

STUDI POTENSI TANAH LONGSOR DAN UPAYA PENGENDALIANNYA DI WILAYAH SUB DAS KOTO HULU

Arif Rahmad Darmawan¹, Mohammad Sholichin², Lily Montarjih Limantara², Ussy Andawayanti²

¹Mahasiswa Program Magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

Abstrak: Tanah longsor sering terjadi di Sub DAS Koto Hulu. Untuk mengantisipasi terjadinya tanah longsor di masa mendatang, maka dibuatlah peta kerentanan tanah longsor yang menunjukkan daerah berpotensi longsor. Delapan peta tematik sebagai parameter formula kerentanan tanah longsor dipergunakan untuk mengembangkan sebuah peta kerentanan tanah longsor yang meliputi hujan tiga harian kumulatif maksimum, kemiringan lereng, geologi batuan, keberadaan patahan, kedalaman tanah regolit, penggunaan lahan, keberadaan infrastruktur jalan, dan kepadatan penduduk. Penentuan nilai kerentanan merupakan hasil penjumlahan dari perkalian skor tiap parameter dengan bobot masing-masing parameter. Berdasarkan nilai kerentanan, peta kerentanan tanah longsor dihasilkan dari analisa *overlay* hasil perkalian skor dan bobot kedelapan parameter dengan program Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian ini adalah potensi tanah longsor di Sub DAS Koto Hulu terdiri dari tidak rentansebesar 1,24%, agak rentan sebesar 12,12%, sedang sebesar 84,17%, dan rentan sebesar 2,38%, sedangkan yang sangat rentan ada tapi sangat kecil. Upaya pengendalian tanah longsor dibedakan menjadi penanganan jangka pendek dengan metode mekanis sesuai dengan tingkat kerentanannya dan penanganan jangka panjang dengan metode vegetatif sesuai dengan fungsi kawasan dan tingkat kerentanannya.

Kata Kunci: potensi tanah longsor, formula kerentanan tanah longsor, upaya pengendalian

Abstract: Landslides often occur in the Upper Koto sub watershed. To anticipate the future landslide, the landslide susceptibility map was made that show the landslide potential areas. Eight thematic maps as landslide susceptibility formula parameters used to develop a landslide susceptibility map that includes three daily maximum cumulative rainfall, slope, geology rocks, the presence of faults, regolith soil depth, land use, the presence of road infrastructure, and population density. Determination of susceptibility value is the sum of the multiplying of scores for each parameter with the weight of each parameter. Based on the value of vulnerability, landslide susceptibility maps generated from the overlay analysis of the multiplication results of the score and weight of the eighth parameters with the Geographic Information Systems (GIS) program. The results of this study is the potential for landslides in the Upper Koto sub watershed consists of not susceptible at 1.24%, slightly susceptible at 12.12%, moderately susceptible 84.17%, and susceptible at 2.38%, so do very vulnerable while there but very small. Landslide control efforts can be divided into short-term treatment with mechanical methods in accordance with the level of susceptibility and long-term treatment with vegetative methods in accordance with the area function and the level of susceptibility.

Keyword: potential landslides, landslide susceptibility formula, control efforts

Penurunan daya dukung dan fungsi lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia telah teridentifikasi seperti ditunjukkan dengan sering terjadinya bencana banjir, erosi, sedimentasi, dan tanah longsor (Paimin, 2010). Proses terjadinya tanah longsor (*landslide*) berhubungan dengan berbagai faktor seperti

geologi, geomorfologi, tanah, litologi, hujan, dan tutupan lahan (*land cover*). Mempelajari hubungan antara tanah longsor (*landslide*) dan faktor penyebabnya tidak hanya membantu memahami dan memecahkan mekanisme longsor itu sendiri, tapi juga membentuk dasar untuk memprediksi kemungkinan ter-

jadinya tanah longsor di masa depan. Sub DAS Konto merupakan salah satu bagian dari DAS Brantas dengan sungai utama Kali Konto bagian hulu yang bermuara di waduk Selorejo, Kabupaten Malang dan bagian hilir bermuara di Kali Brantas. Pada Sub DAS Konto hulu selama ini pada masa musim penghujan sering kali terjadi tanah longsor terutama di sepanjang jalan Batu-Jombang/Kediri. Data dari dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Malang 2008–2028 menyebutkan bahwa pernah terjadi tanah longsor di DAS Konto, yaitu di Desa Purwo-rejo, Jombok, dan Mulyorejo Kecamatan Ngantang, juga Desa Pait dan Wonoagung Kecamatan Kasembon, serta Desa Bendosari, Tawangsari, dan Sukorejo Kecamatan Pujon. Upaya antisipasi dalam menekan kerawanan tanah longsor pada wilayah dengan karakteristik fisiografis perbukitan dapat dilakukan melalui upaya pengelolaan lahan yang bijaksana. Perlu dilakukan penelitian mengenai tingkat kerentanan daerah berpotensi terjadi tanah longsor yang kemudian dituangkan dalam bentuk peta tingkat kerentanan tanah longsor sebagai sarana mitigasi bencana serta menemukan upaya pencegahan dan pengendaliannya dengan pendekatan konservasi tanah dan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa potensi tanah longsor berdasarkan parameter penentunya di wilayah Sub DAS Konto hulu, mengembangkan model spasial (peta) kerentanan tanah longsor di wilayah Sub DAS Konto hulu, dan mendapatkan upaya-upaya untuk mengendalikan potensi tanah longsor di wilayah Sub DAS Konto hulu.

LANDASAN TEORI

Tanah longsor adalah gerakan menuruni atau keluar lereng oleh massa tanah atau batuan penyusun lereng, ataupun percampuran keduanya sebagai bahan rombakan, akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. (Karnawati, 2005). Faktor-faktor penyebab tanah longsor menurut Zaruba dan Menel (1982) adalah perubahan gradien lereng, kelebihan beban, getaran atau guncangan, perubahan kandungan air, pengaruh air tanah, pelapukan dan pengaruh vegetasi. Arsyad (1989) menyebutkan ada tiga faktor penyebab, yaitu (1) keadaan lereng yang curam sehingga tanah akan meluncur ke bawah, (2) lapisan di bawah yang agak kedap air dan relatif lunak sebagai bidang peluncur, (3) terdapatnya air cukup banyak di dalam tanah sehingga lapisan tanah tepat di atas lapisan yang kedap air tadi jenuh. Sutikno (1987) mengemukakan parameter-parameter geomorfologi dan aspek lingkungan yang terkait tanah longsor yaitu (1) topografi/relief,

(2) material/litologi, (3) stratigrafi, (4) struktur geologi, (5) iklim, (6) organik, dan (7) aktifitas manusia. Karnawati, (2005) menjelaskan bahwa terjadinya longsor karena adanya faktor-faktor pengontrol gerakan di antaranya geomorfologi, geologi, geohidrologi, dan tata guna lahan, serta adanya proses-proses pemicu gerakan seperti, infiltrasi air ke dalam lereng, getaran, dan aktivitas manusia. Hujan pemicu gerakan tanah adalah hujan yang mempunyai curah tertentu dan berlangsung selama periode waktu tertentu, sehingga air yang di curahkannya dapat meresap ke dalam lereng dan mendorong massa tanah untuk longsor.

