

PENYUSUNAN PETA MIKROZONASI KERENTANAN GERAKAN TANAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI WILAYAH KUNINGAN, JAWA BARAT

Yunarto¹, Yugo Kumoro², dan Achmad Subardja¹

¹Pusat Penelitian Geoteknologi–LIPI, Bandung 40135
E-mail: yunarto@gmail.com

²UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsembung-LIPI, Kebumen

Abstrak

Wilayah Kuningan merupakan kawasan yang berada pada jalur pegunungan Jawa bagian tengah dengan tingkat kerapatan terhadap keragaman geologi dan kemiringan lereng yang cukup tinggi. Peristiwa longsor sering terjadi di wilayah ini dengan korban jiwa dan kerugian yang cukup besar. Dengan demikian pemetaan mikrozonasi kerentanan gerakan tanah di daerah ini akan sangat berguna sebagai acuan dasar dalam penyusunan Rencana Umum Tata Ruang (RUTR) di Kabupaten Kuningan berbasis kebencanaan. Kami mencoba menyusun peta mikrozonasi melalui interpretasi citra landsat untuk mendeliniasi daerah rawan bencana gerakan tanah, termasuk daerah yang pernah terjadi bencana longsor, dan analisis tumpang tindih peta rawan bencana terhadap peta-peta tematik sekunder (geologi, kemiringan lereng dan tata guna lahan) dengan menggunakan perangkat Sistem Informasi Geografis, untuk menentukan bobot masing-masing parameter tematik tersebut secara perhitungan statistik. Penjumlahan bobot dari semua parameter tersebut menghasilkan peta mikrozonasi kerentanan gerakan tanah yang dikelompokkan dalam kelas sangat rendah, rendah menengah dan tinggi.

Kata kunci: kerentanan gerakan tanah, citra lansat, SIG, statistik, peta mikrozonasi

PENDAHULUAN

Dua dasawarsa terakhir pembangunan di Jawa Barat bagian timur termasuk di dalamnya wilayah Kuningan berkembang dengan pesat. Wilayah ini dijadikan salah satu prioritas utama dalam program pembangunan untuk membuka isolasi dan menggali potensi sumberdaya alam di daerah tersebut (Gambar 1). Berdasarkan Peta zona kerentanan gerakan tanah Provinsi Jawa Barat yang diterbitkan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi skala 1: 250.000 tahun 2006, daerah ini dikategorikan zona gerakan tanah menengah dan tinggi. Di wilayah ini, peristiwa longsor sering terjadi pada musim hujan dengan korban jiwa dan kerugian yang cukup besar.

Tingginya tingkat kerentanan gerakan tanah ini antara lain disebabkan oleh alih fungsi lahan untuk pembangunan yang tidak terkendali, sehingga menimbulkan berbagai masalah seperti menurunnya kualitas lingkungan. Perubahan fungsi lahan tersebut memicu peningkatan tingkat erosi lahan yang bersifat destruktif, yaitu dengan meningkatnya frekuensi bencana alam seperti longsor dan banjir di beberapa daerah yang memberikan dampak bencana alam terhadap keselamatan jiwa dan kerusakan bangunan fisik. Dengan demikian sudah selayaknya perencanaan tata ruang daerah memasukkan faktor tersebut sebagai salah satu parameter pembangunan. Hal ini hanya dapat dilakukan apabila peta potensi bencana gerakan tanah dapat tersedia dengan cukup detail dan komprehensif sehingga dampak negatif dari bencana alam dapat dihindari atau paling tidak dikurangi.

Penyusunan peta mikrozonasi kerawanan gerakan tanah dapat dilakukan dengan efektif dan efisien melalui melakukan interpretasi data satelit penginderaan jauh dibantu dengan referensi lain yang berkaitan dengan proses terjadinya bencana alam, terutama untuk dapat melakukan pengamatan daerah-daerah yang sulit dijangkau. Pada citra satelit kenampakan gejala gerakan tanah diperlihatkan oleh bentuknya yang khas seperti bentuk tapal kuda, gawir terjal, pola rekahan sejajar dengan tebing longsor, kelembaban tanah di lereng bawah tebing/gawir, undak topografi di sepanjang tebing sungai dan sebagainya. Meskipun tipe/jenis longsor tidak selalu dapat ditentukan dari citra, perkiraan awal masih dapat diperkirakan dari bentuk produk longsor tersebut memperlihatkan kenampakan dari bentuk gerakan tanah pada citra

