

Zonasi Potensi Rawan Gerakan Tanah di Kecamatan Wates Kabupaten Blitar dengan Metode Storie

Dina A Chusniyah¹, Didik Yudianto²

¹ Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia. E-mail: dinaasmaul@trisakti.ac.id

² Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Indonesia. E-mail: dy_geofisika@yahoo.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci :

Kerawanan gerakan tanah,
Metode Storie, Overlay

Cara Sitasi :

Chusniyah; Yudianto.
(2019). Zonasi Potensi
Rawan Gerakan Tanah di
Kecamatan Wates
Kabupaten Blitar dengan
Metode Storie. *Indonesian
Physical Review*, 2(1).

DOI

<https://doi.org/10.29303/ipt.v2i1.15>

ABSTRAK

Zonasi potensi rawan gerakan tanah dengan metode storie di kecamatan Wates bertujuan untuk mengetahui sebaran daerah potensi gerakan tanah serta dapat memetakan daerah yang berpotensi terjadinya gerakan tanah. Metode storie merupakan salah satu metode aplikasi untuk menentukan tingkat kerentanan gerakan tanah dengan modifikasi parameter. Parameter yang digunakan dalam metode storie ini adalah tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis tanah dan curah hujan. Untuk menentukan bobot dari masing-masing parameter dapat digunakan tabel klasifikasi pemanfaatan lahan, kemiringan lereng, kepekaan jenis tanah terhadap tingkat erosi dan curah hujan. Berdasarkan hasil metode storie diperoleh hasil analisis bobot yaitu: 0.001, 0.016, 0,081, 0, 256 dan 0.625, dengan nilai kelas bobot < 0.001 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah sangat rendah, nilai kelas bobot 0.001-0.016 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah rendah, nilai kelas bobot 0.016 - 0.081 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah sedang, nilai kelas bobot 0.081-0.256 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah tinggi dan nilai kelas bobot > 0.256 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah sangat tinggi. Sedangkan dengan Koreksi titik sampel hasil overlay lima peta diperoleh hasil tingkat kerawan gerakan tanah rendah, tingkat kerawan gerakan tanah menengah dan tingkat kerawan gerakan tanah tinggi. Kondisi kerawanan gerakan tanah ini diperoleh berdasarkan koordinat geografis di peta dan GPS, koreksi titik sampel, koordinat UTM GPS dan berdasarkan ketinggian tanah di kecamatan Wates Kabupaten Blitar.

Copyright © 2019 IPR. All rights reserved.

Pendahuluan

Kabupaten Blitar merupakan salah satu kawasan di Jawa Timur dengan kondisi geologi berupa pegunungan vulkanik pada bagian utara dan bagian selatan merupakan dataran rendah. Dengan adanya kawasan pegunungan pada bagian utara inilah membuat Kabupaten Blitar termasuk dalam zona rentan pergerakan tanah [1].

Bencana alam yang diakibatkan longsor lahan selalu terjadi dari waktu ke waktu dan bahkan akhir-akhir ini semakin tinggi intensitasnya. Hal ini karena semakin meluasnya pemanfaatan lahan yang mempunyai tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana alam untuk kegiatan

penduduk. Aktivitas penduduk dalam memanfaatkan lahan untuk kepentingan hidupnya sering memicu terjadinya bencana alam berupa tanah longsor. Usaha penanggulangan bencana alam akibat tanah longsor perlu dilakukan untuk mengurangi seminimal mungkin adanya korban jiwa, kerugian harta benda, serta sarana dan prasarana.

Kecamatan Wates terletak di Kabupaten Blitar bagian selatan dengan satuan morfologi perbukitan sedimen di sebelah Timur Kali Lemon dan sebelah Selatan Kali Brantas. Sebagai sungai terbesar, Kali Brantas merupakan pemisah dari batuan tersier di bagian selatan dengan endapan aluvial di bagian utaranya, ditinjau dari aspek kesuburan lahannya juga berbeda. Demikian juga keterdapatan air tanahnya, di bagian utara mempunyai potensi yang lebih besar jika dibandingkan dengan Blitar bagian selatan [2]. Perbukitan bergelombang yang terletak di wilayah Blitar selatan mempunyai ciri kemiringan landai, antara 10-30% membentuk punggung bukit yang tidak teratur. Karena lokasi Wates termasuk kawasan Blitar selatan yang memiliki kemiringan di atas 15% maka lokasi ini berpotensi cukup besar untuk terjadi longsor pada saat terjadi gempa bumi.

