

**KORELASI SPASIAL ANTARA TINGKAT PERKEMBANGAN TANAH
DENGAN TINGKAT KERAWANAN GERAKAN MASSA DI DAS
KAYANGAN KABUPATEN KULON PROGO
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

*Spatial Correlation of Soil Genesis and Mass Movement at Kayangan Watershed,
Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta*

Oleh

Junun Sartohadi dan Rina Purwaningsih

*Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada
Bulaksumur, Telp (0274) 902337, Fax (0274) 589595*

ABSTRACT

The objectives of this research were: (1) to study the degree of soil development, and (2) to study the spatial correlation between the degree of soil development and the degree of mass movement susceptibility in the research area.

The sampling method applied in this research was stratified sampling. Soil mapping units were applied as strata. The sample within strata was determined according the degree of mass movement susceptibility. The degree of soil development was determined using quantitative method of color indices and profile index. The color indices were Buntley-Westin (B-W), Harden (H), and Hurst. The profile index was determined using solum, texture, structure, and soil consistency. The degree of mass movement susceptibility map was taken from PSBA UGM (2001). Spatial correlation between the soil development map and the mass movement susceptibility map was analyzed using "error matrix"

The result of this research indicated that the degree of soil development in the research area could be classified into three classes, i.e.: class 1 (weakly developed soil), class 2 (moderately developed soil), class 3 (strongly developed soil). The degree of mass movement susceptibility was classified into three classes, i.e.: class 1 (low susceptibility), class 2 (moderate susceptibility), and class 3 (high susceptibility). The result of error matrix calculation between mass movement susceptibility and soil development were 9,56%; 21,69%; 30,21% for BW+Ha, Hurst, and Profile indices respectively. These values showed that there were low spatial correlations between the degree of soil development and mass movement susceptibility in the study area.

Keywords: *Spatial Correlation, The Degree of Soil Development, and The Degree of Mass Movement Susceptibility*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Degradasi lahan merupakan masalah lingkungan fisik yang cenderung menyebabkan turunnya permukaan bumi. Menurut Thornbury (1958) tiga jenis proses degradasi adalah pelapukan (*weathering*), gerakan massa (*mass-movement*), dan erosi (*erosion*). Penyebab terjadinya gerakan massa adalah adanya gaya gravitasi bumi yang bekerja pada suatu material batuan dan atau tanah sebagai massanya. Gaya gravitasi tersebut mengakibatkan terjadinya ketidakstabilan lereng. Suatu lereng akan menjadi tidak stabil apabila keseimbangan gaya gesek antara material gerakan massa dengan bidang gelincirnya terganggu. Ketidakstabilan pada suatu lereng biasanya dipicu oleh adanya curah hujan yang tinggi dan getaran/gempa.

Tingkat kerawanan gerakan massa pada daerah dengan kondisi tanah yang belum berkembang dengan tanah yang telah mengalami perkembangan akan berbeda. Meskipun sama-sama memiliki kemiringan lereng yang terjal, tanah yang telah berkembang mungkin akan lebih berisiko mengalami gerakan massa. Hal tersebut disebabkan karena tanah yang telah berkembang tingkat memiliki solum tebal, selain itu tanah yang berkembang cenderung bertekstur lempungan pada tanah lapisan bawah. Air yang masuk ke tanah akan terhenti di atas lapisan tanah yang didominasi oleh lempung. Lapisan tanah tersebut bersifat

relatif impermeabel (kedap air) dan akan menjadi bidang gelincir jika ada air hujan yang masuk. Sementara itu pada tanah lempungan yang bertumpu di atas batuan kedap air dan terletak pada lereng miring, infiltrasi air hujan akan terhenti di atas batuan dasar yang kedap air sehingga tanah di bagian bawah menjadi jenuh. Hal tersebut menyebabkan bidang kontak antara lapisan tanah dengan batuan dasar menjadi licin sehingga lapisan tanah di atas batuan dasar lebih mudah mengalami longsor.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kayangan merupakan salah satu Sub DAS Progo. DAS Kayangan ini tercakup dalam tiga kecamatan di Kabupaten Kulon Progo, yaitu Kecamatan Giri-mulyo, Kecamatan Nanggulan, dan Kecamatan Samigaluh serta sebagian kecil Kecamatan Kaligesing di Kabupaten Purworejo (lihat Gambar Peta Situasi). Dari keempat kecamatan tersebut mempunyai bentuklahan yang bervariasi yaitu bentuklahan asal struktural, bentuklahan asal proses denudasional, dan bentuklahan asal proses fluvial. Ketiga satuan bentuklahan tersebut diduga mempunyai tingkat kerawanan gerakan massa yang berbeda-beda.

Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji perkembangan tanah di daerah penelitian yang dicirikan oleh indeks warna dan indeks profil.

2. Mengkaji bagaimana hubungan secara spasial antara tingkat perkembangan tanah dengan tingkat kerawanan gerakan massa di daerah penelitian.