satelit (Noor, 2005). Hasil luaran dalam bentuk peta digital siap dimasukkan dalam Sistem Informasi Geografis sehingga dapat diintegrasikan dengan peta tematik lain dan dapat diperbaharui dengan mudah dan cepat di waktu mendatang. Pada dasarnya SIG itu terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat dimanfaatkan untuk menyimpan dan mengelola data geografis dengan efisien, mengolah dan menyajikan data geografis, dan dapat dengan efektif melakukan penelusuran database geografis untuk keperluan analisis atau tampilan (Prahasta, 2001).

Kawasan Kuningan, Jawa Barat merupakan daerah pertanian dan perkebunan yang secara umum mempunyai tingkat kerawanan atau kerentanan kejadian longsor yang tinggi. Kawasan ini mempunyai aspek strategis secara geografis karena merupakan kawasan yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Ciamis dan Propinsi Jawa Tengah. Tingkat kerapatan keragaman dari aspek geologi maupun kemiringan lereng cukup tinggi. Dari aspek geologis, kawasan ini mempunyai karakteristik sangat khas yang didominasi oleh batuan hasil erupsi gunung Ceremai dengan pelamparan meliputi wilayah Kuningan bagian utara dan tengah (lereng timur Gunung Ciremai) dan batuan sedimen terlipat kuat di bagian selatan dan timur Kabupaten Kuningan. Batuan penyusunnya terdiri lava, lahar dan batuan piroklastik lainnya seperti breksi dan tufa, batuan sedimen berupa breksi, lava dan batuan sedimen halus berupa selang seling antara batulempung, batulanau dan batupasir yang terlipat kuat dengan kemiringan lapisan tinggi hingga hampir tegak. Kondisi kemiringan lereng bervariasi dari landai hingga terjal. Kondisi ini menjadikan sebagian besar kawasan Kuningan rawan kejadian tanah longsor. Hal ini ditunjukkan bahwa hampir setiap musim penghujan dengan curah hujan di atas 100 mm/hari, terjadi tanah longsor (Tohari dkk, 2006). Resiko bahaya gerakan tanah pada beberapa tahun terakhir semakin meningkat seiring dengan pesatnya laju pertumbuhan penduduk, pembangunan pemukiman dan infrastruktur di kawasan perbukitan dan juga perubahan iklim global yang menyebabkan anomali cuaca yang sulit diprediksi (Mudrik R Daryono dkk, 2007).

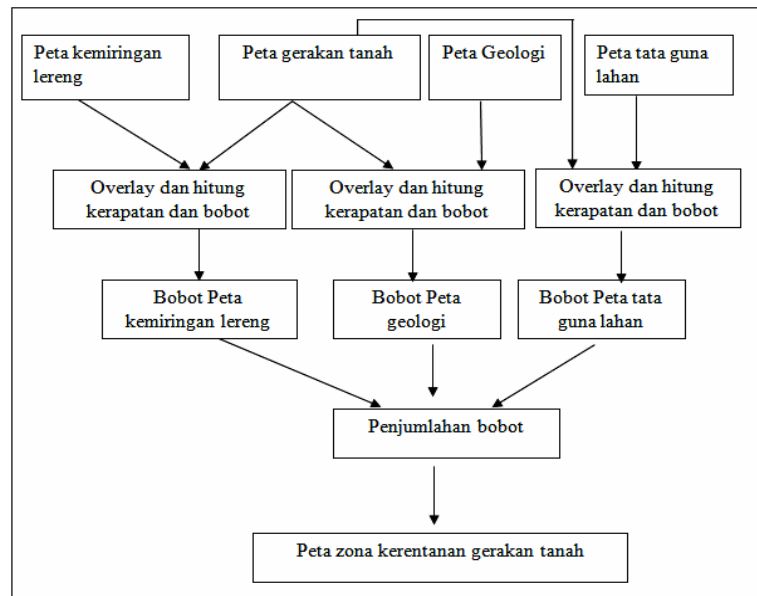
Tujuan penelitian ini untuk penyusunan peta mikozonasi kerentanan gerakan tanah di daerah Kuningan dengan menggunakan metoda tidak langsung (statistik), melalui pendekatan teknik penginderaan jauh dan SIG. Peta ini sangat berguna sebagai *acuan dasar dalam penyusunan Rencana Umum Tata Ruang (RUTR) di Kabupaten Kuningan*.