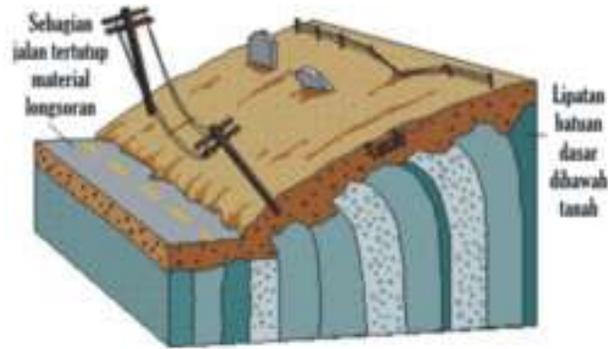
Proses pemetaan potensi rawan gerakan tanah di Kecamatan wates Kabupaten Blitar dapat diidentifikasi secara cepat, mudah dan akurat melalui metode skoring dengan menggunakan parameter gerakan tanah, yaitu: geologi, curah hujan, kemiringan lereng, dan pengembangan lahan. Penelitian ini mempunyai tujuan: a) untuk mengetahui tingkat kerawanan tanah longsor untuk berbagai unit tanah, b) mengetahui faktor dominan penyebab tingkat kerawanan tanah longsor yang ada.

Metode yang digunakan untuk menentukan rawan terhadap gerakan tanah di Kecamatan Wates Kabupaten Blitar ini yaitu metode indeks storie. Metode indeks storie merupakan salah satu metode aplikasi untuk menentukan tingkat kerentanan gerakan tanah [3,4] dengan modifikasi parameter pada Indeks Storie.

Teori dan Perhitungan

Gerakan tanah (Tanah longsor) adalah perpindahan material pembentuk lereng yang berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran yang bergerak keluar lereng. Menurut Dwikorita Karnawati (2001), gerakan massa tanah yang terjadi pada suatu wilayah dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan fisik dan tataguna lahan daerah tersebut [5]. Faktor lingkungan fisik yang mempengaruhi gerakan massa tanah/batuan antara lain kemiringan lereng, kondisi geologi (jenis batuan, sesar, kekar, dan tingkat pelapukan batuan), tekstur dan permeabilitas tanah, indeks plastisitas, iklim (curah hujan dan suhu), dan tata air. Kecepatan pergerakan tanah dan batuan pada lereng itu sangat bervariasi yang tergantung pada besarnya kemiringan lereng dan posisi lereng yang longsor. Secara umum gerakan tanah pada lereng-lereng dengan kemiringan lebih curam 30° (kemiringan lebih 60%) berlangsung sangat cepat sehingga para penghuni lereng tersebut tidak sempat untuk menyelamatkan diri. Lereng-lereng tersebut umumnya terletak di bagian atas atau bagian tengah lereng bukit atau gunung. Sedangkan pada lereng dengan kemiringan 20° (kemiringan lereng 40%) atau lebih landai, umumnya hanya gerakan yang berupa rayapan.

Seperti tampak pada Gambar 1, lereng-lereng ini umumnya terletak pada bagian bawah atau bagian kaki bukit. Kejadian gerakan tanah baik yang berlangsung sangat cepat ataupun lambat, selalu diawali dengan gejala atau tanda-tanda. Gejala awal yang sering muncul adalah terjadinya retakan-retakan pada tanah berbentuk lengkung memanjang (biasanya berbentuk tapal kuda) di sepanjang lereng yang akan longsor, retaknya fondasi, lantai dan



Gambar 1. Rayapan tanah [6]

tembok bangunan, miringnya pohon-pohon dan tiang-tiang listrik pada lereng, dan munculnya rembesan-rembesan air pada lereng setelah hujan, tampak seperti Gambar 2 berikut ini



