that some places have a high-risk landslide hazard. However in certain villages show that have a very good social community condition in overcoming the impact and mitigation of landslides. The social condition at every village has strongly influence the landslides impact which often occur in the Kaliwiro District.

Keywords - GIS, landslide, hazard, vulnerability, capacity, risk.

PENDAHULUAN

Kecamatan Kaliwiro merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Wonosobo Propinsi Jawa Tengah yang mempunyai topografi berbukit dengan kemiringan lereng terjal dan memiliki litologi yang berbeda-beda. Urbanisasi dan peningkatan populasi penduduk telah menyebabkan perluasan pemukiman ke arah daerah yang rawan terhadap kejadian longsor (Sopheap drr, 2007). Di daerah dengan lereng yang tidak stabil terdapat aktivitas manusia seperti penggundulan hutan, penggalan lereng untuk pemotongan jalan dan bangunan situs, menjadi faktor utama pemicu terjadinya longsor (Daia drr, 2001).

Kecamatan Kaliwiro merupakan wilayah yang sebagian masuk dalam Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsembung. Kondisi fisik batuan yang lemah, diantaranya disebabkan karena adanya jalur patahan, curamnya lereng perbukitan, tingginya curah hujan dan tingkat pelapukan serta penggunaan lahan diluar kontrol yang memicu terjadinya longsor (Karnawati, 2002). Wilayah penelitian termasuk kedalam zona fisiografi Rangkaian Pegunungan Serayu Utara dan sebagian Rangkaian Pegunungan Serayu Selatan (Bammelen, 1949). Sebagian besar daerah ini memiliki topografi berbukit didominasi atas bentuk lahan perbukitan tererosi lemah hingga tinggi.

Litologi pada daerah ini terdiri atas Batuan Terbreksikan, Batuan Intrusi Tak Teruraikan, Batu Gamping Terumbu, Formasi Totogan, Anggota Tuf formasi Waturanda, Formasi Waturanda, Formasi Penosogan, Formasi Halang, Formasi Peniron, Formasi Damar, Anggota Lempung Formasi Ligung dan Anggota Breksi Formasi Ligung (Asikin drr, 1992).

Dasar dalam manajemen risiko untuk memperkirakan dan memprediksi kerugian bagi daerah-daerah yang terkena bencana dapat diketahui dari tipe bencana yang akan terjadi (Mansor drr, 2004). Risiko longsor menjelaskan kemungkinan fitur atau sistem mengalami kerugian yang dihasilkan dari gerakan batuan (Roberts, 2009). Risiko bencana dan dampak buruk bencana alam dapat dikurangi dengan pemantauan, analisis sistematis dan pengelolaan penyebab bencana termasuk dengan menghindari bahaya, mengurangi kerentanan sosial dan ekonomi, dan meningkatkan kesiapan merespons kejadian bahaya yang merugikan (Anonimus, 2008). Risiko tanah longsor tidak hanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisik saja, namun faktor sosial-masyarakat sangat berpengaruh dalam pengkajian mengenai risiko bencana longsor (Cutter drr, 2000).

Faktor alam hanya menjelaskan mengenai komponen risiko termasuk kerentanan dan kapasitas mengatasi (Roberts, 2009). Faktor fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan memainkan peran kunci kerentanan longsor dalam menentukan risikonya (Santha dan Sreedharan, 2010). Unsur-unsur yang berisiko meliputi penduduk, bangunan, infrastruktur, lingkungan dan kegiatan ekonomi yang berada di daerah yang terkena bahaya (Fell drr, 2005); (Cardinali drr, 2002). Bencana longsor dapat menyebabkan kerusakan tatanan bentang lahan, sumber daya alam dan lingkungan (Lihawa drr, 2014). Selain itu aksesibilitas juga mempengaruhi kondisi sosial-masyarakat yang dapat mengakibatkan tingginya risiko bencana longsor.

Metode Pengkajian analisa Risiko Bencana menurut Perka No.2 Tahun 2012 (BNPB, 2012), menjelaskan adanya keterkaitan antara ancaman, kerentanan, dan kapasitas dalam mempengaruhi risiko bencana. Beberapa kendala yang dihadapi dalam melakukan pemetaan risiko ini adalah, faktor kerentanan dan faktor kapasitas. Kajian risiko yang digunakan memiliki skala provinsi dengan kabupaten sebagai level pemetaannya, sehingga apabila diterapkan pada skala kecamatan dengan level desa terkendala dengan besarnya Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang hanya terdapat di tingkat kabupaten. Penguatan kapasitas dan RTRW ber-skala kabupaten, serta kesiapsiagaan bencana sebagian besar masih dilakukan di tingkat kecamatan.

Untuk memitigasi kerugian akibat peristiwa longsor dimana dimensi longsor semakin bertambah luas, maka dirasa penting menyusun peta risiko longsor di

Kecamatan Kaliwiro Wonosobo. Teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk membuat peta tematik dan tumpang tindih berbagai parameter untuk menghasilkan peta bencana dan mengklasifikasikan daerah untuk tiga kategori tingkat risiko: rendah, sedang, dan tinggi (Mansor drr, 2004).

Pemetaan risiko mempunyai tujuan meminimalisir dampak dan kerugian bencana melalui pengelolaan risiko bencana. Pengelolaan risiko bencana yang matang dan efisien dengan teknik visualisasi yang mampu mengakomodasi tujuan peta dengan penggunaannya. Dalam pengelolaan manajemen mitigasi bencana, kegiatan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemetaan risiko longsor. Pemetaan risiko longsor meliputi pemetaan ancaman (*hazard*), pemetaan kerentanan, dan pemetaan kapasitas dari suatu daerah yang mempunyai potensi bencana.