Tinjauan Pustaka

Geomorfologi adalah ilmu yang mengkaji bentuklahan, proses, genesis, dan lingkungan permukaan bumi (Verstappen, 1983). Dalam geomorfologi itu sendiri bentuklahan disajikan sebagai hasil dari hubungan antara beberapa faktor yaitu topografi/morfologi, proses geomorfologi, material (litologi), struktur geologi, dan waktu. Faktor waktu berperan selama terjadinya proses geomorfologi seperti tingkat perkembangan bentuklahan yang tercermin pada kondisi relief yang tidak teratur termasuk proses erosi, pelapukan dan proses gerakan massa (Dibyosaputro, 2001).

Karakteristik bentuklahan akan berpengaruh terhadap kondisi tanahnya. Tanah merupakan suatu sistem dinamik yang teratur. Proses pembentukan tanah merupakan akibat kenyataan bahwa dari luar tanah menerima energi-energi tertentu yang di dalam jangka waktu tertentu berubah dengan teratur (Darmawijaya, 1990). Faktor pembentuk tanah merupakan faktor yang menentukan jenis-jenis tanah. Secara garis besar faktor pembentuk tanah terdiri dari bahan induk dan faktor lingkungan yang mempengaruhi berubahnya bahan induk

menjadi tanah (Hardjowigeno, 1993). Faktor pembentuk tanah sebenarnya sangat banyak tetapi yang terpenting menurut Jenny (1941) dalam Hardjowigeno (1993) adalah iklim, organisme, relief, bahan induk, dan waktu. Faktor-faktor lain misalnya; gravitasi, gempa bumi dan lain-lain.

Menurut Darmawijaya, 1990 hasil eluviasi dalam gerakannya ke bawah akan memasuki lapisan yang keadaan fisiko-kimianya baru, sehingga basa tertentu akan ditahan oleh proses adsorpsi lempung yang juga turut turun dan mengakibatkan kurang asamnya lapisan ini. Tertahannya bahan yang terlindi dari atas mungkin juga disebabkan karena adanya lapisan yang tak dapat dilalui lagi. Banyaknya basa (antara lain yang terbanyak Ca) juga menyebabkan makin kecilnya daya dispersi bahan tertentu yang berakibat pula tertahannya bahan-bahan tertentu terutama koloid. Lapisan inilah yang disebut horison illuviasi dan membentuk horison B. Horison B mulai dibangun dari dasar ke atas. Ciri fisik yang paling menonjol dari horison B ialah kemampatannya (*compactness*) disebabkan karena penimbunan butir-butir halus dari lapisan atas, dan memberikan tekstur yang lebih halus pada horison B dibandingkan dengan horison A dan bahan induk.

Penilaian perkembangan tanah secara kuantitatif sangat diperlukan karena dalam umur yang relatif sama,

tanah dapat berbeda perkembangannya tergantung dari variasi faktor-faktor pembentuk tanahnya. Birkeland (1999) telah membuat tiga tingkatan perkembangan profil tanah, yaitu; perkembangan lemah, perkembangan sedang, dan perkembangan kuat. Pada perkembangan lemah urutan horison tanahnya adalah A/C_{ox} atau $A/Bw/C_{ox}$. Perkembangan profil tanah sedang apabila urutan horison tanahnya adalah $A/Bt/C_{ox}$ atau $A/E/Bs/C_{ox}$ atau $A/Bt/Bk/C_{ox}$. Perkembangan kuat pada profil tanah hampir sama dengan perkembangan sedang, akan tetapi horison B lebih tebal, warna cenderung lebih merah, kandungan lempung lebih banyak, serta mempunyai perkembangan struktur.

Kondisi medan dan karakteristik medan yang telah diamati dan diukur dari analisis peta, interpretasi foto udara, kerja lapangan dan analisis laboratorium, merupakan informasi dasar dalam mengkaji mengapa di suatu medan kejadian longsorannya sangat variatif dan intensif dibandingkan dengan proses longsor di suatu medan yang berbeda. Tanah tebal dan berkembang pada material yang menempati pada lereng yang curam sangat mudah mengalami longsor oleh karena ketidak paduan massa tanah. Aspek tanah yang diperhatikan secara keruangan adalah jenis tanah yang menunjukkan sifat morfologi tanah, dan perkembangan tanah yang dapat mempengaruhi proses longsor. Selain jenis tanah, sifat tanah

yang merupakan diagnosis penyebab terjadinya longsor adalah sifat morfologi profil tanah, terutama pada profil tanah yang memiliki horison B (Worosuprodjo, 2002).

Hipotesis

1. Tingkat perkembangan tanah di daerah penelitian bervariasi karena faktor-faktor pembentuk tanah di daerah penelitian sangat beragam.
2. Perkembangan tanah dengan tingkat kerawanan gerakan massa di daerah penelitian mempunyai hubungan spasial yang positif, hal ini berdasar pada penelitian yang telah dilakukan oleh Worosuprodjo (2002).