Gambar 2. Gejala awal terjadinya gerakan tanah [6]

Longsor lahan merupakan proses geomorfologi yakni proses Bergeraknya tanah dan batuan secara besar-besaran menuruni lereng secara lambat hingga cepat oleh pengaruh langsung gravitasi. Dalam keadaan alami proses geomorfologi berjalan normal, namun kenyataannya sekarang akibat aktivitas manusia dalam menggunakan dan mengelola sumber daya alam tanpa memperhatikan konservasi tanah dan airnya maka menyebabkan proses geomorfologi yang dipercepat sehingga menghasilkan proses longsor lahan yang lebih besar. Hal ini yang menyebabkan kerusakan sumber daya alam dan kerugian bagi penduduk setempat maupun penduduk sekitar. Klasifikasi longsor lahan meliputi: luncuran (*slump*), runtunan (*debris slides*), runtunan jatuh (*debris fall*), longsor batuan (*rock slide*), runtunan jatuh (*rock fall*) [6].

Metode Eksperimen

Metode yang digunakan untuk menentukan rawan terhadap gerakan tanah di Kecamatan Wates Kabupaten Blitar ini yaitu metode indeks storie. Metode indeks storie merupakan salah satu metode aplikasi untuk menentukan tingkat kerentanan gerakan tanah [3,4] dengan modifikasi parameter pada Indeks Storie sebagai berikut:

$$L = A \times B/10 \times C/10 \times D/10 \quad (1)$$

dimana :

L = tingkat kerentanan

A = tataguna lahan

B = kemiringan lereng

C = Jenis tanah

D = curah hujan

Hasil dan Diskusi

Kabupaten Blitar secara astronomis terletak pada koordinat $111^{\circ}40'41.71''\text{BT}$ - $112^{\circ}10'16.1''\text{BT}$ dan $7^{\circ}58'52.94''\text{LS}$ - $8^{\circ}9'5.64''\text{LS}$. Kabupaten Blitar berbatasan dengan Kabupaten Kediri di sebelah Utara dan Kabupaten Malang disebelah Timur. Samudera Indonesia disebelah Selatan dan Kabupaten Tulungagung di sebelah Barat. Kabupaten Blitar secara geomorfologi terdiri atas dataran alluvial, lembah sesar, perbukit sesar, perbukitan sinklin, perbukitan homoklin dan intrusi berupa dyke. Stratigrafi daerah Wates Kabupaten Blitar dimulai pada Oligosen Akhir hingga Miosen Awal (N1-N7) yaitu Satuan tuf Mandalika yang memiliki hubungan menjari dengan Satuan breksi Mandalika secara lateral. Satuan tuf Mandalika dan Satuan breksi Mandalika diendapkan pada lingkungan laut. Kemudian diendapkan Satuan Batugamping Campurdarat secara tidak selaras secara horizontal pada Miosen Awal sampai Miosen Tengah (N8 - N10) yang diendapkan di neritik tepi.

Stratigrafi Kecamatan wates Kabupaten Blitar masuk dalam formasi satuan tuf mandalika dengan jenis tanah Andosol, Grumosol, Podsol yang memiliki tingkat kepekaan terhadap erosi dengan bobot 4, dengan jenis tanah Gamping atau karbonat dengan intensitas curah hujan sekitar 1500-2000 yang memiliki bobot 1. Hal ini yang menyebabkan Kecamatan Wates cukup berpotensi terjadi tanah longsor. Kondisi tanah yang tebal dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi dan kondisi tanah yang miring cukup rawan terjadi tanah longsor. Pernyataan ini mengacu pada Tabel 1. Tentang Klasifikasi pemanfaatan Lahan, Tabel 2. Kalsifikasi kemiringan lereng, Tabel 3. Klasifikasi kepekaan jenis tanah terhadap tingkat erosi dan Tabel 4. Klasifikasi intensitas curah hujan.