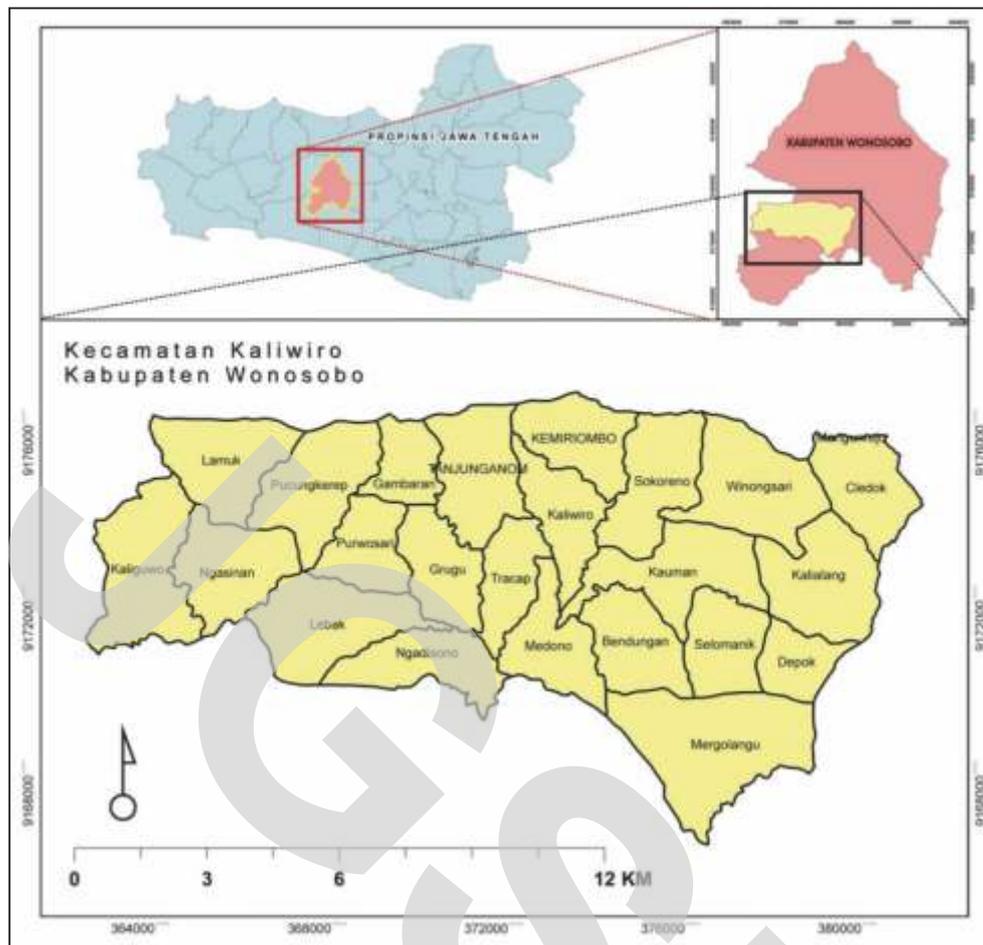
Kepadatan penduduk dan keadaan masyarakat sangat mempengaruhi risiko longsor. Kerugian baik berupa fisik (lahan terbangun), ekonomi, dan lingkungan merupakan faktor yang diperhitungkan terhadap kerentanan longsor. Selain itu indeks kapasitas yang ada di masyarakat dalam kesiapsiagaan terhadap bencana longsor dan respon yang efektif merupakan faktor yang dapat mengurangi risiko longsor.

Dalam proses pemetaan risiko memerlukan penilaian dan klasifikasi yang sesuai dengan karakteristik wilayah setempat. Hal ini tidak mudah dilakukan, mengingat keterbatasan data dan sulit didapatkan. Perlunya kajian pemodelan yang tepat dalam pemetaan risiko sehingga dapat dihasilkan peta risiko yang benar-benar sesuai dengan kondisi sebenarnya. Sehingga dengan menggunakan skala terkecil administrasi yaitu level desa, faktor fisik alam, keadaan sosial dan peran masyarakat yang menentukan risiko longsor tersebut dapat dimodelkan. Dalam makalah ini akan dicoba memberikan kontribusi dalam penyusunan pemetaan risiko longsor di Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonosobo yang hasilnya diharapkan dapat dijadikan acuan dalam manajemen mitigasi bencana bagi masyarakat.

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Kaliwiro Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah (Gambar 1), secara geografis terletak antara 7°, 53' - 7°, 44' LS dan 109°, 76' - 109°, 93' BT. Morfologi yang ada di daerah penelitian menunjukkan topografi bergelombang hingga topografi berlereng dengan kemiringan lereng landai sampai dengan terjal.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 4 (empat) jenis pemetaan, yaitu pemetaan ancaman longsor, pemetaan kerentanan longsor, pemetaan kapasitas longsor Kecamatan Kaliwiro, dan terakhir



Gambar 1. Lokasi penelitian Kecamatan Kaliwiro Kabupaten Wonosobo

merupakan hasil pemetaan risiko longsor Kecamatan Kaliwiro.

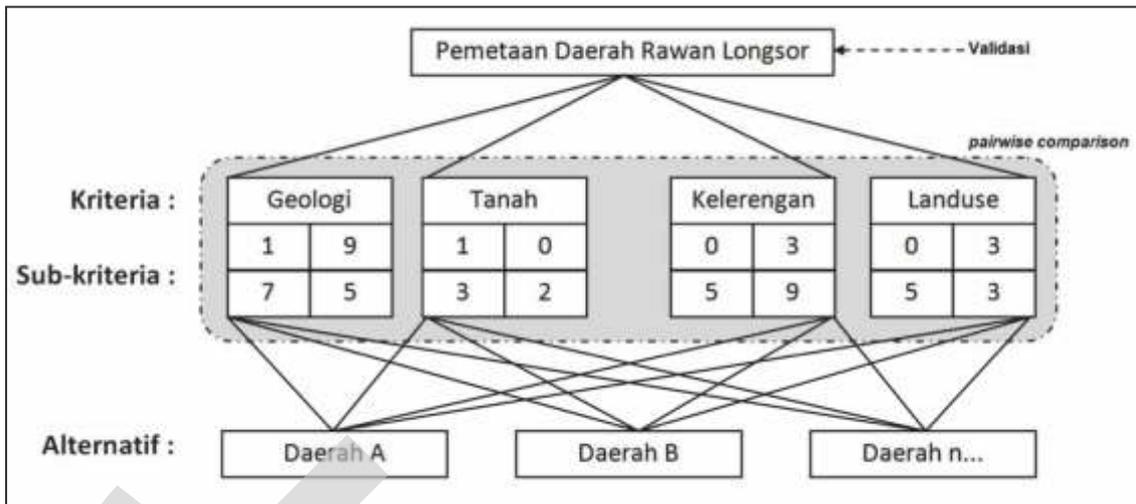
Data yang digunakan antara lain berupa Citra Landsat-8 Tahun 2013, Citra AsterGDEM, Peta RBI Skala 1:25000 lembar Kaliwiro (BIG, 2001), Peta Geologi skala 1:100000 Lembar Kebumen (Asikin dr, 1992) dan lembar Banjarnegara (Condon dr, 1996), Kecamatan dalam Angka 2015 (BPS Wonosobo, 2015). Selain itu juga digunakan data analisis laboratorium tanah (Anonimus, 2015) yang digunakan untuk menghitung F_s (*factor of safety*) dari tiap satuan tanah.

Pemetaan Ancaman Longsor

Proses pemetaan ancaman longsor didasarkan dari faktor pengontrol terjadinya longsor yang meliputi aspek kemiringan lereng, geologi, karakteristik tanah (plastisitas tanah, geser langsung, dan kuat tekan) dan penggunaan lahan. Pengolahan digital data citra penginderaan jauh (AsterGDEM dan Landsat-8) digunakan untuk memperoleh data kemiringan lereng dan penggunaan lahan. Sedangkan intepretasi citra

secara visual digunakan untuk pembuatan satuan tanah dalam pengambilan sampel serta penyesuaian skala peta geologi dengan kenampakan fisiografi citra.