Formula Kerentanan Tanah Longsor

Pada formula ini disebutkan bahwa nilai kerentanan tanah longsor didasarkan pada 8 faktor pembobotan yang sesuai dengan tingkat pengaruh 8 macam parameter penentu kerentanan tanah longsor yang mana diberikan suatu nilai antara 1-5 untuk tiap parameter, tergantung oleh kondisi lokal daerah tersebut. Kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan Nilai Kerentanan (1).

Formula kerentanan tanah longsor memiliki delapan (8) parameter yaitu: Hujan 3 harian kumulatif maksimum, Kemiringan Lereng, Geologi batuan, Keberadaan Patahan, Kedalaman tanah regolit, Penggunaan lahan, Keberadaan Infrastruktur jalan, dan Kepadatan Penduduk, di mana masing-masing memiliki nilai bobot merupakan faktor pemberat dari masing-masing parameter. Dari nilai hasil perhitungan tersebut kemudian didapatkan suatu angka (nilai), sehingga diketahui tingkat potensi kerentanan tanah longsor. Sedangkan skor untuk masing-masing parameter bisa dilihat pada Tabel 1 s/d Tabel 8, sedangkan untuk bobot tiap parameter ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 1. Hujan 3 Harian Kumulatif Maks.

| Hujan 3 Harian Kumulatif Maksimum (mm) | Skor |
|--|------|
| < 50 | 1 |
| 50 – 99 | 2 |
| 100 – 199 | 3 |
| 200 – 300 | 4 |
| > 300 | 5 |

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Tabel 2. Kemiringan Lereng.

| Kemiringan Lereng (%) | Skor |
|-----------------------|------|
| < 25 | 1 |
| 25 – 44 | 2 |
| 45 – 64 | 3 |
| 65 – 85 | 4 |
| > 85 | 5 |

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Tabel 3. Geologi Batuan.

| Tipe Batuan | Skor |
|------------------------------|------|
| Dataran Aluvial | 1 |
| Perbukitan Kapur | 2 |
| Perbukitan Granit | 3 |
| Perbukitan Bat.Sedimen | 4 |
| Bkt Basal- <i>Clay Shale</i> | 5 |

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Tabel 4. Keberadaan Patahan/Sesar/Gawir.

| Patahan/Sesar/Gawir | Skor |
|---------------------|------|
| Tidak ada | 1 |
| Ada | 5 |

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Tabel 5. Kedalaman Tanah Regolit.

| Kedalaman Regolit (m) | Skor |
|-----------------------|------|
| < 1 | 1 |
| 1 – 2 | 2 |
| 2 – 3 | 3 |
| 3 – 5 | 4 |
| > 5 | 5 |

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Tabel 6. Penggunaan Lahan.

| Penggunaan Lahan | Skor |
|------------------------|------|
| Hutan Alam | 1 |
| HutanRakyat/Perkebunan | 2 |
| Semak/Blkar/Rumput | 3 |
| Tegal/Pekarangan | 4 |
| Sawah/Pemukiman | 5 |

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Tabel 7. Infrastruktur Jalan.

| Keberadaan Jalan | Skor |
|---------------------------------|------|
| Tidak ada jalan memotong lereng | 1 |
| Ada jalan memotong lereng | 5 |

*(jika lereng <25%, maka skor = 1)

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Tabel 8. Kepadatan Penduduk.

| Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²) | Skor |
|--|------|
| < 2000 | 1 |
| 2000 – 5000 | 2 |
| 5000 – 10000 | 3 |
| 10000 – 15000 | 4 |
| >15000 | 5 |

*(jika lereng <25%, maka skor = 1)

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Persamaan untuk menentukan Nilai Kerentanan adalah:

Nilai kerentanan =

$$\Sigma (\text{skor parameter} \times \text{bobot parameter}) \quad (1)$$

Dari penjumlahan hasil perkalian skor dengan bobot setiap parameter tanah longsor akan didapatkan

Tabel 9. Pembobotan Parameter.

| Parameter | Bobot (%) |
|--------------------------|-----------|
| Hujan 3 Harian Kum.Maks. | 25 |
| Kemiringan Lereng | 15 |
| Geologi Batuan | 10 |
| Keberadaan Patahan | 5 |
| Kedalaman Tanah Regolit | 5 |
| Penggunaan Lahan | 20 |
| Infrastruktur Jalan | 15 |
| Kepadatan Penduduk | 5 |
| Jumlah | 100 |

Sumber: Paimin dkk. (2012)

nilai kerentanan yang merupakan gambaran tingkat kerentanan terjadinya tanah longsor di suatu area. Kemudian akan dilakukan pengidentifikasian area studi yang rentan terhadap tanah longsor. Semakin tinggi nilai dari nilai kerentanan, maka semakin besar kerentanan suatu area untuk terjadi tanah longsor.

Tabel 10. Kriteria Tingkat Kerentanan.

| Kategori Potensi | Nilai | Tingkat Kerentanan |
|------------------|-----------|--------------------|
| Sangat Tinggi | > 4.3 | Sangat rentan |
| Tinggi | 3.5 – 4.3 | Rentan |
| Sedang | 2.6 – 3.4 | Sedang |
| Rendah | 1.7 – 2.5 | Agak rentan |
| Sangat Rendah | < 1.7 | Tidak rentan |

Sumber: Paimin dkk. (2012)

Daerah yang memiliki nilai kerentanan yang tinggi termasuk dalam daerah yang sangat rentan untuk terjadi tanah longsor. Pada daerah yang memiliki nilai kerentanan rendah juga berpotensi terjadi tanah longsor, namun tingkat kerentanannya masih lebih rendah dibandingkan daerah dengan nilai kerentanan tinggi.

Metode Pengendalian Tanah Longsor

Metode pengendalian tanah longsor dapat dilakukan dengan metode mekanis dan metode vegetatif. Hal ini disesuaikan dengan tingkat urgensi dan skala prioritas penanganan. Pengendalian tanah longsor secara mekanis pada umumnya dilakukan untuk mereduksi gaya-gaya yang menggerakkan, menambah tahanan geser tanah atau keduanya. Gaya-gaya yang menahan gerakan longsor dapat ditambah dengan cara (Abramson dkk, dalam Hardiyatmo, 2012): (1) Drainase yang menambah kuat geser tanah; (2) Menghilangkan lapisan lemah atau zona berpotensi longsor yang lain; (3) Membangun struktur penahan atau sejenisnya; (4) Melakukan perkuatan tanah di tempat; (5) Penanganan secara kimia atau yang lain (misalnya mengeraskan tanah untuk menambah kuat geser tanah.

Sedangkan menurut Hardiyatmo (2012), beberapa metode untuk memperbaiki stabilitas lereng antara lain: (A) Merubah geometri lereng; (1) Melandaikan kemiringan lereng; (2) Pembuatan teras bangku (*benching*); (B) Mengontrol drainase dan rembesan; (1) Drainase air permukaan; (a) Parit permukaan; (b) Pengalihan aliran air permukaan; (c) Penutupan sambungan, retakan, dan celah; (d) Perataan permukaan lereng agar tidak ada genangan air; (e) Perkerasan permukaan lereng dengan bahan kedap air; (f) Penanaman tumbuh-tumbuhan (*seedling*); (2) Drainase di bawah permukaan; (a) Drainase horizontal; (b) Lapisan drainase (*drainage blanket*); (c) Drainase pemotong (*cut off drain*); (d) Sumur drainase vertikal (*vertical drain well*); (C) Pembuatan struktur sipil untuk stabilisasi; (1) Struktur berm; (2) Parit geser; (3) Dinding penahan; (4) Tiang-tiang/terucuk; (D) Pembongkaran dan pemindahan material lereng yang rentan; (E) Perlindungan permukaan lereng; (1) *Shotcrete* atau plester chunam; (2) Pasangan batu (*masonry blocks*) atau riprap.