METODE

Penelitian ini menggunakan bahan berupa Peta Tanah (Fakultas Pertanian UGM, 1997) dan Peta Tingkat Kerawanan Tanah Longsor (PSBA UGM, 2001). Pengecekan lapangan untuk mengetahui tingkat perkembangan tanah dilakukan secara *stratified sampling* dengan satuan tanah sebagai strata. Tingkat perkembangan tanah ditentukan berdasarkan indeks Buntley-Westin (1965), Hurts (1977), dan Harden dalam Birkeland (1999) serta indeks Profil (Jamulya, 1986)

Indeks warna Buntley-Westin (1965), mengkonversi nilai *bue* dengan angka ($7,5YR=4$; $10YR=3$; $2,5YR=2$; $5Y=1$). Kemudian angka konversi *bue*

tersebut dikalikan dengan *chroma*-nya. Indeks warna Hurst (1977) diperoleh dengan cara mengkonversi nilai *bue* dalam angka tunggal (5R=5; 7,5R=7,5; 10R=10; 2,5R=12,5; 5YR=15; 7,5YR=17,5; 10YR=20). Nilai *bue* tersebut kemudian dikalikan dengan hasil perbandingan nilai *value* dan *chroma*. Indeks Harden diperoleh dengan cara membandingkan warna tiap horison tanah dengan bahan induk. Setiap perubahan 1 *bue* dan *chroma* masing-masing mempunyai nilai 10. Angka perubahan *bue* ialah (10YR=10, 7,5YR=20, 5YR=30, 2,5YR=40). Dari ketiga indeks warna tersebut di atas nilainya dihitung pada setiap horison dan dikalikan dengan ketebalan horison, kemudian dijumlah dan dibagi dengan tebal profil. Berdasarkan indeks warna menurut Buntley-Westin, Hurst, dan Harden maka diketahui tingkat perkembangan tanahnya, yaitu:

1. Semakin besar nilai indeks warna Buntley-Westin profil tanah semakin berkembang.
2. Semakin kecil nilai indeks warna Hurst profil tanah semakin berkembang.
3. Semakin besar nilai indeks Harden profil tanah semakin berkembang.

Indeks profil merupakan indeks rata-rata tertimbang yang diperhitungkan dengan cara menjumlah angka konversi dikalikan tebal masing-masing horison dan dibagi kedalaman profil (Jamulya,1986). Semakin besar nilai indeks

tekstur, struktur, dan konsistensi dapat diartikan bahwa profil tanah semakin berkembang. Indeks ini diperhitungkan dari pengamatan lapangan yang dikonversi dalam suatu angka, sebagai berikut:

Tabel 1. Indeks Tekstur Tanah

Kelas	Angka konversi
Pasir, pasir geluhan	1
Geluh pasiran, geluh lempung pasiran	2
Geluh debu, geluh lempung debu	3
Geluh lempungan	4

(Sumber: Jamulya,1986)

Tabel 2. Indeks Struktur Tanah

Tipe	Derajat	Angka konversi
Butir tunggal	Tidak ada ikatan	1
Remah	Lemah	2
Masif	Sedang	3
Gumpal	Kuat	4

(Sumber: Jamulya,1986)

Tabel 3. Indeks Konsistensi Tanah

Keadaan lembab	Keadaan basah	Angka konversi
Lepas-lepas	Tak lekat	1
Gembur	Agak lekat	2
Agak teguh-teguh	Lekat	3
Sangat teguh	Sangat lekat	4

(Sumber: Jamulya,1986)

Berdasarkan indeks warna dan indeks profil tersebut di atas dilakukan penilaian untuk setiap satuan tanahnya. Dari hasil perolehan nilai kemudian dibuat skor untuk dijumlah dan dikelompokkan ke dalam tingkat perkembangan tanah dengan 3 tingkat perkembangan yaitu:

Tabel 4. Tingkat Perkembangan Tanah

No	Tingkat Perkembangan	Klas
1	Belum berkembang	1
2	Sedang berkembang	2
3	Berkembang-berkembang lanjut	3

Tingkat kerawanan gerakan massa di daerah penelitian telah diteliti oleh PSBA UGM (2001). Pengecekan ulang sesuai dengan tujuan penelitian dilakukan dengan metode dan teknik yang sama yang pernah dilakukan oleh PSBA UGM (2001) untuk mendapatkan hasil 3 kelas kerawanan gerakan massa sebagai berikut:

Tabel 6. Tingkat Kerawanan Gerakan Massa

No	Kriteria Kerawanan	Klas
1	Rendah	1
2	Sedang	2
3	Tinggi	3

j = kolom

i = baris (klasifikasi)

(referensi)

	1	2	...	k	total baris n_{i+}
1	n_{11}	n_{12}	n_{1k}	n_{1+}	
2	n_{21}	n_{22}	n_{2k}	n_{2+}	
...	n_{k1}	n_{k2}	n_{kk}	n_{k+}	
total kolom n_{+j}	n_{+1}	n_{+2}	n_{+k}	n	

Korelasi spasial antara perkembangan tanah dengan tingkat kerawanan gerakan massa dianalisis dengan melainkan teknik overlay (tumpang susun) antara peta-peta tingkat perkembangan tanah dengan peta tingkat kerawanan gerakan massa. Kuat hubungan antara tingkat perkembangan tanah dengan tingkat kerawanan gerakan massa

dihitung dengan menggunakan *error matrix* sebagai berikut:

Jumlah sampel yang diklasifikasikan adalah:

$$n_{i+} = \sum_{j=1}^k n_{ij}$$

Jumlah sampel sebagai referensi adalah:

$$n_{+j} = \sum_{i=1}^k n_{ij}$$

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n}$$

$$\text{Producer's accuracy} = \frac{n_{ij}}{n_{+j}}$$

$$\text{User's accuracy} = \frac{n_{ii}}{n_{i+}}$$

Dalam penelitian ini peta tingkat kerawanan gerakan massa diasumsikan sebagai data referensi. Sementara itu peta tingkat perkembangan tanah diasumsikan sebagai data klasifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN Tingkat Perkembangan Tanah

Tingkat perkembangan tanah di daerah penelitian ditentukan pada setiap satuan tanah pada kategori subgroup. Di daerah penelitian terdapat 29 SPT dengan satuan tanah berjumlah 19. Mengingat bahwa dalam setiap satu SPT terdiri lebih dari satu satuan tanah maka untuk menentukan tingkat perkembangan tanahnya perlu mempertimbangkan komposisi satuan tanah dalam setiap satuan peta tanahnya. Setiap satuan tanah dalam satu SPT memiliki persentase luas yang berbeda-beda sehingga perlu diperhitungkan dalam penentuan tingkat perkembangan tanah di masing-masing SPT.

Dalam setiap luasan SPT, yang merupakan satuan tanah luasnya hanya 90-95% saja. Sementara yang lainnya merupakan inklusi. Inklusi adalah tanah lain sebagai ikutan yang persentase sebarannya dalam satu SPT <20%. Perhitungan tingkat perkembangan tanah pada masing-masing SPT dilakukan dengan menghitung rata-rata timbang dari presentase luas setiap satuan tanahnya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Keterangan:

- P = Nilai perkembangan tanah pada setiap SPT
 P_1, P_2, \dots, P_n = Nilai perkembangan pada masing-masing satuan tanah
 A_1, A_2, \dots, A_n = Luas masing-masing satuan tanah.

Tanah di daerah penelitian meliputi ordo Entisols, Inceptisols, Vertisols, dan Alfisols. Dalam penelitian ini tanah yang dikategorikan dalam tingkat perkembangan tanah adalah ordo Entisols, Inceptisols dan Alfisols. Sementara tanah yang termasuk dalam ordo Vertisols tidak dimasukkan dalam perhitungan indeks perkembangan tanah. Hal ini disebabkan karena tanah Vertisols merupakan tanah yang telah mengalami proses pencampuran tanah, hal tersebut

mencegah terbentuknya horison diagnostik. Vertisols termasuk dalam *Azonal Soils* yang belum jelas perkembangannya, dan berkembangnya tanah ini dipengaruhi oleh faktor-faktor lokal seperti iklim kering, topografi, dan bahan induk.

Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks Buntley-Westin dan Harden

Perhitungan indeks warna Buntley-Westin dan indeks Harden digabung menjadi satu karena mempunyai kecenderungan yang sama, yaitu bahwa semakin besar nilainya maka profil tanah semakin berkembang.

Tabel 7. Agihan Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks BW+Ha di DAS Kayangan

No	Kelas	Tingkat perkembangan	Luas	%
1	1	Belum Berkembang	2446,1	62,6
2	2	Sedang Berkembang	1121,1	28,7
3	3	Berkembang-Berkembang lanjut	342,1	8,8

Sumber: Hasil Analisis

Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks Hurst

Indeks warna Hurst mempunyai kecenderungan bahwa semakin kecil nilai

indeks Hurst maka profil tanah semakin berkembang.

Tabel 8. Agihan Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks Hurst di DAS Kayangan

No	Kelas	Tingkat perkembangan	Luas	%
1	1	Belum Berkembang	624,7	15,9
2	2	Sedang Berkembang	2313,7	59,2
3	3	Berkembang-Berkembang lanjut	970,9	24,8

Sumber: Hasil Analisis

Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks Profil

Indeks Profil yang merupakan hasil penjumlahan dari indeks tekstur,

struktur, dan konsistensi. Semakin besar nilai indeks tekstur, struktur, dan konsistensi dapat diartikan bahwa profil tanah semakin berkembang.

Tabel 9. Agihan Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks Profil di DAS Kayangan

No	Kelas	Tingkat perkembangan	Luas	%
1	1	Belum Berkembang	843,6	21,6
2	2	Sedang Berkembang	3060,7	78,3
3	3	Berkembang-Berkembang lanjut	4,9	0,1

Sumber: Hasil Analisis

Tingkat Kerawanan Gerakan Massa

Tabel 10. Klasifikasi Tingkat Kerawanan Gerakan Massa

No	Kelas kerawanan	Deskripsi	Luas	
			(ha)	(%)
1	Kelas I (rendah)	Daerah dengan tingkat kerawanan rendah mempunyai kriteria atau batasan operasional bahwa wilayah dengan kemiringan lereng kurang dari 15°, ketebalan tanah lapuk tipis (<1 m), kondisi batuan agak relatif stabil, belum banyak ditemukan indikasi longsoran. Bila terjadi tanah longsor dengan frekuensi longsoran kurang dari 10 kali per tahun	771,7	18,9
2	Kelas II (sedang)	Daerah dengan kemiringan 15-30°, dengan kedalaman lapuk tipis (1-2 m), kondisi geologi/batuan seringkali terpotong oleh patahan/sesar ataupun kekar. Frekuensi longsoran antara 10-25 kali per tahun	1416,9	34,7
3	Kelas III (tinggi)	Wilayah dengan kemiringan lereng lebih dari 30° bahkan di beberapa lokasi mempunyai lereng lebih dari 40°. Batuan banyak terpotong oleh struktur patahan/sesar dan kekar. Ketebalan tanah lapuk cukup tebal (>2 meter), frekuensi terjadinya tanah longsor tinggi yaitu lebih dari 25 kali per tahun dengan skala longsoran antara sedang hingga luas.	1820,4	44,5