Pemodelan ancaman longsor dengan pendekatan SIG, daerah mana saja yang mempunyai ancaman longsor tinggi dengan metode AHP (*Analytic Hierarchi Process*). Metode AHP dapat digunakan dalam alternatif pemetaan potensi ancaman rawan longsor, dengan tidak mempertimbangkan luas area penelitian, dengan mempertimbangkan penilaian terhadap kriteria dan sub kriteria, serta batasan toleransi nilai *consistency ratio* (Raharjo dr, 2014). Pemodelan ancaman longsor dengan pendekatan SIG, untuk mengklasifikasikan daerah mana saja yang mempunyai ancaman longsor tinggi. Validasi atas dasar hasil pemodelan ancaman longsor yaitu dengan cara membandingkan luasan, titik longsor secara acak, dan sebaran jumlah desa antara peta model kelongsoran dengan peta longsor yang nyata terjadi. Metode perhitungan klasifikasi ancaman longsor dengan AHP dilakukan dengan cara seperti pada Gambar 2.



Sumber: Raharjo drr.,2014.

Gambar 2. Proses pemetaan daerah rawan longsor dengan metode AHP.

Didasarkan pada *pairwise comparison* (matriks perbandingan berpasangan) dalam membentuk seluruh prioritas untuk mengetahui ranking dari alternatif yang terdiri atas tujuan, kriteria, dan alternatif. Setiap kriteria dan sub-kriteria dinilai secara diskriptif- kualitatif untuk memperoleh nilai pengaruh. Nilai numerik memberikan penilaian kepentingan relatif (preferensi) dari satu faktor terhadap lainnya pada setiap faktor. Untuk menghitung matrik *pairwise comparison* setiap kriteria/faktor dan bobot nilai adalah ; A1, A2, ..., An dan W1, W2, ..., Wn, dengan formula sebagai berikut:

$$a_{ij} = \frac{a_{ji}}{a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$w_i = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, r \quad \dots \dots \dots (2)$$

Masing-masing kriteria diuji matrik *pairwise comparison*, serta menghitung *consistency index* (CI) untuk menentukan *consistency ratio* (CR, kurang atau sama dengan 10%) yang digunakan untuk mengetahui ketepatan keputusan.

Pemetaan Kerentanan Longsor

Pemetaan kerentanan dilakukan dengan melakukan kajian telaah dokumen untuk menentukan komponen penilaian kerentanan. Selanjutnya dirumuskan pula pembobotan dan penilaian dari tiap-tiap komponen tersebut dengan menggunakan metode SIG. Bencana longsor akan berdampak apabila terjadi kerugian baik dari sisi korban jiwa maupun kerugian ekonomi. Penilaian risiko longsor dari korban jiwa diperlukan data, seperti kepadatan penduduk, penduduk miskin, penduduk cacat, usia balita, dan usia lansia (Raharjo dan Winduhutomo, 2016)

Selain kondisi sosial-masyarakat, juga ditinjau dari kerugian baik dari kriteria ekonomi, bangunan fisik,

maupun lingkungan. Penentuan interval kelas pada masing-masing kriteria berdasarkan pada kemungkinan nilai total, seperti sebagai berikut:

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{Total nilai maks} - \text{total nilai min}}{\text{jumlah kelas}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

Pemetaan Kapasitas Longsor

Dalam penelitian ini, perhitungan mengenai Indeks Kapasitas Bencana dilakukan dengan asumsi dasar bahwa kemampuan suatu wilayah dalam melakukan pencegahan minimal ketika terjadi suatu bencana. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengolahan data berupa penggunaan pengetahuan, inovasi dan pendidikan untuk membangun ketahanan dan budaya aman dari bencana; Mengurangi faktor-faktor risiko dasar; Memperkuat kesiapsiagaan terhadap bencana demi respon yang efektif.

Data-data yang tersedia di kecamatan dalam angka yang bisa digunakan sebagai acuan antara lain adalah data: banyaknya tenaga kesehatan, banyaknya jumlah pendidik (guru), serta sarana transportasi masal. Banyaknya tenaga kesehatan tersebut memberikan asumsi bahwa semakin banyak tenaga kesehatan yang ada di desa tersebut maka semakin tinggi kapasitasnya dalam menanggulangi risiko kebencanaan, dengan adanya tenaga kesehatan dapat memberikan pertolongan pertama ketika terjadinya bencana.

Jumlah guru sekolah memberikan pengertian bahwa dengan semakin banyaknya jumlah perangkat desa dan guru di suatu desa dapat memberikan harapan bahwa pendidikan kebencanaan lebih dimengerti sehingga dapat diajarkan kepada masyarakat desa serta murid-murid di sekolahan. Semakin banyak jumlah guru

tersebut maka akan semakin tinggi juga kapasitas pemahaman akibat suatu kebencanaan. Sarana transportasi semakin lengkap maka semakin mudah dalam melakukan mitigasi ketika terjadi bencana sehingga semakin tinggi nilai kapasitas dalam kebencanaannya. Persamaan 3 (tiga) digunakan untuk menghitung indeks kapasitas bencana dari data statistik Kecamatan Kaliwiro.

Pemetaan Risiko Longsoran

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan skor dan klasifikasi risiko dari hasil pemetaan ancaman, kerentanan, dan kapasitas longsoran. Perhitungan skor dan klasifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan SIG, selanjutnya akan dipilih metode yang sesuai dengan kondisi kejadian longsoran di Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonosobo, dengan asumsi kondisi sebenarnya di lapangan dari hasil wawancara dengan pejabat desa atau tokoh masyarakat yang menilai kelas risiko yang terjadi di desa tersebut. Metode perhitungan skor dan klasifikasi dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Resiko} = \frac{\text{bahaya} \cdot \text{kerentanan}}{\text{Capacity}} \dots\dots\dots(4)$$

Lingkungan fisik merupakan faktor pengontrol terjadinya longsor. Determinasi dari berbagai kriteria yang mengakibatkan terjadinya kemudahan pada wilayah tersebut untuk longsor, yaitu: geologi, karakteristik tanah (plastisitas tanah, geser langsung, dan kuat tekan), kemiringan lereng, dan penggunaan lahan.

Data penginderaan jauh digunakan sebagai data primer dalam ekstraksi informasi permukaan, seperti tutupan lahan dan kerapatan vegetasi, kemiringan lereng, dan unit medan. Pada penelitian ini pendekatan yang digunakan adalah pemodelan data raster dan peluang penggabungan data raster dengan melalui AHP dan dibantu oleh SIG. Hasilnya adalah peta ancaman kerawan longsor yang didasarkan kepada karakteristik fisik lingkungan. Parameter fisik ini merupakan faktor pengontrol dalam menjadikan tingkatan kemudahan terjadinya longsor.