Dengan pendekatan modifikasi Indeks Storie, penentuan tingkat kerentanan gerakan tanah di Kecamatan Wates Kabupaten Blitar dapat ditentukan dengan empat (4) parameter, yaitu :

1. Tataguna lahan Klasifikasi dan penentuan nilai bobot pembuatan peta tataguna lahan, seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.
2. Kemiringan lereng Terdapat tiga tipe lereng yang rentan bergerak menurut Karnawati (2003), yaitu:
 - a. Lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah residu yang didasari oleh batuan atau tanah yang lebih kompak,
 - b. Lereng yang tersusun oleh perlapisan batuan yang miring searah kemiringan lereng mau pun berlawanan dengan kemiringan lereng,
 - c. Lereng yang tersusun oleh blok-blok batuan.

Tabel 1. Klasifikasi Pemanfaatan Lahan [5].

Kelas Tataguna Lahan	Tingkat Erosi	Bobot
Hutan tidak sejenis	Tidak peka terhadap erosi	1
Hutan sejenis	Kurang peka terhadap erosi	2
Perkebunan	Agak peka terhadap erosi	3
Permukiman, Sawah, Kolam	Peka terhadap erosi	4
Tegalan, Tanah terbuka	Sangat peka terhadap erosi	5

Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lereng [7].

Kemiringan (%)	Kelas Lereng	Satuan Morfologi	Bobot
0 – 8	Datar	Dataran	1
> 8 – 15	Landai	Perbukitan berelief halus	2
>15 – 25	Agak Curam	Perbukitan berelief sedang	3
> 25 – 45	Curam	Perbukitan berelief kasar	4
> 45	Sangat Curam	Perbukitan berelief sangat kasar	5

3. Jenis tanah

Klasifikasi dan penentuan nilai bobot jenis tanah dilakukan berdasarkan tingkat kepekaan erosi jenis tanah di tunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi kepekaan jenis tanah terhadap tingkat erosi [8].

Jenis Tanah	Tingkat Erosi	Bobot
Alluvial, Glei	Tidak peka terhadap erosi	1
Latosol	Sedikit peka terhadap erosi	2
Brown Forest, Mediteran	Agak peka terhadap erosi	3
Andosol, Grumosol, Podsol	Peka terhadap erosi	4
Regosol, Litosol, Organosol	Sangat peka terhadap erosi	5

4. Curah hujan

Klasifikasi dan penentuan nilai bobot pembuatan peta curah, digunakan asumsi hujan minimum hingga maksimum terhadap kerentanan gerakan tanah ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi intensitas curah hujan [9].

Jenis Tanah	Tingkat Erosi	Bobot
< 2.000	Kering	1
2.000 – 2.500	Sedang/lembab	2
2.500 – 3.000	Basah	3
> 3.000	Sangat basah	4

Berdasarkan hasil overlay peta kemiringan lereng, topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates yang sudah terkuantisasi diperoleh tabel penentuan titik kerentanan gerakan tanah berdasarkan nilai CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow dan Black*)

Tabel 6. Penentuan titik kerentanan gerakan tanah berdasarkan nilai CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow dan Black*)

Titik	Peta Geologi	Peta Curah Hujan	Peta Topografi	Peta Kemiringan lereng	Peta Pengembangan Lahan	Skor
Titik 1(a27,14)	0	10	10	10	5	3,5
Titik 2(a31,19)	5	10	10	10	5	4
Titik 3(a35,11)	0	10	10	10	5	3,5
Titik 4(a41,10)	5	10	10	10	5	4
Titik 5(a41,19)	5	10	10	10	5	4
Titik 6(a21,23)	0	10	10	10	5	3,5
Titik 7(a27,23)	5	10	10	10	5	4
Titik 8(a41,23)	5	10	10	10	5	4
Titik 9(a40,27)	5	0	10	10	5	3
Titik 10(a27,31)	5	0	10	10	5	3
Titik 11(a20,39)	0	0	10	0	10	2
Titik 12(a15,30)	0	0	10	10	0	2
Titik 13(a37,26)	5	0	10	10	5	3
Titik 14(a37,32)	5	0	0	10	5	2
Titik 15(a36,33)	5	0	10	10	5	3
Titik 16(a39,36)	5	0	10	0	5	2
Titik 17(a35,36)	5	0	10	10	5	3
Titik 18(a25,36)	5	0	10	0	5	2

Keterangan:

1 = Kerentanan Gerakan Tanah Sangat Rendah 2 = Kerentanan Gerakan Tanah Rendah
3 = Kerentanan Gerakan Tanah Menengah 4 = Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi

Berdasarkan tabel 6. maka dapat dianalisis, bahwa pada titik 1, 3 dan 6 dengan skor 3,5 menunjukkan bahwa di titik tersebut memiliki kerentanan gerakan tanah antara menengah-tinggi, pada titik 2, 4, 5, 7, 8 dan 10 dengan skor 4 memiliki kerentanan gerakan tanah tinggi, pada titik 9, 13 dan 17 dengan skor 3 memiliki kerentanan gerakan tanah menengah. Sedangkan pada titik 11, 12, 14, 15 dan 16 dengan skor 2 memiliki kerentanan gerakan tanah rendah.

Tabel 7. Koreksi titik sampel hasil *overlay* lima peta

No.	Nama Kecamatan	Nama Desa	Titik	Koord Geografis		Koreksi Titik Sampel	Koord UTM GPS	h	Keterangan
				Peta (x,y)	GPS (x',y')				
1	Wates	Tugurejo	1	(8°18'03" LS,	(8°18'7"LS,	(0,12 km,	(0649017,	432 m	RGTT
				112°20'7" BT)	112°20'30" BT)	0,40 km)	9083203)		
			2	(8°18'22" LS,	(8°18'37"LS,	(0,46 km,	(0652240,	382 m	RGTM
				112°21'6" BT)	112°21'9" BT)	0,09 km)	9083657)		
		3	(8°18'41" LS,	(8°18'51"LS,	(0,30 km,	(0650931,	357 m	RGTR	
			112°21'5" BT)	112°21'9" BT)	0,12 km)	9081679)			
		4	(8°18'68" LS,	(8°18'70"LS,	(0,06 km,	(0650360,	376 m	RGTM	
			112°20'8" BT)	112°20'18" BT)	0,30 km)	9081498)			
		5	Sukorejo	(8°18'4" LS,	(8°18'5"LS,	(0,03 km,	(0650363,	379 m	RGTM
				112°21'6" BT)	112°21'11" BT)	0,15 km)	9081502)		

Keterangan :

RGTR: Rawan Gerakan Tanah Rendah

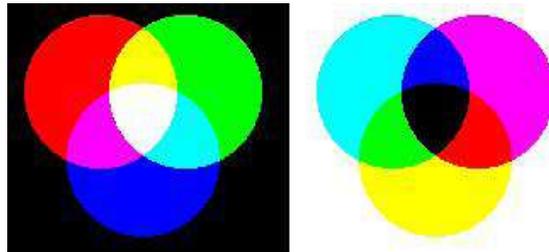
RGTM: Rawan Gerakan Tanah Menengah

RGTT: Rawan Gerakan Tanah Tinggi

Berdasarkan Tabel 7., koreksi titik sampel hasil *overlay* lima peta maka dapat dianalisis bahwa pada batas administrasi Desa Tugurejo terdapat 4 titik potensi gerakan tanah. Titik 1 terdapat pada koordinat 8°18'03"LS dengan koreksi titik sampel sebesar 0,12 km, sedang pada koordinat 112°20'7"BT terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,40 km dengan ketinggian 423 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah tinggi); titik 2 yang terdapat pada koordinat 8°18'22"LS dengan koreksi titik sampel sebesar 0,46 km, sedang pada koordinat 112°21'6"BT terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,09 km dengan ketinggian 382 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah); titik 3 terdapat pada koordinat 8°18'41"LS dengan koreksi titik sampel sebesar 0,30 km, sedang pada koordinat 112°21'5"BT terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,12 km dengan ketinggian 357 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah rendah); titik 4 terdapat pada koordinat 8°18'68"LS dengan koreksi titik sampel sebesar 0,06 km, sedang pada koordinat 112°20'18"BT terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,30 km dengan ketinggian 376 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah), sedangkan batas administrasi Desa Sukorejo hanya terdapat 1 titik potensi gerakan tanah, yaitu pada koordinat 8°18'4"LS koreksi titik sampel sebesar 0,03 km, sedang pada koordinat 112°21'6"BT terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,15 km dengan ketinggian 379 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah). Koreksi titik sampel diperoleh dari selisih antara koordinat pada GPS dan koordinat pada peta, kemudian dibagi dengan 3600 detik dan dikalikan dengan 111 km, sehingga diperoleh nilai koreksi titik sampel. Ke lima titik potensi rawan gerakan tanah di atas terletak pada kemiringan landai-miring-agak curam, agak miring-curam, dan sangat curam, dengan