Sumber : Analisis Studio PSBA UGM (2001)

Berdasarkan Tabel 10. dapat diketahui bahwa sebagian besar daerah penelitian mempunyai kerawanan gerakan massa tingkat tinggi seluas 1820,4 ha (44,5%), disusul kemudian tingkat sedang seluas 1416,9 ha (34,7%), dan

kelas rendah seluas 771,7 ha(18,9%). Hal ini menunjukkan bahwa di daerah penelitian cukup rawan terhadap terjadinya gerakan massa. Hasil perhitungan error matrix disajikan pada Tabel 11 s/d 13 berikut ini:

Tabel 11. Hasil *Error Matrix* antara Peta Tingkat Perkembangan Tanah Indeks BW+Ha dengan Peta Tingkat Kerawanan Gerakan Massa

Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks BW+Ha	Tingkat Kerawanan Gerakan Massa			Total
	1	2	3	
1	486.500	320.900	0	807.400
2	7.033.100	480.000	194.200	7.707.300
3	7.640.100	4.243.600	1.088.500	12.972.200
Total	15.159.700	5.044.500	1.282.700	21.486.900

Sumber : Hasil Analisis Menggunakan Ilwiys (2003)

Keterangan:

Tingkat perkembangan tanah dengan indeks BW+Ha:

- Kelas 1 = belum berkembang
- Kelas 2 = sedang berkembang
- Kelas 3 = berkembang-berkembang lanjut

Tingkat kerawanan gerakan massa:

- Kelas 1 = rendah
- Kelas 2 = sedang
- Kelas 3 = tinggi

$$\begin{aligned} \text{Overall accuracy} &= \frac{486.500 + 480.000 + 1.088.500}{21.486.900} \times 100 \% \\ &= \frac{2.055.000}{21.486.900} \times 100 \% = 9,56 \% \end{aligned}$$

Producer's accuracy

$$\text{Kelas 1} = \frac{486.500}{15.159.700} \times 100 \% = 3,21 \%$$

$$\text{Kelas 2} = \frac{480.000}{5.044.500} \times 100 \% = 9,52 \%$$

$$\text{Kelas 3} = \frac{1.088.500}{1.282.700} \times 100 \% = 84,86 \%$$

User's accuracy

$$\text{Kelas 1} = \frac{486.500}{807.400} \times 100 \% = 60,26 \%$$

$$\text{Kelas 2} = \frac{480.000}{7.707.300} \times 100 \% = 6,23 \%$$

$$\text{Kelas 3} = \frac{1.088.500}{12.972.200} \times 100 \% = 8,39 \%$$

Tabel 12. Hasil Error Matrix antara Peta Tingkat Perkembangan Tanah Indeks Hurst dengan Peta Tingkat Kerawanan Gerakan Massa

Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks Hurst	Kelas Tingkat Kerawanan Gerakan Massa			Total
	1	2	3	
1	0	807.100	300	807.400
2	4.378.900	1.693.100	1.635.300	7.707.300
3	922.100	9.082.900	2.967.200	12.972.200
Total	5.301.000	11.583.100	4.602.800	21.486.900

Sumber: Hasil Analisis Menggunakan Ilwiys (2003)

$$\text{Overall accuracy} = \frac{0 + 1.693.100 + 2.967.200}{21.486.900} \times 100 \%$$

$$= \frac{4.660.300}{21.486.900} \times 100 \% = 21,69 \%$$

Producer's accuracy

$$\text{Kelas 1} = 0$$

$$\text{Kelas 2} = \frac{1.693.100}{11.583.100} \times 100 \% = 14,62 \%$$

$$\text{Kelas 3} = \frac{2.967.200}{4.602.800} \times 100 \% = 64,47 \%$$

User's accuracy

$$\text{Kelas 1} = 0$$

$$\text{Kelas 2} = \frac{1.693.100}{7.707.300} \times 100 \% = 21,97 \%$$

$$\text{Kelas 3} = \frac{2.967.200}{12.972.200} \times 100 \% = 22,87 \%$$

Tabel 13. Hasil *Error Matrix* antara Peta Tingkat Perkembangan Tanah Indeks Profil dengan Peta Tingkat Kerawanan Gerakan Massa

Tingkat Perkembangan Tanah dengan Indeks Profil	Tingkat Kerawanan Gerakan Massa			
	1	2	3	Total
1	300	807.100	0	807.400
2	1.165.800	6.490.200	51.300	7.707.300
3	3.288.200	9.684.000	0	12.972.200
Total	4.454.300	16.981.300	51.300	21.486.900