Menurut BNPB (2012) peta kerentanan dapat dibagi ke dalam kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan ekologi/lingkungan. Komposisi paparan (seperti kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur). Data indeks penduduk terpapar dan kerugian faktor lingkungan merupakan indeks kerentanan longsor. Sensitivitas hanya ditutupi secara tidak langsung melalui pembagian faktor pembobotan. Data

kecamatan dalam angka diolah untuk mengetahui pengkelasan pada setiap jenis data.

Indeks Kapasitas diperoleh berdasarkan tingkat ketahanan daerah pada suatu waktu. Tingkat Ketahanan Daerah bernilai sama untuk seluruh kawasan pada suatu kabupaten/kota yang merupakan lingkup kawasan terendah kajian kapasitas ini. Indeks Kapasitas diperoleh dengan melaksanakan diskusi terfokus kepada beberapa pelaku penanggulangan bencana pada suatu daerah. Perolehan data pendidikan kebencanaan didasarkan pada jumlah perangkat desa dan juga jumlah guru yang ada di kawasan ini, dimana semakin banyak jumlahnya maka penyebaran informasi mengenai mitigasi semakin baik. Kesiapsiagaan terhadap kejadian bencana/pendidikan kebencanaan longsor ini didasarkan pada jumlah tenaga kesehatan, jumlah tenaga pendidik, dan jumlah anggota limnas. Gambar 3 merupakan digram alir penelitian.

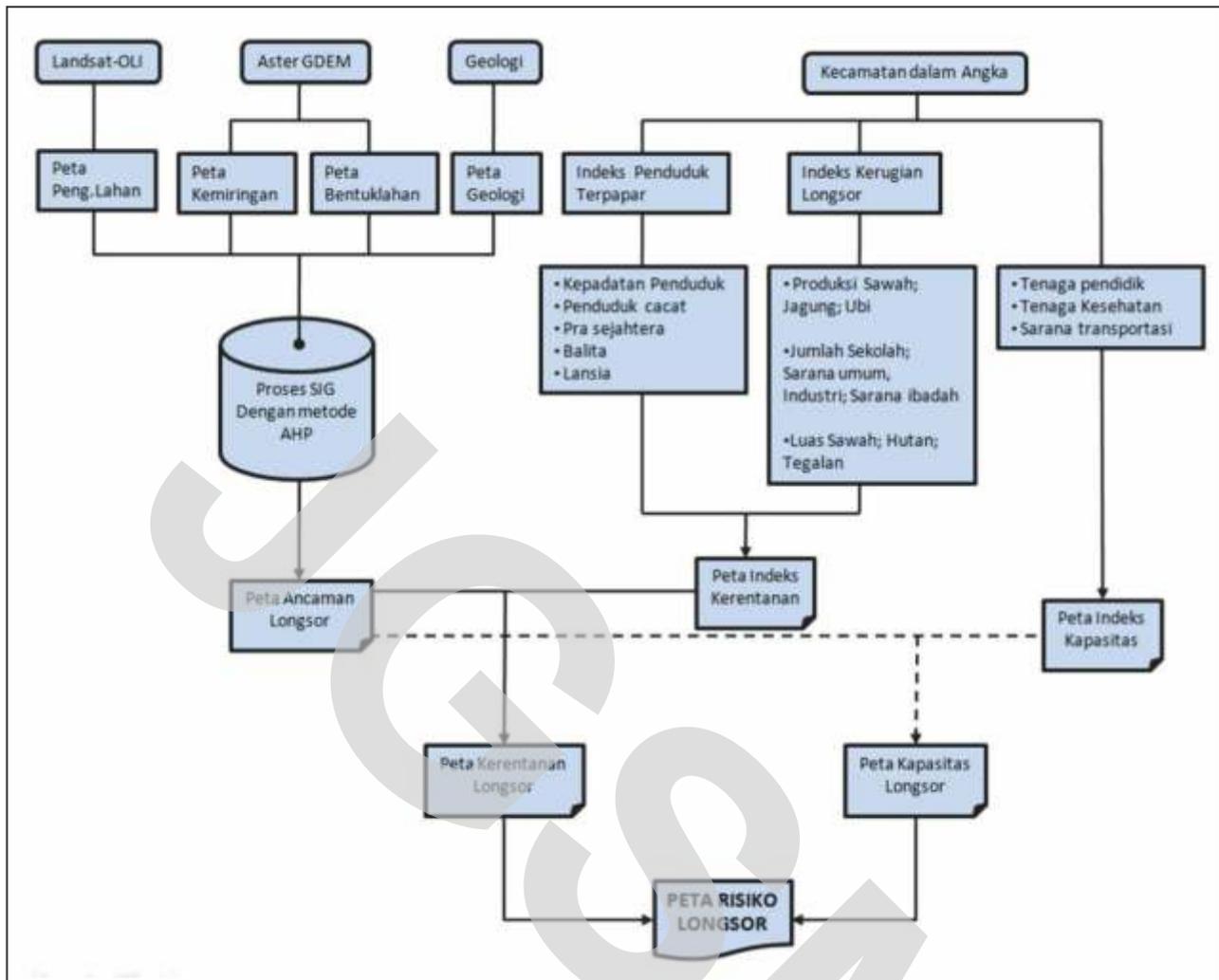
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ancaman Longsor

Faktor pengontrol yang digunakan dalam penentuan ancaman longsor di Kecamatan Kaliwiro meliputi kemiringan lereng, geologi, karakteristik tanah, dan jenis penggunaan lahan (Table 1). Masih-masing kriteria tersebut dilakukan pendekatan pemodelan data raster dan peluang penggabungan data raster dengan melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan dibantu oleh Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasilnya menunjukkan bahwa kemiringan lereng merupakan faktor pengontrol yang memiliki pengaruh paling tinggi yaitu sebesar 46%. Sedangkan kriteria litologi memiliki pengaruh sebesar 31%. Karakteristik tanah yang dimaksud adalah satuan tanah yang dihitung mengenai keamanannya (*factor of safety*) yang berhubungan antara sifat fisik tanah dan kemiringan lereng.

Tabel 1. *Pairwise comparison* pengontrol potensi longsor di Kecamatan Kaliwiro

Kriteria	Kemiringan	Geologi	Tanah	Penggunaan Lahan
1. Kemiringan	0.54	0.22	0.60	0.47
2. Geologi	0.27	0.44	0.24	0.27
3. Tanah	0.11	0.22	0.12	0.20
4. Penggunaan Lahan	0.08	0.11	0.04	0.07
Jumlah	1.00	1.00	1.00	1.00
Nilai	1.83	1.22	0.65	0.30
bobot	46%	31%	16%	7%



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Jenis penggunaan lahan memiliki pengaruh terhadap pengaruh beban permukaan dan juga kemampuan peresapan air pada permukaan. Masing-masing kriteria diuji matrik pairwise comparison, serta menghitung *Consistency Index* (CI) untuk menentukan *Consistency Ratio* (CR) kurang atau sama dengan 10% yang digunakan untuk mengetahui ketepatan keputusan.