METODOLOGI

Kami menyusun peta zona kerentanan gerakan tanah dengan menggunakan metoda tidak langsung. Menurut Standar Nasional Indonesia 13-7124-2005 (BSN, 2005), penyusunan peta zona kerentanan gerakan tanah dengan menggunakan metoda tidak langsung adalah dengan tumpang tindih antara peta sebaran gerakan tanah dengan peta parameter (geologi, kemiringan lereng, tata guna lahan), kemudian dilakukan estimasi/perhitungan menggunakan data satuan geologi, kelas kemiringan lereng dan unit tata guna lahan yang berpengaruh terhadap kejadian gerakan tanah. Pada prosesnya, penyusunan peta ini didasarkan atas perhitungan kerapatan (*density*) gerakan tanah dan nilai bobot (*weight value*) dari setiap satuan geologi, kelas kemiringan lereng dan unit tata guna lahan (pada setiap peta parameter). Nilai bobot yang diperoleh dijumlah dan dikelompokkan menjadi empat kelas dengan menggunakan batas atas untuk tiap kelas, yaitu zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah, zona kerentanan gerakan tanah rendah, zona kerentanan gerakan tanah menengah dan zona kerentanan gerakan tanah tinggi (Gambar 1).

Penghitungan pembobotan dilakukan dengan rumus:

$$\text{Nilai bobot (unit/klas/tipe)} = \frac{\text{Luas gerakan tanah (pada unit/klas/tipe)}}{\text{Jumlah luas (unit/klas/tipe)}} - \frac{\text{Luas seluruh gerakan tanah pada peta}}{\text{Luas seluruh daerah peta}}$$



Gambar 1. Diagram alir pembentukan peta zona kerentanan gerakan tanah.

Data yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi:

- Citra Landsat tahun 1999 dan peta sebaran gerakan tanah hasil mendeliniasi kenampakan gejala longsor dari citra Landsat dan DEM SRTM yang diintegrasikan peta topografi.
- Peta geologi merupakan gabungan peta geologi lembar Cirebon (Silitonga, P.H., dkk, 1996), Majenang (Kastowo dan Sumarna, 1996, Arjawinangun (Djuri, 1995) dan Tasikmalaya (Budhitrisna, T., 1986), dengan skala 1:100.000 dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Untuk penelitian ini, peta geologi dengan skala yang lebih detil belum tersedia sehingga akan mengurangi ketiditalan mikrozonasi.
- Peta kemiringan lereng yang diperoleh dari peta topografi skala 1:25.000 dengan menggunakan Vertical Mapper, dalam enam satuan kelas kemiringan berdasarkan klasifikasi Nichols and Edmunson (1975), yaitu datar 0-3° (0-5%), landai 3°-9° (5-15%), agak terjal 9°-17° (15-30%), terjal 17°-27° (30 - 50%), sangat terjal 27°-36° (50-70%), Tegak 36°- 90° (> 70%).
- Peta tata guna lahan skala 1:25.000 dari BAKOSURTANAL yang diklasifikasikan dalam enam kelas: pemukiman, pesawahan, tegalan, semak/belukar, perkebunan dan hutan.

HASIL

Hasil Interpretasi dan pengamatan lapangan menunjukkan bahwa jenis longsoran yang umum terjadi adalah longsoran, retakan, bahan rombakan dan nendatan. Untuk jenis longsoran dan retakan dijumpai pada perselingan batupasir tuffaan, batulempung dan batulanau dengan disisipan breksi dan batupasir gampingan dari Formasi Halang pada kawasan bermorfologi perbukitan berelief sedang hingga agak kasar dengan sudut lereng 10°-45°. Longsoran ini dijumpai pada lembah-lembah yang membentuk perbukitan bergelombang dan berbatasan langsung dengan gawir terjal dan perbukitan relief halus, seperti longsoran yang terjadi di Desa Cantilan, Kecamatan Selajambe yang menelan korban 10 orang tewas. Sedangkan jenis retakan, nendatan dan longsoran bahan rombakan dijumpai pada batupasir, breksi gampingan, serpih dan konglomerat Anggota Gununhurip, Formasi Halang, dengan kelerengan yang agak terjal (17° - 27°).