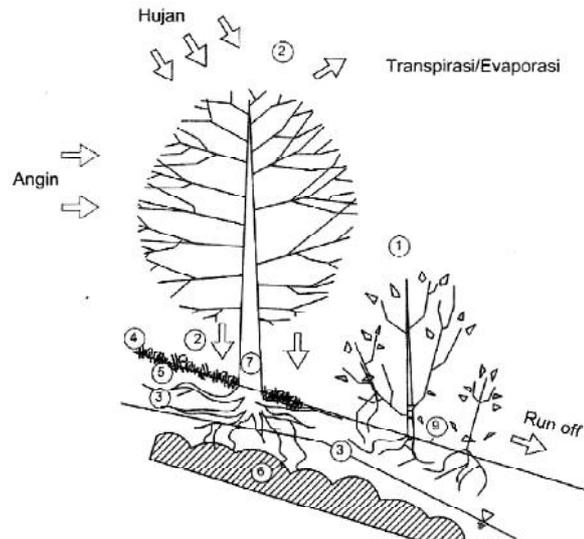
Metode pengendalian tanah longsor dengan vegetatif adalah dengan memanfaatkan kemampuan tumbuh-tumbuhan dalam stabilisasi lereng. Tumbuh-tumbuhan dapat mempengaruhi stabilitas lereng. Perkuatan lereng yang paling efektif oleh tumbuh-tumbuhan adalah bila akar-akar menembus tanah sampai ujungnya menembus retakan atau rekahan batuan dasar atau bila akar-akar menembus tanah kuat yang dalam. Pemilihan tipe tumbuh-tumbuhan untuk kestabilan lereng sangat penting, misalnya tanaman rumput yang rapat dengan akar yang dangkal sangat baik untuk menahan erosi. Sebaliknya, akar pohon-pohonan yang dalam dapat memperkuat lereng, terutama untuk mencegah longsor dangkal (Hardiyatmo, 2012).

Greenway (1987) menunjukkan pengaruh hidromekanik tumbuhan terhadap stabilitas massa tanah seperti pada Gambar 1 dan tabel berikut.

Manajemen Pengelolaan Das

Menurut UU 7/2004 dan PP 76/2008 DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Salah satu bentuk manajemen pengelolaan DAS adalah dengan membagi wilayah DAS menjadi tiga kawasan sesuai fungsinya. Disebut analisa fungsi ka-



Gambar 1. Pengaruh hidromekanik tumbuhan pada stabilitas lereng.

Sumber: Greenway, 1987

wasan karena digunakan untuk mengetahui fungsi kawasan dari suatu wilayah berdasarkan kondisi fisik yang terdiri dari tiga buah variabel yaitu jenis tanah, kemiringan lereng, dan curah hujan. Dasar peraturan yang dipergunakan untuk analisa fungsi kawasan adalah SK Menteri Pertanian No. 837/Kpts/UM/II/1980 dan No. 683/Kpts/UM/II/1981 tentang kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung dan hutan produksi. Kemudian dimodifikasi menjadi metode analisa fungsi kawasan dalam Asdak (2002). Pendekatan ideal untuk suatu DAS bisa dengan membagi fungsi kawasan sebagai: kawasan Lindung, yaitu kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian Lingkungan Hidup yang mencakup sumber alam, sumber daya buatan dan nilai sejarah serta budaya bangsa guna kepentingan Pembangunan berkelanjutan (Keppres No 32/1990).

Kawasan Penyangga, yaitu kawasan yang ditetapkan untuk menopang keberadaan kawasan lindung sehingga fungsi lindungnya tetap terjaga. Dimana hanya kegiatan-kegiatan yang sesuai dengan tujuan konservasi yang dapat dilakukan. Kawasan penyangga ini merupakan batas antara kawasan lindung dan kawasan budidaya. Penggunaan lahan yang diperbolehkan hutan tanaman rakyat atau kebun dengan sistem wanatani dengan pengolahan lahan sangat minim.

Kawasan Budidaya, yaitu wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk dibudidayakan atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, dan sumber daya buatan (Permen PU No. 41/PRT/M/2007).

Kriteria dalam menentukan suatu kawasan itu sebagai kawasan lindung, penyangga atau budidaya adalah berdasarkan karakteristik fisik dasar, yaitu: (a) Topografi: Untuk melihat sisi kelerengan/ketinggian lahan; (b) Jenis tanah: Menyangkut masalah kepekaan tanah terhadap erosi atau bahaya tanah longsor; (c) Iklim/curah hujan: Identifikasi curah hujan sehingga diketahui kapasitas hujan.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari instansi-instansi terkait, data-data yang dibutuhkan antara lain seperti pada Tabel 16.

Pengumpulan data dilakukan langsung dari instansi sumber data terkait, yang selanjutnya dianalisis. Tahap selanjutnya adalah inventarisasi pustaka terkait yaitu terutama yang makah sejenis sebagai bahan pertimbangan.

Data sekunder kemudian dianalisis dengan memakai Formula kerentanan tanah longsor. Kemudian dilakukan analisa overlay, hingga didapatkan peta kerentanan tanah longsor dengan program SIG.

Tabel 11. Proses Pengumpulan Data.

| Parameter | Data | Metode | Sumber |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| Hujan 3 harian kumulatif maksimum | Lokasi Stasiun Hujan dan Data Hujan | Pengumpulan data sekunder | BBWS Brantas |
| Kemiringan lereng | Peta topografi | Pengumpulan data sekunder | BBWS Brantas |
| Geologi Batuan | Peta geologi | Pengumpulan data sekunder | BP DAS Brantas |
| Keberadaan Patahan | Peta geologi | Pengumpulan data sekunder | BP DAS Brantas |
| Kedalaman tanah regolit | Peta kedalaman tanah | Pengumpulan data sekunder | BP DAS Brantas |
| Penggunaan lahan | Peta penggunaan lahan | Pengumpulan data sekunder | BP DAS Brantas |
| Infrastruktur jalan | Peta jalan | Pengumpulan data sekunder | BAPPEDA Kab. Malang |
| Kepadatan penduduk | Peta Desa dan Data Penduduk | Pengumpulan data sekunder | BAPPEDA Kab. Malang |

HASIL DAN PEMBAHASAN

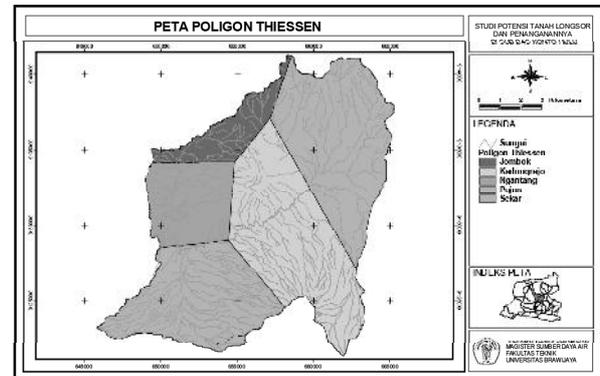
Dari proses pengolahan data dan identifikasi dari tiap-tiap parameter tanah longsor, maka akan diketahui skor dari tiap parameter. Nilai bobotnya untuk tiap-tiap parameter tidak akan berubah karena nilai

ini sudah ditetapkan dan ini merupakan intisari dari formula penentu kerentanan tanah longsor tersebut.