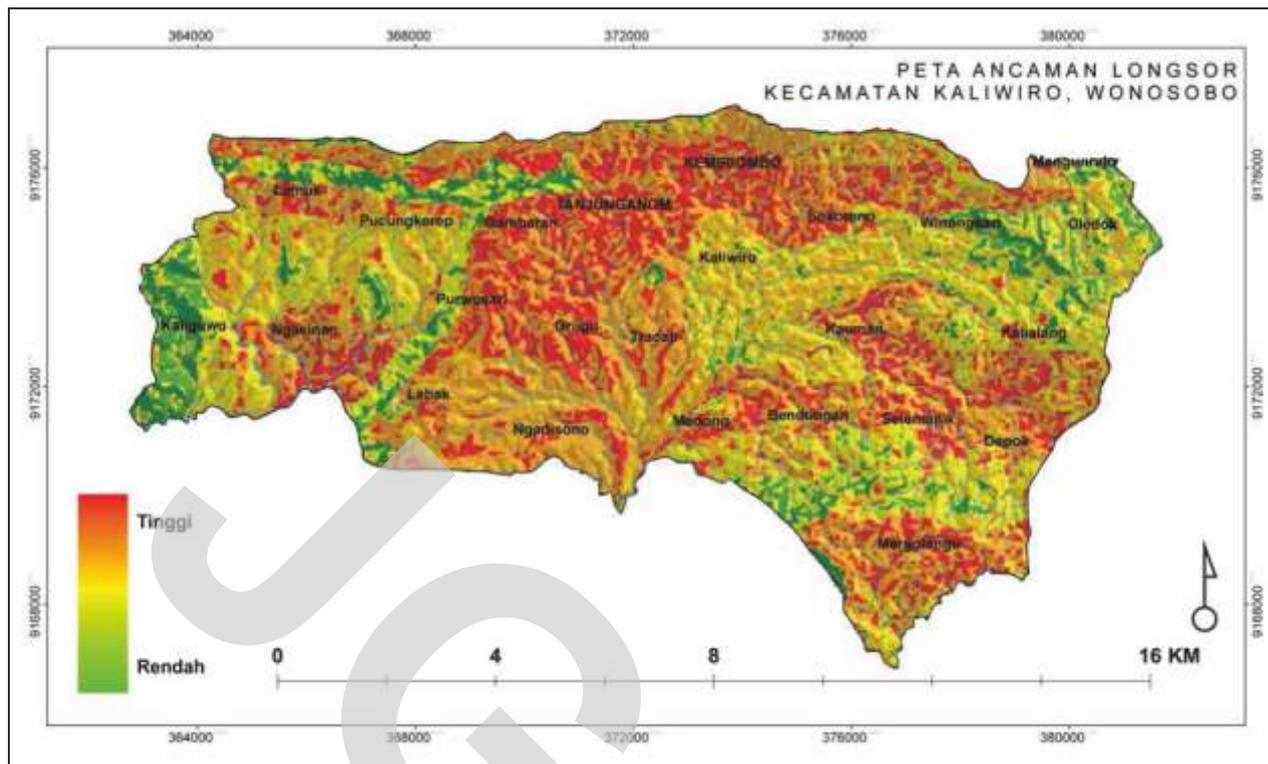
Kemiringan lereng menggunakan data Aster GDEM dengan resolusi 45 meter, namun untuk kesesuaian dengan data pengontrol lainnya maka dilakukan reklasifikasi menjadi spasial beresolusi 30 meter. Klasifikasi untuk kemiringan lereng ini dilakukan sebanyak 6 (enam) kelas. Penyebaran kelas ancaman tinggi untuk kriteria kemiringan lereng berada di Desa Mergolangu, Desa Lamuk, Desa Selomanik, Desa Depok, dan Desa Kalialang.

Kemiringan pada kelima desa tersebut sebagian besar memiliki kemiringan lebih dari 60%. Kriteria litologi Formasi Penosogan dan Formasi Waturanda merupakan

wilayah yang paling tinggi untuk terjadi ancaman longsor di Kecamatan Kaliwiro. Hasil survei lapangan pada kedua formasi ini ditemukan banyak terjadi longsor dengan intensitas yang berbeda. Desa yang sebagian besar memiliki formasi tersebut meliputi Desa Kemiriombo, Desa Tanjunganom, Desa Grugu. Sedangkan yang paling rendah untuk terjadinya ancaman longsor terdapat pada daerah alluvial dengan sebaran yang sangat kecil. Gambar 4 merupakan peta ancaman longsor di Kecamatan Kaliwiro.

Pada penelitian unit tanah ini didasarkan pada pendekatan bentuk lahan, dimana setiap unit memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Bentuk lahan serta kemiringan lereng sangat penting dalam pembeda satuan peta tanah karena merupakan suatu fase dalam taksonomi tanah (Puslitanak, 2004).

Salah satu data yang digunakan untuk menentukan ancaman dari kriteria tanah ini adalah *F_s* (*factor of safety*). Nilai satuan yang memiliki keragaman nilai



Gambar 4. Peta ancaman longsor di Kecamatan Kaliwiro

tersebut akan diklasifikasikan secara berurutan dari nilai yang terendah ke nilai tertinggi. Jenis penggunaan lahan yang hanya memiliki pengaruh terkecil yaitu sekitar 7,0% didasarkan pada pembebanan permukaan dan dari sisi tingkat kejenuhan air.

Lahan terbangun merupakan jenis penggunaan lahan yang memiliki nilai tertinggi untuk terjadinya ancaman longsor, yang disusul dengan jenis penggunaan lahan hutan. Hutan ini memiliki vegetasi yang tinggi, sehingga kemungkinan tersimpannya air dipermukaan sangatlah besar, sehingga hutan pada kemiringan lereng yang terjal sangat mudah untuk terjadinya ancaman longsor.

Kerentanan Longsor

Kerentanan longsor di Kecamatan Kaliwiro ini ditentukan oleh data sekunder berupa sosial kependudukan, ekonomi, dan lingkungan. Nilai tertinggi untuk penduduk terpapar (kepadatan penduduk, pra-sejahtera, penduduk cacat, rasio balita, dan rasio lansia) tertinggi berada di Desa Kaliwiro, Desa Kauman, Desa Lamuk, Desa Ngadisono, Desa Pucungkerap, Desa Tanjunganom, Desa Tracap, dan Desa Winongsari. Gambar 5 merupakan pengukuran, pengambilan sampel dan lokasi longsor di Kecamatan Kaliwiro.

Kejadian longsor yang ada di Kecamatan Kaliwiro ini terutama berada di Desa Kalialang, Desa Medono, Desa

Winongsari, Desa Depok dan Desa Ngasinan. Pada peta ancaman yang diperoleh hasil pemodelan ini menunjukkan bahwa lokasi-lokasi tersebut berada pada wilayah yang berwarna kuning-merah. Peta ancaman longsor di Kecamatan Kaliwiro ini sangat dipengaruhi oleh faktor kemiringan lereng, hasil yang menunjukkan kriteria ancaman longsor dengan kriteria tinggi (warna merah) sangat dipengaruhi oleh kemiringan lereng lebih dari 45. Sedangkan pada peta ancaman longsor dengan kriteria sedang (warna kuning) dipengaruhi oleh kemiringan lereng antara 30 - 40.