Hasil analisis hubungan antara sebaran gerakan tanah terhadap parameter geologi, kemiringan lereng dan penggunaan lahan berupa nilai bobot untuk masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 1, 2 dan 3. Hasil analisis tersebut secara umum dijelaskan sbb:

Analisis hubungan antara Sebaran Gerakan Tanah dengan Geologi

Hubungan antara kerapatan dan bobot gerakan tanah tiap unit batuan diperlihatkan oleh Tabel 1. Nilai bobot geologi terhadap gerakan tanah berkisar dari -0,155 s/d 0.768. Satuan batuan Formasi Tapak, Formasi Kumbang dan Anggota Gunung Hurip, Formasi Halang mempunyai bobot gerakan tanah paling tinggi. Unit batuan formasi Ciherang (Tpch), Anggota Gunung Hurip, Formasi Halang (Tmhg). Hasil Gunung Api Tua-Lava (Qvl) dan Hasil Gunungapi Tua (QTvd) mempunyai bobot menengah. Sedangkan unit batuan Hasil Gunung Api Muda-Lava (Qyl), Formasi Pemali (Tmp), Formasi Halang (Tmph), Formasi Gintung (Qpg) dan Hasil Gunungapi Tua (QTvb) mempunyai bobot gerakan tanah rendah. Sementara unit batuan formasi rambatan, formasi Lawak, formasi Kaliwangu, Formasi Kalibiuk, Gintung, Cijolang, Andesit hornblenda (a) dan basal piroksen (b), Hasil Gunungapi Muda Ciremai, Anggota Lebakwangi Formasi Halang, Endapan Lahar Cipedak dan Endapan Aluvial mempunyai bobot sangat rendah.

Tabel 1. Kerapatan dan nilai bobot gerakan tanah pada tiap satuan batuan.

| Litologi | Formasi | Luas (Km ²) | Luas Gerakan Tanah (km ²) | Tingkat Kerapatan | Bobot |
|----------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------|
| A | Retas Lempeng dan Retas | 0.061 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Tpt | Formasi Tapak | 2.245 | 2.072 | 0.923 | 0.768 |
| Pk | Formasi Kaliwangu | 0.688 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Tpb | Formasi Kalibiuk | 0.001 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Qpg | Formasi Gintung | 0.068 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Tmr | Formasi Rambatan | 0.396 | 0.003 | 0.007 | -0.148 |
| Tpcl | Formasi Cijolang | 0.293 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Qyu | Hasil Gunungapi Muda Tak Teruraikan | 0.076 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Tmr | Formasi Rambatan | 0.811 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Qyl | Hasil Gunung Api Muda-Lava | 45.868 | 1.768 | 0.039 | -0.117 |
| Tpch | Formasi Ciherang | 14.510 | 5.314 | 0.366 | 0.211 |
| Tmpk | Formasi Kumbang | 34.148 | 23.156 | 0.678 | 0.523 |
| B | Retas Lempeng dan Retas | 0.992 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Qvr | Hasil Gunungapi Muda Ciremai | 1.777 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Tmphl | Anggota Lebakwangi Formasi Halang | 12.374 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Qvl | Hasil Gunung Api Tua-Lava | 16.911 | 4.624 | 0.273 | 0.118 |
| Tml | Formasi Lawak | 2.090 | 0.007 | 0.003 | -0.152 |
| Qlc | Endapan Lahar Cipedak | 2.756 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Tmhg | Anggota Gunung Hurip, Formasi Halang | 133.458 | 64.815 | 0.486 | 0.331 |
| Tmp | Formasi Pemali | 58.100 | 2.045 | 0.035 | -0.120 |
| Qa | Endapan Aluvial | 39.230 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Tmph | Formasi Halang | 352.666 | 49.074 | 0.139 | -0.016 |
| Qpg | Formasi Gintung | 47.986 | 1.295 | 0.027 | -0.128 |
| QTvd | Hasil Gunungapi Tua | 87.961 | 21.695 | 0.247 | 0.091 |
| QTvb | Hasil Gunungapi Tua | 340.188 | 13.746 | 0.040 | -0.115 |