Parameter hujan 3 harian kumulatif maksimum didapatkan dari pengolahan data hujan harian mulai tahun 2000–2011 pada 5 stasiun hujan yaitu Jombok, Kedungrejo, Ngantang, Pujon dan Sekar. Sebelum diolah, data hujan diuji terhadap homogenitas dan konsistensinya.

Peta poligon *Thiessen* dihasilkan dari analisa dengan bantuan program *ArcView 3.2*. Peta lokasi stasiun hujan yang ada di wilayah Sub DAS Konto hulu dimasukkan dalam program *ArcView* dan dilakukan analisa poligon *Thiessen* sehingga didapatkan peta poligon *Thiessen* seperti Gambar 2.

Analisa hujan tiga harian kumulatif maksimum dilakukan pada setiap stasiun hujan yaitu Stasiun Jombok, Stasiun Kedungrejo, Stasiun Ngantang, Stasiun Pujon dan Stasiun Sekar.



Gambar 2. Peta Poligon Thiessen.

Setiap nilai skor dari masing-masing stasiun akan dikalikan dengan bobot parameter hujan tiga harian yaitu 25%. Dari hasil perkalian tersebut maka akan didapatkan nilai *rating*. Nilai *rating* ini yang akan menjadi dasar analisa *overlay*.

Tabel 12. Hasil Skoring Parameter Hujan Tiga Harian Kumulatif.

| Nama Stasiun | Hujan 3 Harian | Skor | Rating |
|--------------|----------------|------|--------|
| Jombok | 295 | 4 | 1.00 |
| Kedungrejo | 301 | 5 | 1.25 |
| Ngantang | 265 | 4 | 1.00 |
| Pujon | 302 | 5 | 1.25 |
| Sekar | 246 | 4 | 1.00 |

Sumber: Hasil analisa

Parameter kemiringan lereng juga didapatkan dari pengolahan peta topografi yang dijadikan DEM dengan program *ArcView* hingga dapat diklasifikasikan lagi klas lerengnya sesuai kebutuhan. Hasil skoringnya seperti tabel berikut.

Tabel 13. Hasil Skoring Parameter Kemiringan Lereng.

| Kemiringan Lereng | Tingkat Resiko | Skor | Rating |
|-------------------|----------------|------|--------|
| 0 – 24% | Sangat rendah | 1 | 0.15 |
| 25 – 44% | Rendah | 2 | 0.30 |
| 45 – 64% | Sedang | 3 | 0.45 |
| 65 – 85% | Tinggi | 4 | 0.60 |
| > 85% | Sangat tinggi | 5 | 0.75 |

Sumber: Hasil analisa

Parameter geologi batuan menggambarkan kondisi batuan yang ada di daerah penelitian Sub DAS Konto Hulu. Pada daerah penelitian Sub DAS Konto hulu ini terdapat tiga jenis batuan induk yaitu Alluvial, Sedimen, dan Basalt. Skoring parameter geologi batuan

Tabel 14. Hasil Skoring Parameter Geologi Batuan.

| Jenis Batuan | Tingkat Resiko | Skor | Rating |
|----------------------|----------------|------|--------|
| Dataran Aluvial | Sangat rendah | 1 | 0.10 |
| Bukit Batuan Sedimen | Tinggi | 4 | 0.40 |
| Bukit Basalt | Sangat tinggi | 5 | 0.50 |

Sumber: Hasil analisa

Di daerah penelitian Sub DAS Konto hulu tidak terdapat adanya patahan/sesar/gawir, sehingga untuk hasil skoring dapat ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 15. Hasil Skoring Parameter Keberadaan Patahan.

| Keberadaan Patahan/Sesar/Gawir | Tingkat Resiko | Skor | Rating |
|------------------------------------|----------------|------|--------|
| Tidak terdapat patahan/sesar/gawir | Sangat rendah | 1 | 0.05 |

Sumber: Hasil analisa

Parameter kedalaman tanah yang dimaksud dalam hal ini merupakan ukuran kedalaman suatu tanah di mana tanah itu mampu menyerap air.

Tabel 16. Hasil Skoring Parameter Kedalaman Tanah Regolit.

| Kedalaman Tanah | Tingkat Resiko | Skor | Rating |
|-----------------|----------------|------|--------|
| < 1 m | Sangat rendah | 1 | 0.05 |
| 1 - 2 m | Rendah | 2 | 0.10 |

Sumber: Hasil analisa

Parameter infrastruktur dalam hal ini jalan di daerah penelitian pada sebagian lokasi dinilai memotong lereng yang ada, sehingga kondisi lereng tersebut menjadi lebih curam. Hal ini meningkatkan resiko terjadinya tanah longsor di daerah tersebut. Hasil penentuan skor dari parameter infrastruktur jalan ini dapat ditabelkan seperti berikut.

Tabel 17. Hasil Skoring Parameter Keberadaan Infrastruktur/Jalan.

| Keberadaan Jalan | Tingkat Resiko | Skor | Rating |
|---------------------------------|----------------|------|--------|
| Tidak ada jalan memotong lereng | Sangat rendah | 1 | 0.15 |
| Ada jalan memotong lereng | Sangat Tinggi | 5 | 0.75 |

Sumber: Hasil analisa

Analisa spasial yang telah dilakukan terhadap peta penggunaan lahan di daerah penelitian menemukan beberapa jenis penggunaan lahan yang ada di Sub DAS Konto Hulu. Penentuan skor dari parameter penggunaan lahan ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 18. Hasil Skoring Parameter Penggunaan Lahan.

| Penggunaan Lahan | Tingkat Resiko | Skor | Rating |
|-------------------|----------------|------|--------|
| Hutan | Sangat rendah | 1 | 0.20 |
| Kebun | Rendah | 2 | 0.40 |
| Padang rumput | Sedang | 3 | 0.60 |
| Pasir darat | Tinggi | 4 | 0.80 |
| Pemukiman | Sangat tinggi | 5 | 1.00 |
| Air tawar | Sangat rendah | 1 | 0.20 |
| Rawa | Sangat rendah | 1 | 0.20 |
| Sawah irigasi | Sangat tinggi | 5 | 1.00 |
| Sawah tadah hujan | Sangat tinggi | 5 | 1.00 |
| Semak belukar | Sedang | 3 | 0.60 |
| Tanah ladang | Tinggi | 4 | 0.80 |

Sumber: Hasil analisa

Parameter kepadatan penduduk merupakan jumlah jiwa penduduk dalam satu luasan wilayah. Dalam hal ini diberikan satuan jiwa/km². Hasil analisa skoring kepadatan penduduk ditampilkan pada Tabel 19 berikut.