Faktor litologi yang mempengaruhi hasil peta ancaman longsor tinggi, sebagian besar karena pada daerah tersebut berada pada Formasi Waturanda. Selain itu ancaman longsor dari faktor litologi juga sangat dipengaruhi oleh Formasi Halang. Hal ini menunjukkan bahwa peta ancaman longsor di Kecamatan Kaliwiro ini sebagian besar memiliki ketepatan analisis.

Kerugian ekonomi (produksi sawah, jagung, dan ubi) apabila terjadi bencana longsor di Kecamatan Kaliwiro tertinggi terdapat di Desa Kaliguwo, Desa Kauman, Desa Lamuk, Desa Ngasinan, Desa Pucungkerap, Desa Selomanik, dan Winongsari. Desa-desa tersebut memiliki hasil pertanian produktif yang tinggi, sehingga desa-desa tersebut memiliki kerugian yang tinggi apabila longsor terjadi di Kecamatan Kaliwiro.

Tabel 2. Perhitungan laboratorium data fisik tanah

No.Sampel	Berat Isi gr/cm ³	Berat jenuh gr/cm ³	Berat unit air gr/cm ³	Cohesi	Sudut Geser (.o)	Teg. efektif kg/cm ²	Kuat Geser S (kg/cm ²)	Kemiringan (...o)	TAN Sudut Geser	COS Kemiringan	COS2 Kemiringan	SIN Kemiringan	Fs
KW01	1.516	1.180	0.629	0.186	20.50	1.068	0.469	52	0.374	0.616	0.379	0.788	0.74
KW02	1.371	1.857	0.524	0.182	19.30	0.984	0.408	67	0.350	0.391	0.153	0.921	0.99
KW05	1.307	0.633	0.506	0.186	12.12	0.683	0.187	72	0.215	0.309	0.095	0.951	0.65
KW06	1.292	1.520	0.520	0.206	12.96	0.795	0.230	56	0.230	0.559	0.312	0.829	2.49
KW07	1.354	1.549	0.549	0.203	20.18	1.110	0.433	59	0.368	0.515	0.265	0.857	1.99
KW08	1.495	1.617	0.617	0.214	19.12	1.059	0.442	70	0.347	0.342	0.117	0.939	0.74
KW09a	1.449	1.547	0.547	0.205	15.09	0.861	0.288	56	0.270	0.559	0.312	0.819	2.43
KW09b	1.230	1.509	0.509	0.174	21.24	1.059	0.480	49	0.389	0.656	0.430	0.754	3.41
KW012	1.433	1.570	0.570	0.222	15.12	0.913	0.306	52	0.270	0.616	0.379	0.788	3.08
KW013	1.221	1.494	0.484	0.327	707	0.853	0.146	63	0.124	0.454	0.206	0.891	1.70
KW014a	1.155	1.538	0.538	0.248	21.20	1.279	0.592	54	0.388	0.588	0.346	0.809	2.78
KW015	1.306	1.499	0.499	0.173	20.22	1.008	0.435	59	0.368	0.515	0.266	0.857	1.97
KW016	1.350	1.516	0.516	0.156	20.36	0.932	0.404	53	0.371	0.602	0.362	0.797	2.81
KW017	1.421	1.561	0.561	0.153	19.84	0.913	0.387	64	0.361	0.438	0.192	0.898	1.29
KW019	1.701	1.790	0.790	0.245	20.13	1.178	0.522	60	0.367	0.5	0.250	0.866	1.83
KW020	1.287	1.443	0.443	0.122	20.42	0.837	0.357	48	0.372	0.669	0.448	0.743	3.52

**Gambar 5.** Lokasi longsor dan pengambilan sampel tanah di Kecamatan Kaliwiro

Kerugian fisik pada penelitian ini difokuskan pada bangunan fisik berupa jumlah industri, sekolah, sarana umum, dan sarana ibadah. Kerugian dari faktor fisik tertinggi berada di Desa Kaliwiro, Desa Lamuk, Desa Medono, Desa Ngadisono, Desa Selomanik, dan Desa Tracap. Sedangkan kerugian lingkungan yang dihitung dari luasan sawah, hutan dan tegalan, berada di Desa Gambaran merupakan satu-satunya desa yang memiliki kerugian lingkungan paling rendah. Tabel 3 merupakan hasil perhitungan data statistik untuk kerentanan longsor di Kecamatan Kaliwiro.

Kapasitas Longsor

Perhitungan mengenai Indeks Kapasitas Bencana dilakukan dengan asumsi dasar bahwa kemampuan dari suatu wilayah dalam melakukan pencegahan minimal ketika terjadi suatu bencana. Gambar 6 merupakan indeks kerentanan bencana longsor dan indeks kapasitas bencana longsor di Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonosobo.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengolahan data berupa penggunaan pengetahuan, inovasi dan pendidikan untuk membangun ketahanan dan budaya aman dari bencana ; Mengurangi faktor-faktor risiko dasar ; Memperkuat kesiapsiagaan terhadap bencana demi respon yang efektif.

Data-data yang tersedia di setiap Kecamatan dalam angka yang bisa digunakan sebagai acuan antara lain