Analisis hubungan antara Sebaran Gerakan Tanah dengan Kemiringan Lereng

Tabel 2 memperlihatkan bobot gerakan tanah pada tiap kelas lereng berkisar dari -0,14 s/d 0,66. Kelas kemiringan lereng 50 s/d 70% dan > 70%, mempunyai rasio gerakan tanah paling tinggi. Kelas kemiringan 15-30% dan 30-50% mempunyai rasio gerakan tanah menengah. Kelas kemiringan lainnya mempunyai rasio gerakan tanah rendah sampai sangat rendah.

Tabel 2. Kerapatan dan nilai bobot gerakan tanah pada tiap kemiringan lereng.

| Kemiringan lereng (%) | Luas (Km ²) | Luas Gerakan Tanah (Km ²) | Tingkat Kerapatan | Bobot |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------|
| 0 – 5 | 400.32 | 5.86 | 0.01 | -0.14 |
| 5 – 15 | 424.06 | 40.54 | 0.10 | -0.06 |
| 15 – 30 | 257.40 | 72.60 | 0.28 | 0.13 |
| 30 – 50 | 114.77 | 57.18 | 0.50 | 0.34 |
| 50 – 70 | 23.27 | 11.67 | 0.50 | 0.35 |
| > 70 | 2.01 | 1.63 | 0.81 | 0.66 |

Analisis hubungan antara Sebaran Gerakan Tanah dengan Tataguna Lahan

Hubungan antara guna lahan dan tutupan lahan terhadap sebaran gerakan tanah memberikan nilai bobot berkisar dari -0,15 s/d 0,22. Kebun, semak belukar dan hutan mempunyai rasio gerakan tanah tinggi. Tegalan/ladang, sawah tadah hujan dan sawah irigasi mempunyai kerapatan sedang. Sedangkan tataguna lahan lainnya mempunyai rasio gerakan tanah rendah hingga sangat rendah.

Tabel 3. Kerapatan dan nilai bobot gerakan tanah pada tiap guna lahan / tutupan lahan.

| Guna lahan / tutupan lahan | Luas (Km ²) | Luas Gerakan Tanah (Km ²) | Tingkat kerapatan | Bobot |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------|
| Air Tawar | 12.486 | 0.578 | 0.046 | -0.109 |
| Gedung | 0.158 | 0.001 | 0.005 | -0.150 |
| Rumput/Tanah Kosong | 0.920 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Tanah Berbatu | 0.336 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Pasir Darat | 0.113 | 0.000 | 0.000 | -0.155 |
| Sawah Tadah Hujan | 155.596 | 14.801 | 0.095 | -0.060 |
| Sawah Irigasi | 190.721 | 11.598 | 0.061 | -0.094 |
| Tegalan/Ladang | 141.418 | 21.361 | 0.151 | -0.004 |
| Pemukiman | 106.471 | 3.108 | 0.029 | -0.126 |
| Kebun | 329.339 | 58.253 | 0.177 | 0.022 |
| Belukar/Semak | 117.395 | 27.287 | 0.232 | 0.077 |
| Hutan | 139.521 | 52.659 | 0.377 | 0.222 |