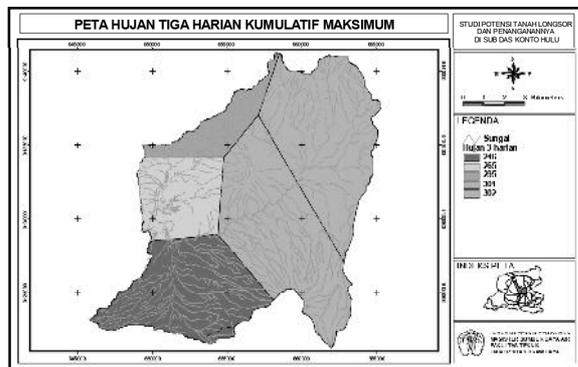
Untuk melakukan analisa overlay, maka dibuatlah peta-peta dari nilai rating tiap parameter. Peta-peta karakteristik parameter penentu kerentanan tanah longsor ditampilkan untuk diberikan skor sesuai

Tabel 19. Hasil Skoring Parameter Kepadatan Penduduk

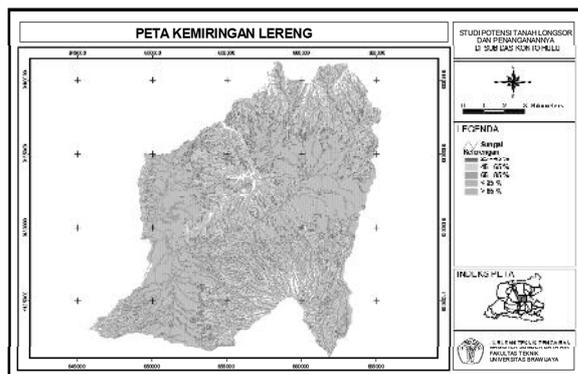
| Nama Desa | Kepadatan Penduduk | Skor | Rating |
|-------------|--------------------|------|--------|
| Madirejo | 691 | 1 | 0,05 |
| Wiyurejo | 654 | 1 | 0,05 |
| Tawang Sari | 418 | 1 | 0,05 |
| Jombok | 440 | 1 | 0,05 |
| Ngabab | 438 | 1 | 0,05 |
| Tulungrejo | 471 | 1 | 0,05 |
| Waturejo | 677 | 1 | 0,05 |
| Pandesari | 483 | 1 | 0,05 |
| Ngroto | 1798 | 1 | 0,05 |
| Kaumrejo | 921 | 1 | 0,05 |
| Pujon lor | 1771 | 1 | 0,05 |
| Sukumulyo | 459 | 1 | 0,05 |
| Pujonkidul | 135 | 1 | 0,05 |
| Pandansari | 298 | 1 | 0,05 |
| Bendosari | 310 | 1 | 0,05 |
| Mulyorejo | 824 | 1 | 0,05 |
| Banturejo | 565 | 1 | 0,05 |
| Purworejo | 256 | 1 | 0,05 |
| Pagersari | 128 | 1 | 0,05 |

Sumber: Hasil analisa

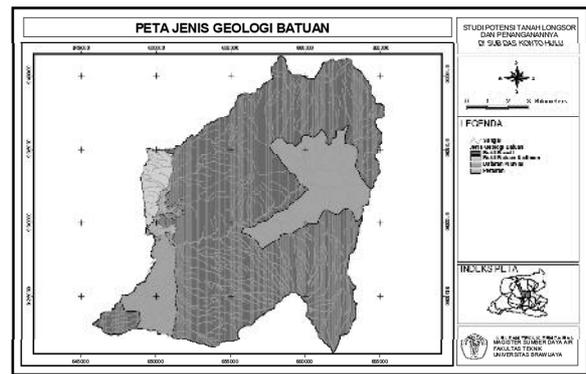
nilai rating berdasarkan pada formula kerentanan tanah longsor (Paimin, 2010). Peta-peta tiap parameter penentu tingkat potensi kerentanan tanah longsor tersebut dapat ditampilkan pada Gambar 3 sampai Gambar 10 berikut.



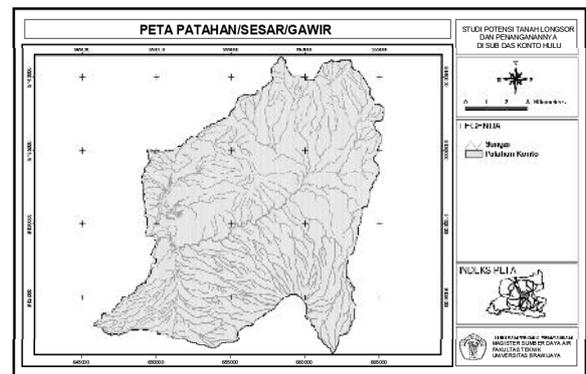
Gambar 3. Peta Hujan 3 Harian Kumulatif Maksimum.



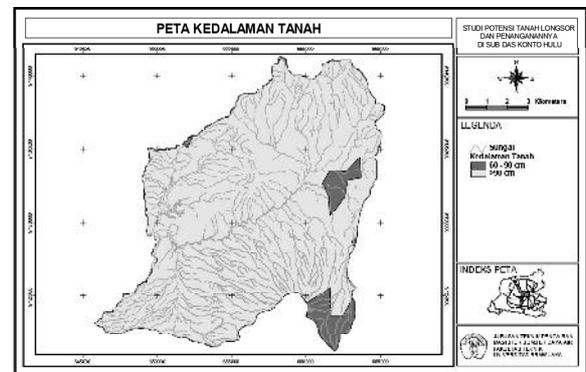
Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng.



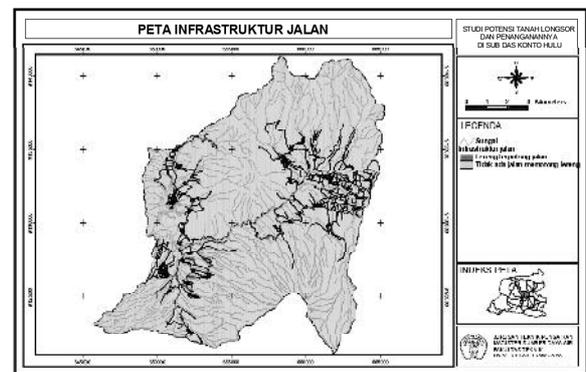
Gambar 5. Peta Geologi Batuan.



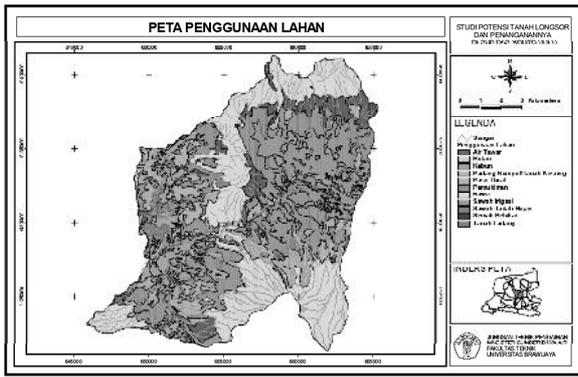
Gambar 6. Peta Patahan/Sesar/Gawir.