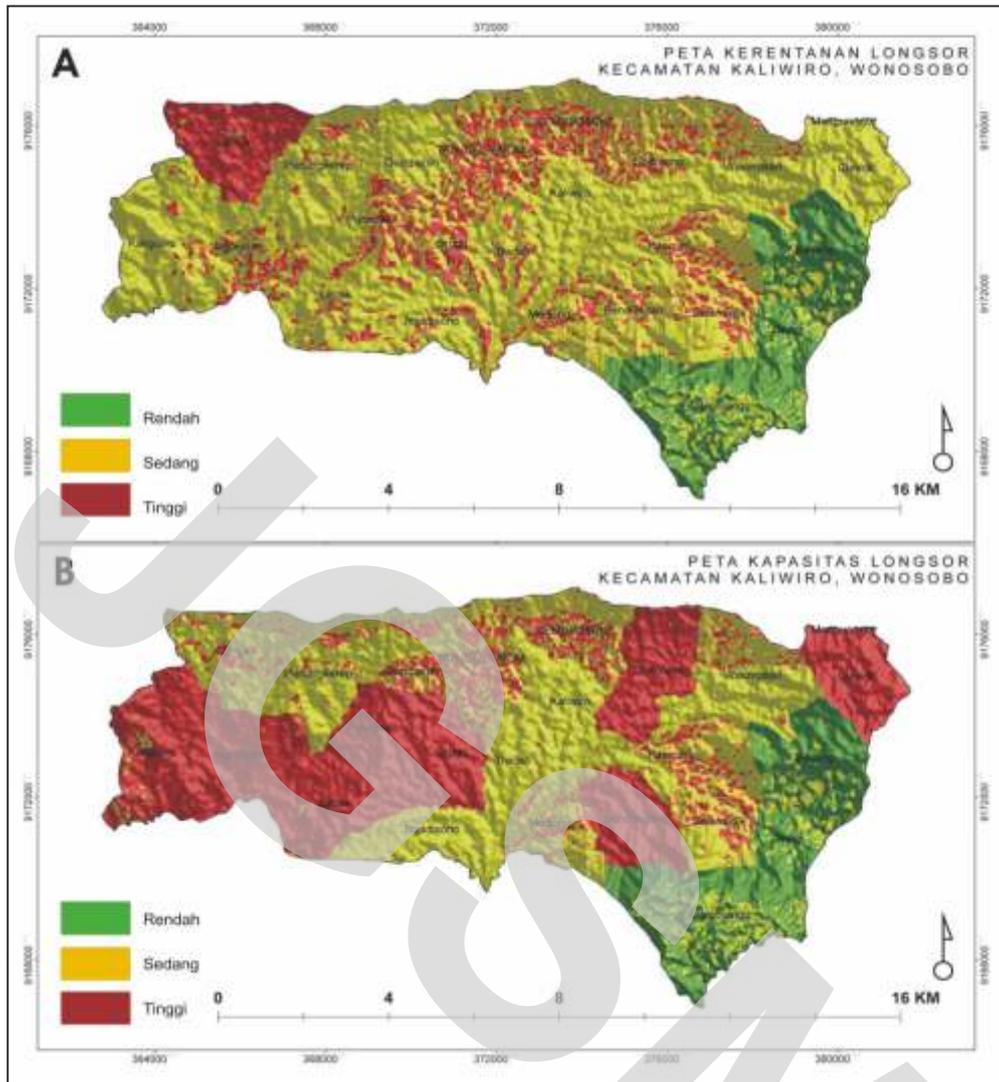
adalah data: banyaknya tenaga kesehatan, banyaknya jumlah guru sekolah, serta sarana transportasi masal komersil dan non-komersil. Banyaknya tenaga kesehatan tersebut memberikan asumsi bahwa semakin banyak tenaga kesehatan di desa tersebut maka semakin tinggi kapasitasnya dalam kebencanaan, dengan adanya tenaga kesehatan dapat memberikan pertolongan pertama ketika terjadinya bencana. Tabel 3 merupakan rincian perhitungan dalam indeks kapasitas kebencanaan.

Hasil berupa peta ancaman longsor, peta indeks kerentanan longsor, dan peta indeks kapasitas longsor dilakukan tumpang susun sehingga diperoleh peta risiko longsor di Kecamatan Kaliwiro (Gambar 7).

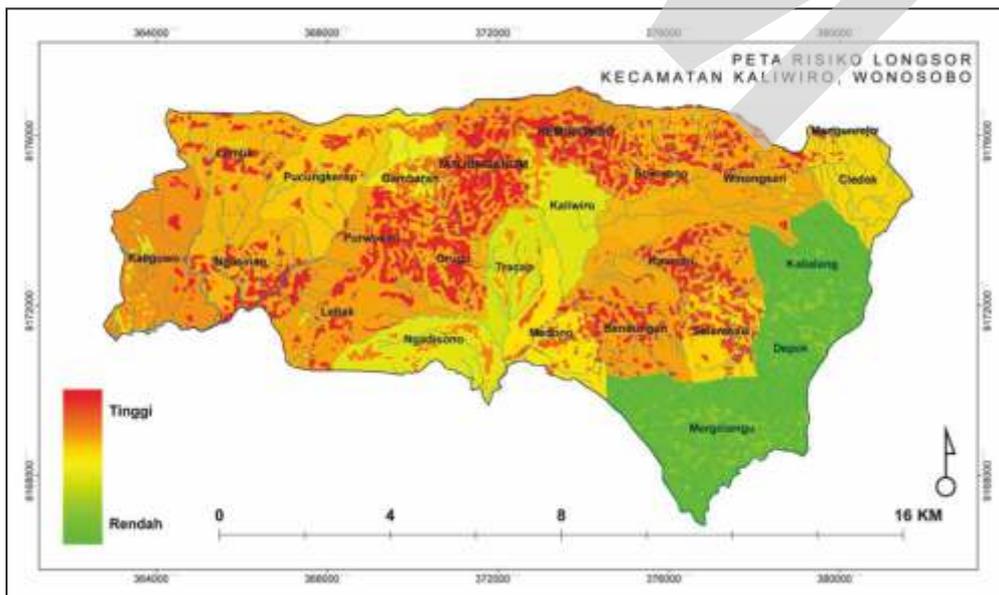
Desa-desa yang memiliki risiko longsor tinggi, paling banyak tersebar di Desa Grugu, Purwosari, Desa Tanjunganom, Desa Ngasinan, Desa Kauman, dan Desa Bendungan. Sedangkan Desa Kaliguwo, Desa Lebak, Desa Sukoreno, dan Desa Winingsari cenderung tinggi ke sedang. Desa Mergolangu, Desa Depok, dan Desa Kalialang meskipun daerah memiliki topografi berbukit dengan kemiringan lereng terjal, serta memiliki ancaman longsor tinggi namun memiliki tingkat risiko yang rendah. Hal tersebut dikarenakan kepadatan penduduk yang relatif sedikit dibandingkan dengan desa-desa lainnya dan juga kerugian yang ditimbulkan juga tidak relatif besar. Sehingga apabila terjadi longsor tidak banyak terjadi korban serta kerugian yang ditimbulkan juga relatif sedikit.

Tabel 3. Tabulasi statistik kapasitas longsor di Kecamatan Kaliwiro

Desa	Tenaga kesehatan	40%	Tenaga Pendidik	30%	Sarana Transportasi	30%	Indeks Kapasitas	Kriteria
Ngadisono	3	1.2	3	0.9	3	0.9	3	Sangat baik
Medono	2	0.8	2	0.6	2	0.6	2	Baik
Bendungan	2	0.8	1	0.3	1	0.3	1.4	Sedang
Selomanik	2	0.8	3	0.9	1	0.3	2	Sedang
Kauman	2	0.8	2	0.6	3	0.9	2.3	Baik
Kaliwiro	3	1.2	3	0.9	3	0.9	3	Sangat baik
Tracap	3	1.2	2	0.6	3	0.9	2.7	Baik
Grugu	2	0.8	2	0.6	1	0.3	1.7	Sedang
Purwosari	2	0.8	1	0.3	1	0.3	1.4	Sedang
Lebak	1	0.4	1	0.3	1	0.3	1	Buruk
Ngasinan	2	0.8	1	0.3	1	0.3	1.4	Sedang
Kaliguwo	2	0.8	1	0.3	1	0.3	1.4	Sedang
Lamuk	2	0.8	2	0.6	2	0.6	2	Sedang
Pucungkerep	2	0.8	2	0.6	2	0.6	2	Sedang
Gambaran	2	0.8	2	0.6	2	0.6	2	Sedang
Tanjunganom	2	0.8	3	0.9	3	0.9	2.6	Baik
Sukoreno	2	0.8	1	0.3	2	0.6	1.7	Sedang
Winingsari	2	0.8	2	0.6	3	0.9	2.3	Baik
Cledok	1	0.4	2	0.6	1	0.3	1.3	Sedang