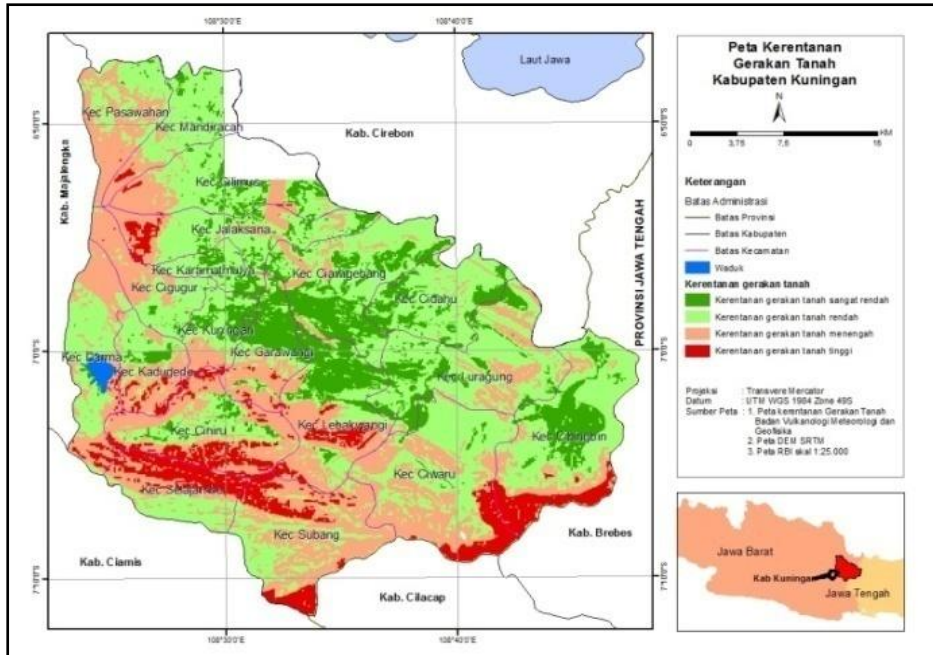
Peta zona kerentanan gerakan tanah dihasilkan dengan melakukan penjumlahan nilai bobot dari peta hasil keselarasan antara peta sebaran gerakan tanah dengan peta geologi, kemiringan lereng dan peta tata guna lahan, dengan menggunakan analisis spasial SIG. Hasil proses penjumlahan ini mempunyai nilai bobot antara -0,565 s/d 0,737, yang kemudian dikelompokkan ke dalam empat kelas berdasarkan pengklasifikasian model standard deviasi dengan menggunakan MapInfo, yaitu zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah, rendah, menengah dan tinggi (Gambar 2). Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah seluas 164,372 km² (11,61%), zona kerentanan gerakan tanah rendah seluas 492,694 km² (34,80%), zona kerentanan gerakan tanah menengah 614,934 km² (43,44%) dan zona kerentanan gerakan tanah tinggi seluas 143,585 km² (10,143%) dari seluruh wilayah Kabupaten Kuningan.

ANALISIS/DISKUSI

Berdasarkan peta hasil analisis, zona kerentanan gerakan tanah menengah terjadi pada kemiringan lereng dari agak terjal hingga terjal dengan vegetasi berupa hutan dan sawah tadah hujan. Batuan dasarnya adalah batupasir tufaan yang berselang seling dengan batulanau dan batulempung Formasi Halang, breksi, lava dan tufa dari Anggota Gununghurip Formasi Halang dan breksi andesit dan breksi tufa dari endapan Lahar dan Lava G. Ciremai. Sedangkan zona kerentanan gerakan tanah tinggi terjadi pada kemiringan lereng dari terjal s/d sangat terjal, dengan vegetasi penutup lereng umumnya kurang, seperti semak/belukar dan tegalan. Batuan dasarnya perselingan batupasir tufaan, batulempung dan batulanau dari Formasi halang dan breksi dan lava dari anggota Gununghurip.

Dari peta hasil zonasi tersebut di atas, beberapa faktor penyebab sering terjadinya gerakan tanah di kawasan Kabupaten Kuningan antara lain :

1. Kemiringan lereng terjal mendekati tegak melebihi 35° menyebabkan material longsor mudah bergerak,



Gambar 2. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah di Kabupaten Kuningan

2. Sifat fisik batuan dasarnya berupa batupasir tufa yang kedap air, sementara tanah pelapukannya yang meluluskan air, sehingga kontak keduanya menjadi bidang lemah dan bertindak sebagai bidang gelincir,
3. Pola penggunaan lahan, pada daerah semak/belukar dan tegalan akibat bukaan atau penebangan hutan yang berada di lereng bagian atas yang tanahnya selalu gembur, sehingga air mudah meresap kedalam tanah, akibatnya bobot tanah bertambah dan tanah menjadi labil dan mudah bergerak. Sedangkan pada daerah sawah tadah hujan, pada musim kemarau menimbulkan tanah retak-retak dan ketika musim hujan air mudah meresap kedalam tanah menjadi jenuh, akibatnya tanah menjadi labil dan mudah bergerak. Selain itu batuan faktor alam juga dapat menyebabkan timbulnya gerakan tanah, seperti lahan hutan yang berada di lereng bagian atas pada tanah berpasir.