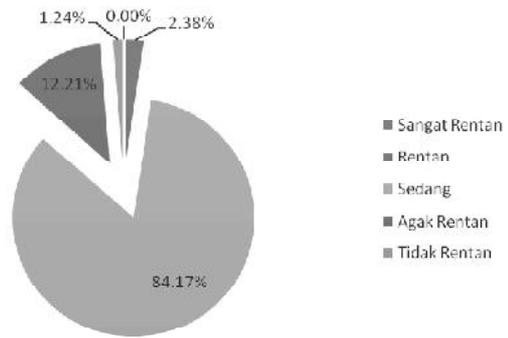
Gambar 7. Peta Kedalaman Tanah.



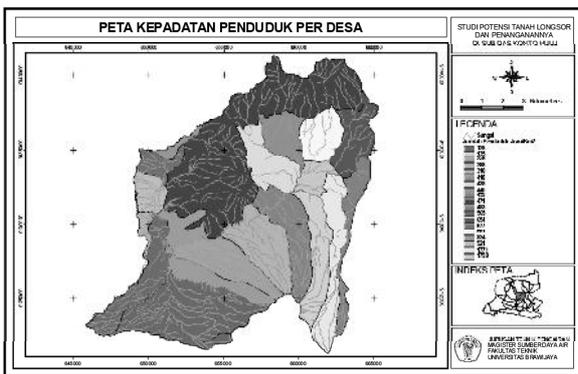
Gambar 8. Peta Infrastruktur Jalan.



Gambar 9. Peta Penggunaan Lahan.



Gambar 11. Prosentase Luas Potensi Tanah Longsor.



Gambar 10. Peta Kepadatan Penduduk.

Setelah didapatkan nilai skor pada tiap-tiap parameter tanah longsor, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai tingkat potensi tanah longsor dengan cara mengalikan skor tiap parameter dengan bobot masing-masing, sehingga didapatkan nilai *rating* parameter tersebut, kemudian di setiap unit lahan nilai *rating* setiap parameter tersebut dijumlahkan dengan metode analisa *overlay* dalam *ArcView 3.2*, hingga didapatkan nilai kerentanan. Hasil analisa *overlay* 8 peta parameter tersebut adalah pada tabel berikut.

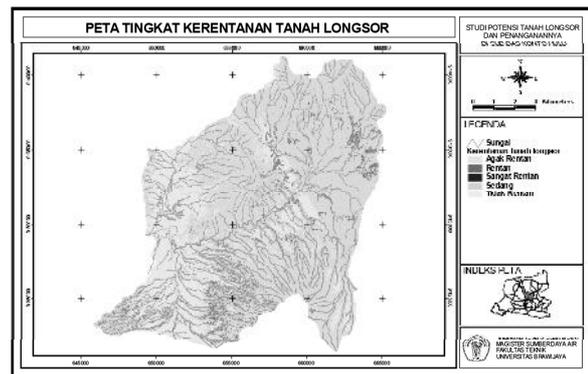
Tabel 20. Tingkat Kerentanan Tanah Longsor.

| No | Tingkat Kerentanan | Nilai | Luas (km ²) | Persen Luas |
|---------------|--------------------|-----------|-------------------------|----------------|
| 1 | Sangat Rentan | > 4.3 | 0.00 | 0.00% |
| 2 | Rentan | 3.5 – 4.3 | 5.60 | 2.38% |
| 3 | Sedang | 2.6 – 3.4 | 197.97 | 84.17% |
| 4 | Agak Rentan | 1.7 – 2.5 | 28.71 | 12.21% |
| 5 | Tidak Rentan | < 1.7 | 2.92 | 1.24% |
| Jumlah | | | 235.20 | 100.00% |

Sumber: Hasil analisa

Prosentase luas daerah dengan tingkat potensi tanah longsor yang tinggi di daerah penelitian memang

jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan keseluruhan luas daerah penelitian. Namun dengan luasan yang tidak terlalu signifikan tersebut dapat mengakibatkan bahaya bencana tanah longsor yang cukup signifikan bagi daerah tersebut, terlebih lagi bila di daerah tersebut terdapat pemukiman atau jalan yang merupakan jalur perekonomian vital bagi masyarakat.



Gambar 12. Peta Kerentanan Tanah Longsor Sub DAS Konto Hulu.

Pada formula penentu kerentanan tanah longsor, parameter kemiringan lereng memiliki bobot 15%. Hal ini menunjukkan bahwa parameter kemiringan lereng ini termasuk yang memiliki peran dominan dalam mempengaruhi terjadinya tanah longsor. Namun tidak semata-mata karena memiliki kelerengan yang curam, maka akan memiliki potensi tanah longsor dengan kerentanan tinggi atau sebaliknya. Hal ini dikarenakan di lokasi tersebut dipengaruhi oleh parameter lain seperti penggunaan lahan (20%) serta parameter hujan tiga harian kumulatif (25%).

Pada daerah dengan kemiringan lereng 25–45% memiliki kategori resiko rendah dan tidak ada jalan memotong lereng, namun dikarenakan memiliki curah hujan sangat tinggi, tipe batuan basalt yang beresiko sangat tinggi, dan keberadaan jalan yang memotong lereng di situ, maka daerah tersebut masuk kategori rentan longsor. Seperti tabel berikut.

Tabel 21. Hasil Analisa Unit Lahan 251.

| Unit lahan | Parameter | | Skor | Bobot | Rating | Nilai | Kategori |
|------------|---------------|------------------------|------|-------|--------|-------|----------|
| | Jenis | Value | | | | | |
| 251 | I hujan | 301 | 5 | 25% | 1.25 | 3.40 | Rentan |
| | Lereng | 25 - 45 % | 2 | 15% | 0.30 | | |
| | Batuan | Bukit Basalt | 5 | 10% | 0.50 | | |
| | Patahan | Tidak ada | 1 | 5% | 0.05 | | |
| | Regolit | 1 - 2 m | 2 | 5% | 0.10 | | |
| | Guna Lahan | Hutan | 2 | 20% | 0.40 | | |
| | Infrastruktur | Lereng terpotong jalan | 5 | 15% | 0.75 | | |
| | Kepadatan | 471 | 1 | 5% | 0.05 | | |

Sumber: Hasil analisa

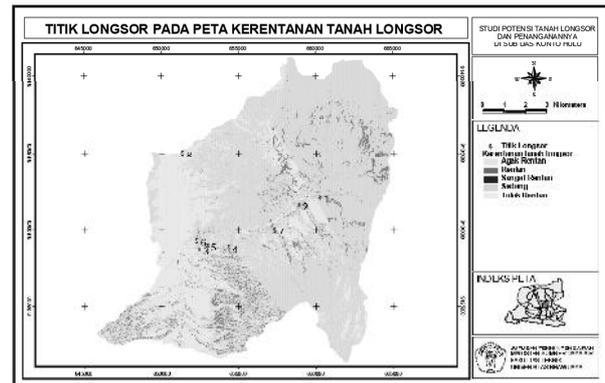
Jadi meskipun kemiringan lereng pada suatu area tergolong tidak terlalu curam, tapi kemungkinan bisa terjadi tanah longsor. Oleh karena itu, kewaspadaan tetap diperlukan meskipun kondisi fisik lahan terlihat tidak berpotensi.