Gambar 6. Indeks longsor di Kecamatan Kaliwiro (A. kerentanan longsor; B. Kapasitas longsor)



Gambar 7. Peta risiko longsor di Kecamatan Kaliwiro

KESIMPULAN

Pada pemodelan risiko longsor di Kecamatan Kaliwiro ini, faktor pengontrol seperti kemiringan lereng memiliki pengaruh paling tinggi yaitu sebesar 46%, sedangkan kriteria litologi memiliki pengaruh sebesar 31%. Karakteristik tanah (nilai factor of safety) memiliki pengaruh sekitar 16% dan jenis penggunaan lahan hanya memiliki pengaruh sekitar 7%.

Ancaman longsor tertinggi berada di Desa Grugu, kemudian Desa Purwosari dan Tanjunganom juga relatif tinggi. Pada kerentanan longsor dengan tingkatan paling tinggi berada di Desa Lamuk, desa lainnya di Kecamatan Kaliwiro yang relatif tinggi kerentanannya berada di Desa Kemiriombo, Sokoreno, Tanjunganom, Purwosari, Grugu, Selomanik, dan Desa Kamuman. Sedangkan tingkat kapasitas longsor yang baik berada di Desa Kalialang, Desa Depok, dan Desa Mergolangu.

Hubungan atau pengaruh kondisi sosial- masyarakat terhadap risiko longsor di Kecamatan Kaliwiro ini sangat tinggi. Daerah dengan dengan tingkat ancaman

longsor tinggi, namun kondisi sosial-masyarakat memiliki kapasitas longsor yang baik maka risiko longsor dapat diturunkan, seperti halnya pada Desa Mergolangu Kecamatan Kaliwiro.

Risiko longsor yang terjadi dengan tingkatan tinggi di Kecamatan Kaliwiro ini berada di Desa Kemiriombo, Tanjunganom, Purwosari, Grugu, Ngasinan, dan Desa Kauman. Daerah tersebut merupakan daerah dengan ancaman longsor sedang hingga tinggi dan kerugian sosial maupun fisik yang tinggi dengan kapasitas penduduk yang relatif rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Infomasi dan Konservasi Kebumian – LIPI atas pendanaannya sehingga makalah ini dapat terselesaikan, selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada BAPPEDA Wonosobo atas tambahan data sekunder dan informasi kejadian longsor di Kecamatan Kaliwiro.

ACUAN

- Anonimus., 2008. Disaster Risk Reduction Strategies and Risk Management Practices: Critical Elements for Adaptation to Climate Change. The Informal Taskforce on climate change of the Inter-Agency Standing Committee. <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/7602>
- Anonimus., 2015. Uji Laboratorium Tanah Kecamatan Kaliwiro. CV Reka Ardhi, Bandung (Tidak terbit).
- Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., dan Gafoer, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa, Lembar 1401-1, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bammelen, R. W., 1949. *The Geology of Indonesia*, vol IA, The Haque Martinus Nijhoff, Amsterdam, 732 p.
- BIG., 2001. *Peta Rupa Bumi Indonesia, Kaliwiro, Lembar 1408-421, Skala 1:25000*. Badan Informasi Geospasial, Cibinong.
- BNPB., 2012. *Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. Perka BNPB No.2 Tahun 2012, Jakarta.
- BPS., 2015. *Kecamatan Kaliwiro dalam Angka Tahun 2015*. Badan Pusat Statistik, Kabupaten Wonosobo.
- Cardinali, M., Reichenbach, P., Guzzetti, F., Ardizzone, F., Antonini, G., Galli, M., Cacciano, M., Castellani, M., and Salvati, P., 2002. A Geomorphological Approach to The Estimation of Landslide Hazards and Risks in Umbria, Central Italy. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2: 57-72
- Condon, W. H. Pardyanto, L. Ketner, K. B. Amin, T. C. Gafoer, S. Samodra, H., 1996. *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Lembar 1408-4 dan 1409-1, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Cutter, S.L., Mitchell, J.T., dan Scott, M.S., 2000. Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4):713–737
- Daia, F.C., Lee, C.F., dan Ngai, Y.Y., 2001. Landslide risk assessment and management: an overview. *Engineering Geology*, 64 (2002) 65–87
- Fell R., Ho K.K.S., Lacasse S. dan Leroi E., 2005. A framework for landslide risk assessment and management. *Proc. International Conference on Landslide Risk Management*. Taylor & Francis. London. 3-25.
- Karnawati, D., 2002. Pengenalan Daerah Rentan Gerakan Tanah dan Upaya Mitigasinya. *Seminar Nasional Mitigasi*

- Bencana Alam Tanah Longsor*. Pusat Studi Kebumian Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro, Semarang.
- Lihawa, F., Patuti, I., dan Nurfaika., (2014). Sebaran Aspek Keruangan Tipe Longsoran di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 277-285.
- Mansor, S., Shariah, M. A., Billa, L., Setiawan, I., & Jabar, F., 2004. Spatial Technology for Risk Management. Geoinformation for the Public, *FIG Working Week 2004*, May 22-27, 2004. Athens, Greece.
- Puslitanak, 2004., *Petunjuk Teknis Pengamatan Tanah*. Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor
- Raharjo, P.D., Hidayat, E., Winduhutomo, S., Widiyanto, K., & Puswanto, E., 2014. Penggunaan Model Analytic Hierarchy Process untuk Penentuan Potensi Ancaman Longsor Secara Spasial. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Geoteknologi LIPI 2014*. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Bandung, 513-525.
- Raharjo, P.D., & Winduhutomo, S., 2016. Kondisi Sosial-Masyarakat Pada Karakteristik Fisik Lingkungan dalam Mempengaruhi Risiko Longsor di Karangasambung-Kebumen. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol. 23(1), 1-11.
- Roberts, N., 2009. Culture and Landslide Risk in The Central Andes of Bolivia and Peru. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, 54(1): 55-59.
- Santha., S.D and Sreedharan, R.K., 2010. Population Vulnerability and Disaster Risk Reduction: A Situation Analysis Among The Landslide Affected Communities in Kerala, India. *Journal of Disaster Risk Studies*, 3(1):367-380.
- Sopheap, L., Karnawati1, D., Aoki, K., dan Fathani, T.F., 2007. Landslide Risk Assessment at Piyungan - Patuk Area, Yogyakarta Special Province, Indonesia. *Proc.The 32nd HAGI, The 36th IAGI, and The 29th IATMI Annual Conference and Exhibition*, Bali.