Sumber : Hasil Analisis Menggunakan Ilwiys (2003)

$$\begin{aligned} \text{Overall accuracy} &= \frac{300 + 6.490.200 + 0}{21.486.900} \times 100 \% \\ &= 30,21 \% \end{aligned}$$

Producer's accuracy

$$\text{Kelas 1} = \frac{300}{4.454.300} \times 100 \% = 0,0067 \%$$

$$\text{Kelas 2} = \frac{6.490.200}{16.981.300} \times 100 \% = 38,22 \%$$

$$\text{Kelas 3} = 0$$

User's accuracy

$$\text{Kelas 1} = \frac{300}{807.400} \times 100 \% = 0,037 \%$$

$$\text{Kelas 2} = \frac{6.490.200}{7.707.300} \times 100 \% = 84,21 \%$$

$$\text{Kelas 3} = 0$$

Analisis Hubungan Spasial

Analisis spasial dilakukan untuk mengetahui sifat keruangan mengenai tingkat perkembangan tanah dalam kaitannya dengan tingkat kerawanan gerakan massa. Dari keseluruhan hasil perhitungan *error matrix* antara peta tingkat kerawanan gerakan massa dengan peta tingkat perkembangan tanah dengan indeks BW+Ha, Hurst, dan profil di DAS Kayangan, dapat diketahui sejauh mana hubungan antara tingkat kerawanan gerakan massa dengan tingkat perkembangan tanah secara spasial. Dari perhitungan diperoleh hubungan antara kedua hal tersebut tidak sama pada masing-masing indeks perkembangan tanah. Nilai *overall accuracy* dari peta tingkat kerawanan gerakan massa dengan peta tingkat perkembangan tanah dengan indeks BW+Ha, Hurst, dan Profil berturut-turut sebesar 9,56%; 21,69%; 30,21%. Dari nilai-nilai tersebut dapat dikatakan bahwa hubungan antara tingkat kerawanan gerakan massa dengan tingkat perkembangan tanah secara spasial adalah lemah, karena batas minimal suatu nilai keakuratan dikatakan kuat adalah apabila nilai tersebut lebih dari 80%.

Lemahnya hubungan antara tingkat perkembangan tanah dengan

tingkat kerawanan gerakan massa antara lain disebabkan karena sebagian besar daerah penelitian merupakan daerah berbukit dan bergunung, dengan bentuklahan asal proses denudasional dimana proses erosi adalah proses yang aktif. Stadia proses denudasi di daerah penelitian mungkin sudah lanjut sehingga hanya menyisakan lahan dengan kondisi tanah yang telah rusak. Dengan kata lain tanah di daerah penelitian telah/sedang mengalami Entisolisasi. Sementara tanah yang telah rusak termasuk dalam tanah yang belum berkembang.

Kemiringan lereng di daerah penelitian yang umumnya terjal hingga sangat curam, memacu terjadinya proses erosi yang menyebabkan solum tanah dangkal terutama pada posisi topografi lereng atas dan lereng tengah. Terjadinya proses erosi yang terus menerus menyebabkan tanah di daerah penelitian bersolum dangkal dan perkembangan horison lambat jika dibandingkan dengan tanah-tanah di daerah datar.

Bahan induk yang merupakan bahan asal dari proses pembentukan tanah mempunyai peranan penting dalam menentukan jenis tanah yang terbentuk. Perbedaan bahan induk tanah akan

menyebabkan tingkat perkembangan tanah yang berbeda-beda pula. Tanah yang berasal dari bahan induk berupa batuan mudah lapuk akan lebih cepat mengalami proses perkembangan daripada tanah yang berasal dari bahan induk yang sukar mengalami pelapukan. Formasi geologi dan jenis batuan di daerah penelitian berbeda-beda sehingga menyebabkan bahan induk tanah yang ada juga bervariasi. Kondisi bahan induk tanah yang berbeda-beda maka tingkat perkembangan tanahnya tidak dapat dibandingkan.

Satuan tanah yang ada di daerah penelitian sebagian besar tergolong dalam ordo Entisols dan Inceptisols. Entisols merupakan tanah yang masih muda. Menurut Hardjowigeno (1993), pembentukan tanah pada tingkat ini terutama berupa proses pelapukan bahan organik dan bahan mineral, pencampuran bahan organik dan bahan mineral di permukaan tanah dan pembentukan struktur tanah karena pengaruh bahan organik tersebut (sebagai perekat). Hasilnya adalah pembentukan horison A dari horison C dan sifat tanahnya masih didominasi oleh sifat-sifat bahan induknya. Sementara Inceptisols tergolong dalam tanah dewasa, dimana dengan perkembangan lebih lanjut tanah-tanah muda dapat berubah menjadi tanah dewasa yaitu dengan proses pembentukan horison B. Horison B yang terbentuk pada tanah Inceptisols adalah horison Bw yang menunjukkan horison

B yang baru ada perkembangan warna atau perkembangan struktur atau keduanya dengan sedikit atau tanpa akumulasi illuvial bahan tertentu.