lereng 2-15%, 15-40% dan >40%, dan terletak pada Formasi Mandalika dan Formasi Wonosari.

Cara mentransforasi citra warna menjadi citra *grayscale*, yaitu dengan menghitung rata-rata elemen warna *Red*, *Green*, dan *Blue* atau menghitung rata-rata elemen warna CMYK. Model CMYK (Cyan, Magenta, Yellow dan Black) adalah suatu model substractive yang berhubungan dengan penyerapan warna, sebagai contoh pigment warna cat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pigment warna cat

Semakin lama warna peta hasil *overlay* semakin tidak bagus, hal ini terjadi karena banyaknya percampuran warna yang dilakukan saat proses *overlay*, sehingga menjadikan hasil peta yang diperoleh kurang menarik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil metode storie diperoleh hasil analisis bobot yaitu: 0.001, 0.016, 0,081, 0, 256 dan 0.625, dengan nilai kelas bobot < 0.001 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah sangat rendah, nilai kelas bobot 0.001-0.016 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah rendah, nilai kelas bobot 0.016 - 0.081 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah sedang, nilai kelas bobot 0.081-0.256 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah tinggi dan nilai kelas bobot > 0.256 dengan tingkat kerawanan gerakan tanah sangat tinggi. sedangkan dengan Koreksi titik sampel hasil *overlay* lima peta diperoleh hasil tingkat kerawan gerakan tanah rendah, tingkat kerawan gerakan tanah menengah dan tingkat kerawanan gerakan tanah tinggi. Kondisi kerawanan gerakan tanah ini diperoleh berdasarkan koordinat geografis di peta dan GPS, koreksi titik sampel, koordinat UTM GPS dan berdasarkan ketinggian tanah di kecamatan Wates Kabupaten Blitar.

Daftar Pustaka

- [1] Aisyah, M., Utama, W., dan Lestari, W. 2017. *Analisis Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor Berdasarkan Zona Water Content Di Desa Olak Alen Kecamatan Selorejo, Blitar*. Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No. 2 (2017), 2337-3520.
- [2] Faturrachman, D. & Suyanto, B. 2002. *Pengembangan Wilayah Blitar Selatan Berbasis Sumberdaya alam dan Masyarakat dalam Rangka Menunjang Pengembangan Kawasan Selatan Jawa Timur (KSJT)*. Jakarta: Kerjasama Badan Penelitian dan pengembangan Daerah Kabupaten Blitar dengan BPPT: Jakarta.
- [3] Sitorus, S. R. P. 1995. *Evaluasi Sumber Daya Lahan*. Tarsito. Bandung. Hal 2.

- [4] Arifin, S., Carolila, I., Winarso, G., 2006. Implementasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Longsor (Propinsi Lampung). *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital*, 3 (1), 77-86.
- [5] Karnawati, Dwikorita. 2001, *Pengenalan Daerah Rentan Gerakan Tanah dan Upaya Mitigasinya*, Makalah Seminar Nasional Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor, Semarang 11 April 2002, Semarang: Pusat Studi Kebumihan Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro.
- [6] Kementerian ESDM. 2004. *Gerakan Tanah*. Buklet Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Maret 2004
- [7] Van Zuidam, R.A., 1983. *Guide to Geomorphological Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. ITC, Enschede, The Netherlands.
- [8] Sobirin, S., 2013. Pengolahan Sumber Daya Air Berbasis Masyarakat. Presentasi disampaikan pada Seminar Reboan Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Tanggal 8 Mei 2012, Bandung.
- [9] Puslit Tanah, 2004. *Klasifikasi Intersitas Curah Hujan*. Puslit Tanah, Bogor.