Catatan bencana yang ada di Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Malang juga menyatakan bahwa ada kejadian tanah longsor di daerah Kecamatan Pujon dan Ngantang yang termasuk dalam wilayah Sub DAS Konto Hulu. Catatan kejadian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 22. Kejadian Tanah Longsor Di Sub DAS Konto Hulu.

| No | Tanggal | Lokasi | Penyebab | Keterangan |
|----|------------------|--|--------------------------------|--|
| 1 | 7 Januari 2010 | Ds. Pujonkidul, Kec. Pujon | Setelah hujan lebat | Tebing sungai ambles |
| 2 | 23 Januari 2010 | Ds. Jombok, Kec. Ngantang | Hujan lebat | Sebagian jalan tertimbun |
| 3 | 4 Januari 2011 | Ds. Mulyorejo, Kec. Ngantang | Setelah hujan lebat | Longsor ke badan jalan |
| 4 | 12 Februari 2011 | Ds. Purworejo, Kec. Ngantang | Akibat hujan lebat | Menimbun sebagian jalan desa |
| 5 | 1 Februari 2012 | Dsn. Ngeprih, Ds. Bendosari, Kec. Ngantang | Akibat hujan lebat pukul 14:00 | Tidak ada korban |
| 6 | 16 Januari 2013 | Ds. Mulyorejo, Kec. Ngantang | Karena hujan lebat | Kerusakan plengsengan tepi jalan raya |
| 7 | 23 Januari 2013 | Ds. Pujon, Kec. Pujon | Akibat hujan lebat | Lereng dengan rumpunan bambu runtuh ke jalan |
| 8 | 24 Januari 2013 | Ds. Mulyorejo, Kec. Ngantang | Akibat hujan lebat | Menimbun jalan dan 7 rumah rusak |
| 9 | 24 Februari 2013 | Ds. Pait, Kec. Kasembon | Akibat hujan lebat | 2 rumah rusak, badan jalan tertimbun |

Sumber: BPBD Kab.Malang

**Gambar 13. Titik Longsor Pada Peta Kerentanan Tanah Longsor.**

Dari plotting delapan titik longsor pada gambar di atas, dapat dilihat letak terjadinya longsor sebagian besar di sekitar sungai. Sebagian besar titik longsor (1, 2, 4, 5, 7) berada di daerah rentan longsor dan beberapa titik (3, 8) di daerah kerentanan sedang. Jadi dapat dikatakan peta kerentanan tanah longsor ini telah mendekati realitas terjadinya tanah longsor seperti yang telah dicatat BPBD Kabupaten Malang. Langkah ini sekaligus sebagai verifikasi dari peta potensi tanah longsor di Sub DAS Konto Hulu.

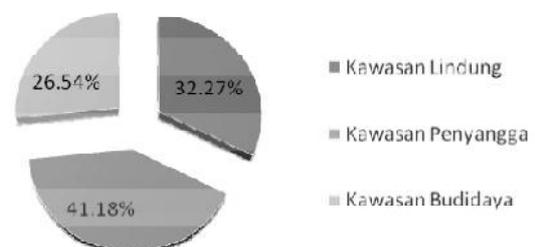
Analisa fungsi kawasan diperlukan untuk melokalisir penanganan tanah longsor jangka panjang dengan metode vegetatif. Analisa fungsi kawasan dilakukan dengan bantuan ArcView menggunakan parameter kemiringan lereng, jenis tanah, dan hujan harian rerata.

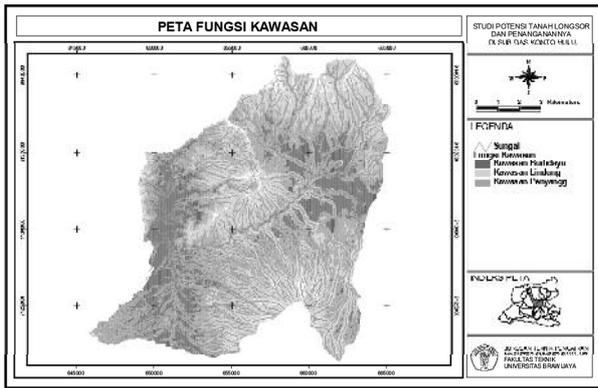
Hasil analisa overlay terhadap ketiga parameter yaitu tiga jenis fungsi kawasan yang dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 23. Hasil Analisa Fungsi Kawasan.

| No | Fungsi Kawasan | Luas (Km2) | Prosentase (%) |
|----|-------------------|------------|----------------|
| 1 | Kawasan Lindung | 75,91 | 32,27 |
| 2 | Kawasan Penyangga | 96,87 | 41,18 |
| 3 | Kawasan Budidaya | 62,43 | 26,54 |
| | Jumlah | 235,20 | 100,00 |

Sumber: Hasil Analisa

**Gambar 14. Prosentase Luas Fungsi Kawasan.**



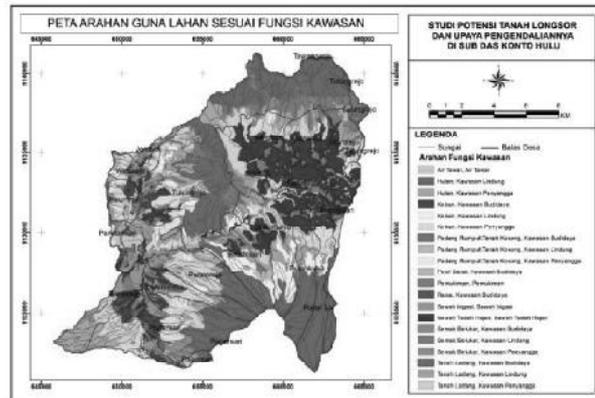
Gambar 15. Peta Fungsi Kawasan.

Upaya penanganan potensi tanah longsor ini dapat dibagi menjadi dua, yaitu upaya penanganan jangka pendek/langsung dan upaya penanganan jangka panjang/tidak langsung.

Upaya penanganan langsung ini biasanya lebih mengarah pada sipil teknis atau mekanis pada daerah terutama lereng-lereng di lokasi strategis atau rawan adanya korban. Upaya ini lebih spesifik lagi mengarah pada perbaikan kestabilan lereng. Seperti Tabel 24 berikut.

Arahan penanganan jangka panjang manfaatnya tidak bisa langsung dirasakan, namun menunggu dengan jangka waktu yang relatif lama untuk merasa-

kan pengaruhnya. Pada penelitian ini upaya jangka panjang dapat dilakukan dengan metode vegetatif yang didasarkan pada fungsi kawasan. Pada penanganan tanah longsor, vegetasi ditujukan untuk menambah gaya penahan gerakan tanah, sehingga yang menjadi perhatian adalah tipe dan jenis perakaran dari vegetasi tersebut. Pemanfaatan tanaman dalam upaya penanganan longsor ini disesuaikan dengan jenis fungsi kawasan. Pada kawasan lindung, kawasan penyangga, dan kawasan budidaya tentu beda satu sama lain pemilihan jenis vegetasi sesuai peruntukan kawasannya. Rekomendasi pengendalian potensi tanah longsor seperti pada gambar-gambar berikut.