Penggunaan indeks warna pada penentuan tingkat perkembangan tanah memberikan hasil yang kurang memuaskan. Warna tanah merupakan sifat tanah yang mudah berubah oleh kondisi setempat seperti kondisi drainase tanah.

Sifat tanah yang diklasifikasikan untuk penentuan tingkat perkembangan tanah hanya meliputi sifat fisik saja yaitu berupa tebal solum, warna, tekstur, struktur, dan konsistensi. Sementara itu penyebab tingkat kerawanan gerakan massa di daerah penelitian bukan disebabkan semata-mata oleh faktor tanah. Faktor lain selain tanah yang dimungkinkan mempengaruhi tingkat kerawanan gerakan massa di daerah penelitian antara lain seperti faktor kemiringan lereng, struktur geologi dan jenis batuan, pengelolaan dan penggunaan lahan oleh manusia dan sebagainya.

Peta tanah di daerah penelitian yang digunakan sebagai data klasifikasi untuk menentukan tingkat perkembangan tanah dalam *error matrix* dibuat berdasarkan analisis pedologik. Menurut USDA dalam analisis pedologik, pengklasifikasian tanah hanya mencakup tanah dengan kedalaman maksimal 2 meter. Sementara cakupan material

gerakan massa melibatkan semua materi gembur yang mungkin jauh lebih besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tingkat perkembangan tanah di daerah penelitian bervariasi meliputi tingkat belum berkembang, sedang berkembang, dan tingkat berkembang hingga berkembang lanjut. Tingkat kerawanan gerakan massa di daerah penelitian juga bervariasi meliputi tingkat kerawanan rendah, sedang, dan tinggi.
2. Hasil perhitungan *error matrix* peta tingkat kerawanan gerakan massa diperoleh hasil yang tidak sama pada masing-masing indeks penentu perkembangan tanah. Nilai *overall accuracy* dari peta tingkat kerawanan gerakan massa dengan peta tingkat perkembangan tanah dengan indeks BW+Ha, Hurst, dan Profil berturut-turut sebesar 9,56%; 21,69%; dan 30,21%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan lemahnya hubungan antara tingkat perkembangan tanah dengan tingkat kerawanan gerakan massa secara spasial.

SARAN

Hasil penelitian dapat memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian serupa dengan menggunakan peta tingkat kerawanan gerakan massa yang dibuat dengan metode terestris atas dasar kejadian gerakan massa.
2. Perlu penelitian lebih lanjut tentang karakteristik medan yang lebih detail hubungannya dengan tipe-tipe gerakan massa yang terjadi di suatu daerah.
3. Walaupun hasil penelitian ini menunjukkan hubungan yang lemah antara tingkat perkembangan tanah dengan tingkat kerawanan gerakan massa, namun penelitian ini perlu dilanjutkan/dicoba pada daerah-daerah lain. Hal ini disebabkan kemungkinan faktor-faktor lokal seperti bahan induk tanah yang mempengaruhi tingkat perkembangan tanah dan tingkat kerawanan gerakan massa berbeda.