Kendala utama dalam melakukan analisis zona kerentanan gerakan tanah adalah ketidakseragaman skala peta parameter yang digunakan sehingga tingkat kedetilan peta yang dihasilkan mengikuti skala terkecil. Disamping itu perlu juga dilakukan uji statistik terhadap peta zona kerentanan gerakan tanah Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana (PVMB) dengan menggunakan SPSS agar tingkat keyakinan analisis ini dapat teruji dan dapat digunakan pada daerah lainnya. Secara visual, pola peta zona kerentanan gerakan tanah ini memiliki kemiripan dengan peta kerentanan dari PVMB.

KESIMPULAN

Dengan pendekatan teknik penginderaan jauh, dapat dilakukan penafsiran dan deliniasi sebaran longsor pada citra untuk membentuk peta sebaran gerakan tanah, yang merupakan salah satu faktor penting bersama dengan parameter lain (litologi, kemiringan lereng dan tata guna lahan) dalam penyusunan peta zona kerentanan gerakan tanah. Sementara dengan pendekatan SIG, memudahkan analisis tumpang tindih peta sebaran gerakan tanah dengan peta parameter (litologi, kemiringan lereng dan tata guna lahan) dan

penyusunan peta zona kerentanan gerakan tanah dengan cukup detail (skala 1:50.000) dengan menggunakan metoda tidak langsung.

Wilayah Kuningan terutama di bagian selatan dan timur laut merupakan daerah yang dikategorikan rawan longsor menengah dan tinggi. Zona ini berada di Kecamatan Selajambe, Kecamatan Subang, Kecamatan Cilebak dan sebagian Kecamatan Cibingbin.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian Geoteknologi–LIPI yang telah memberikan kesempatan melaksanakan penelitian ini. Penelitian ini dapat terlaksana melalui dana Insentif RISTEK Tahun Anggaran 2011. Terima kasih pula disampaikan kepada Bapak Suwijanto, atas diskusi dan menyumbangkan pemikiran dalam interpretasi longsor dari Citra Landsat.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN 2005. *Penyusunan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah*, SNI 13-7124-2005.
- Budhitrisna, T., 1986. *Peta geologi lembar Tasikmalaya, Jawa Barat, skala 1:100.000*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Mudrik R Daryono dkk, 2007. *Penyelidikan Geoteknik Gerakan Tanah Tipe Rayapan Di Kampung Salawangi, Kecamatan Salawu, Tasikmalaya*. Laporan Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI tahun 2007 (tidak dipublikasikan).
- Djuri, 1995. *Peta geologi lembar Arjawinangun, Jawa, skala 1:100.000*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Kastowo dan Sumarna, 1996, *Peta Geologi Lembar Majenang, skala 1:100.000*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Nichols, D.R., and Edmunson, 1975. *Text to Slope Map of Part of West Central King Country*. Washington – US.Geol.Survey Misc. Geol. Inv. Map I – 825 – E, Scale 1 : 48.000
- Noor, Djauhari., 2005, *Geologi Lingkungan*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Prahasta, E., 2001, *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*, Informatika Bandung
- Silitonga, P. H., Masria, M., dan Suwarna, N., 1996. *Peta Geologi Lembar Cirebon, Jawa, skala 1:100.000*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Tohari A., dkk., 2006. *Penelitian Kondisi Kestabilan Lereng Kupasan di Jalan Raya Cadas Pangeran, Desa Cigendel, Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang*. Laporan Teknis, Kegiatan Penelitian Pengkajian Teknologi Mitigasi Bencana, No.:797D/IPK.1/OT/2006, Sub kegiatan 4977.0345, Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI (tidak dipublikasikan).