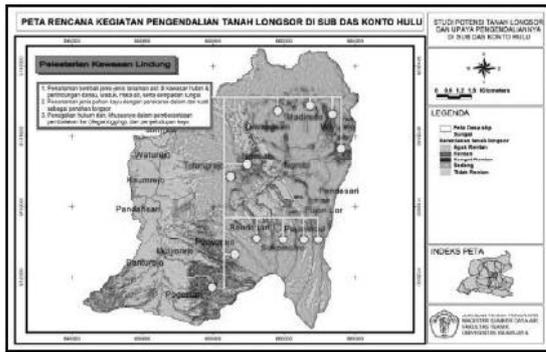


Gambar 16. Peta Arahan Guna Lahan.

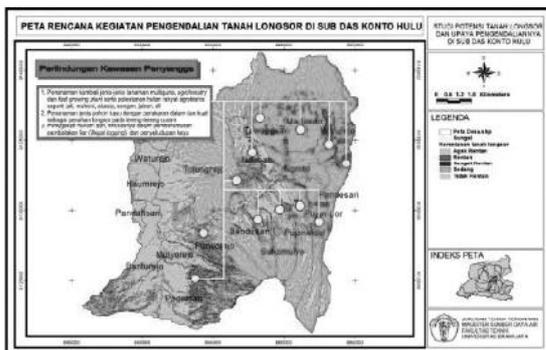
Tabel 24. Rekomendasi Penanganan Jangka Pendek.

| Rekomendasi Penanganan Potensi Tanah Longsor (Metode Mekanis - Sipil Teknis) | | | | |
|--|--------------|--|---|---|
| Tingkat Kerentanan | | | | |
| Tidak Rentan | Agak Rentan | Sedang | Rentan | Sangat Rentan |
| Pemeliharaan | Pemeliharaan | Penyempurnaan teras (terasering yang dilengkapi dengan Saluran Pembuangan Air) | Mengubah geometri lereng dengan melandaikan atau pembuatan teras bangku (<i>benching</i>) | Mengubah geometri lereng dengan melandaikan atau pembuatan teras bangku (<i>benching</i>) |
| | | Teknik konservasi tanah sipil teknis – guludan, rorak, <i>hillside ditches</i> | Teknik konservasi tanah sipil teknis – guludan, rorak, <i>hillside ditches</i> | Teknik konservasi tanah sipil teknis – guludan, rorak, <i>hillside ditches</i> |
| | | Teknik konservasi tanah sipil teknis – gully plug, Dam penahan | Teknik konservasi tanah sipil teknis – gully plug, Dam penahan | Teknik konservasi tanah sipil teknis – gully plug, Dam penahan |
| | | Teknik konservasi tanah sipil teknis – Dam pengendali (<i>check dam</i>) | Teknik konservasi tanah sipil teknis – Dam pengendali (<i>check dam</i>) | Teknik konservasi tanah sipil teknis – Dam pengendali (<i>check dam</i>) |
| | | Drainase air – Saluran Pembuangan Air | Penyempurnaan teras (terasering yang dilengkapi dengan Saluran Pembuangan Air) | Struktur pengendali lereng/tebing/longsor, <i>gabion</i> , <i>geotextile</i> , <i>retaining wall</i> , plester, plengseng, rirapap. |
| | | | Drainase air – Saluran Pembuangan Air | Penyempurnaan teras (terasering yang dilengkapi dengan Saluran Pembuangan Air) |
| | | | | Drainase air – Saluran Pembuangan Air |

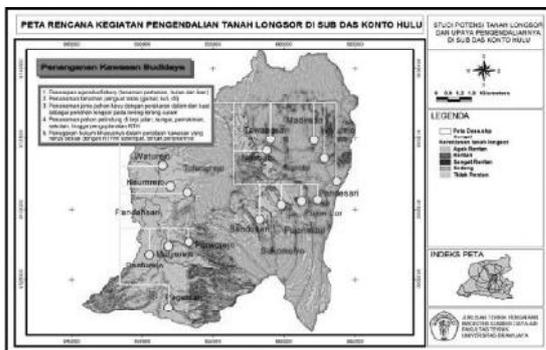
Sumber: Hasil analisa



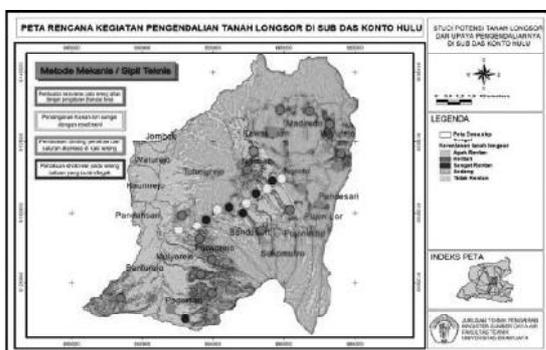
Gambar 17. Peta Rencana Penanganan 1.



Gambar 18. Peta Rencana Penanganan 2.



Gambar 19. Peta Rencana Penanganan 3.



Gambar 20. Peta Rencana Penanganan 4.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa potensi tanah longsor, kesimpulan yang dapat dihasilkan dari penelitian ini

adalah: (A) Potensi kerentanan tanah longsor di Sub DAS Konto Hulu terbagi menjadi beberapa kategori tingkat kerentanan yaitu: (1) Sangat rentan, hampir tidak ada; (2) Rentan, dengan luasan 5,6 km² atau 2,38%; (3) Kerentanan sedang, dengan luasan 197,97 km² atau 84,17%; (4) Agak rentan, dengan luasan 28,71 km² atau 12,12%; (5) Tidak rentan, dengan luasan 2,92 km² atau 1,24%; (B) Upaya pengendalian tanah longsor dapat dibagi menjadi dua, yaitu: (1) Upaya pengendalian jangka pendek/langsung, yaitu menitikberatkan pada penanganan yang langsung dapat dirasakan manfaatnya. Metode yang digunakan adalah mekanis/sipil teknis. Penerapan jenis penanganan pada metode ini disesuaikan dengan tingkat kerentanan terjadinya tanah longsor; (2) Upaya pengendalian jangka panjang/tidak langsung, yaitu dengan memprioritaskan penanganan potensi tanah longsor yang manfaatnya baru akan dirasakan dalam waktu yang relatif panjang (minimal 10 tahun). Hal ini dikarenakan metode yang digunakan adalah metode vegetatif yang memerlukan waktu untuk pertumbuhan akar sebagai penahan longsor. Jenis penanganan pada metode ini dilakukan dalam lingkup kawasan yang disesuaikan untuk setiap jenis fungsi kawasan dan tingkat kerentanannya. Di mana fungsi kawasan terbagi menjadi: a) Kawasan lindung, dengan luasan 75,91 km² atau 32,27%; b) Kawasan penyangga, dengan luasan 96,87 km² atau 41,18%; c) Kawasan budidaya, dengan luasan 62,43 km² atau 26,54%.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
 Greenway, D.R. 1987. *Vegetation and Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology*, Jhon Wiley & Sons, pp. 187-230.
 Hardiyatmo, H.C. 2012. *Tanah Longsor dan Erosi Kejadian dan penanganan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
 Karnawati, D. 2005. *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurusan T. Geologi FT. UGM, Yogyakarta.
 Paimin, Sukresno, dan Purwanto. 2010. *Sidik Cepat Degradasi Sub Daerah Aliran Sungai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor.
 Paimin, Purnomo, Purwanto, dan Indrawati. 2012. *Sistem Perencanaan dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor.
 Zaruba, dan Menel. 1982. *Landslide and Their Control*, pp. 31-73 2nd edition. elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.