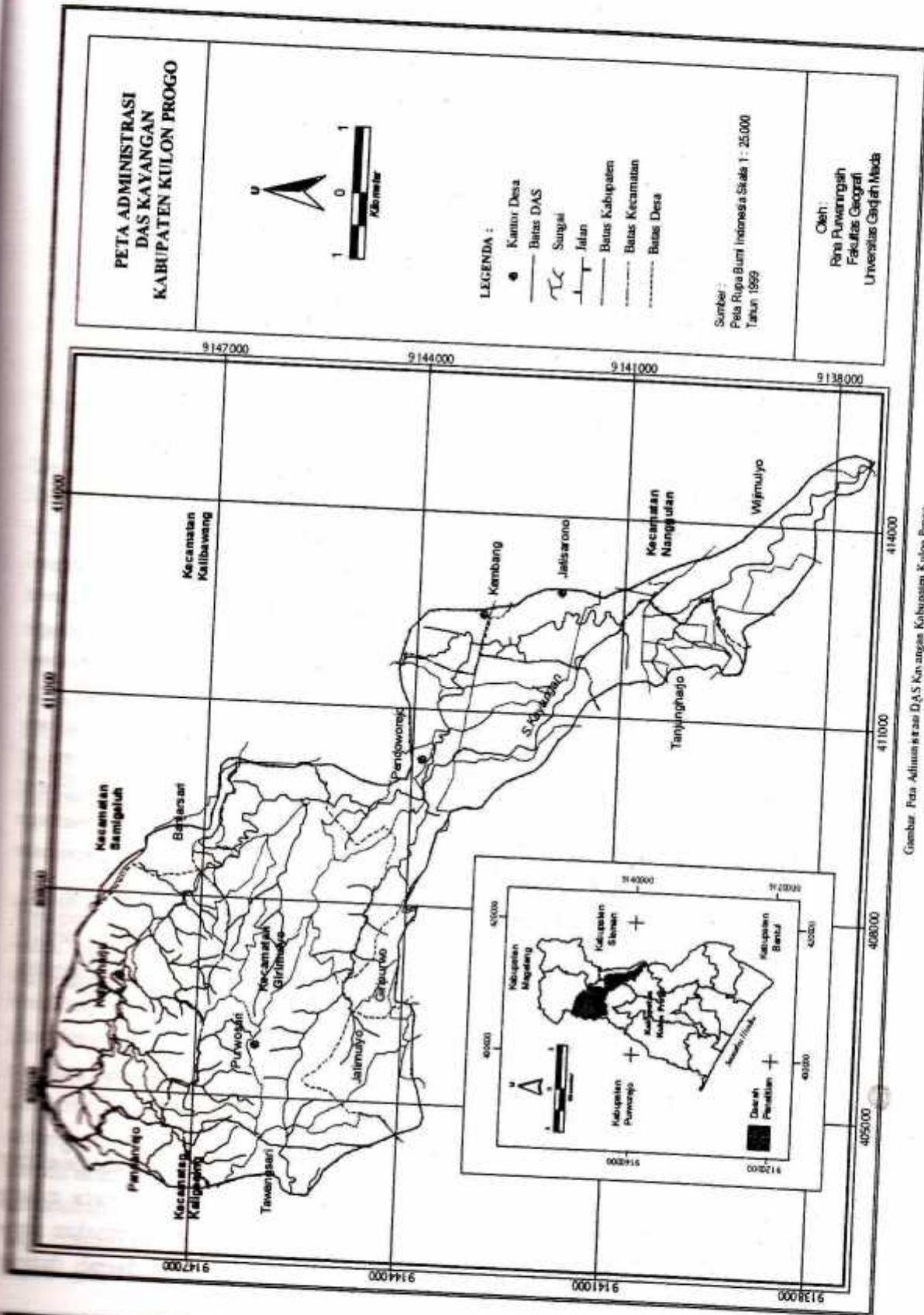
DAFTAR PUSTAKA

- Birkeland, P.W., 1999. *Soil and Geomorphology*. Third Edition. Oxford University Press Inc., New York.
- Congalton, R.G., 1957. *Assesing The Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. CRC Press, Inc.
- Darmawijaya, I., 1990. *Klasifikasi Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Dibiyosaputro, S., 1991/1992. Longsorlahan di Daerah Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo daerah Istimewa Yogyakarta. *Laporan Penelitian*. Fakultas Geografi. UGM. Yogyakarta.
- Dibiyosaputro, S., 2001. *Guide To geomorphological Photo Interpretation*. Faculty of Geopgraphy. Gadjah Mada University. Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S., 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademi Pressindo. Jakarta.
- Jamulya, 1986. Perkembangan Profil Bentang Tanah Beting Pantai Daerah Kecamatan Binangun Kabupaten Cilacap Jawa Tengah. *Tesis S-2*. Fakultas Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- PSBA UGM, 2001. *Laporan Akhir Penyusunan Sistem Informasi Penanggulangan Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Kulon Progo*. Pusat Studi Bencana Alam UGM dan BAPPEDA Tk.II Kulon Progo. Yogyakarta.
- Thornbury, W.D, 1958. *Principles of Geomorphology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Verstappen, H,Th., 1983. *Applied Geomorphology*. Elsevesier Science Publishers. Co. Amsterdam.
- Worosuprodjo,S., 2002. Studi Erosi Parit dan Longsoran dengan Pendekatan Geomorfologis di DAS Oyo Provinsi DIY. *Desertasi S-3*. Program Pasca Sarjana. UGM. Yogyakarta.

Lampiran 1. Tabel Hasil Perhitungan Tingkat Perkembangan Tanah di DAS Kayangan

No	No SPT	Nama Seri Tanah	Nilai Indeks BW+Ha	Kelas	Nilai Indeks Hurst	Kelas	Nilai Indeks Profil	Kelas
1	15	Asosiasi Pangosbe, Semagung, Trayu	34,07	2	16,82	2	15,52	2
2	16	Asosiasi Pangosbe, Trayu, Gebang	33,80	2	19,28	2	15,43	2
3	17	Asosiasi Dlingseng, Semagung	25,05	1	24,12	1	13,79	1
4	18	Asosiasi Dlingseng, Pangosbe	25,10	1	26,64	1	12,96	1
5	19	Kompleks Kembang Sari, Semagung	28,84	1	19,37	2	15,75	2
6	20	Asosiasi Semagung, Kembang Sari, Dlingseng	27,94	1	20,20	2	15,18	2
7	35	Kompleks Semagung, Junut, Trayu	31,53	1	15,07	3	17,49	2
8	61	Asosiasi Grubug, Temanggal	21,22	1	30,01	1	17,93	2
9	63	Kompleks Keso, Gayam	49,20	3	13,75	3	15,40	2
10	64	Kompleks Gayam, Keso	49,20	3	13,75	3	15,40	2
11	67	Kompleks Keso, Gayam	49,20	3	13,75	3	15,40	2
12	77	Asosiasi Ngipikrejo, Donomerto	30,75	1	25,07	1	27,89	3
13	78	Konsosiasi Ngipikrejo	30,30	1	12,99	3	15,77	2
14	79	Kompleks Donomerto, Gayam	33,17	2	16,78	2	17,36	2
15	80	Kompleks Klajuran, Plugon	30,90	1	16,89	2	14,54	2
16	81	Kompleks Munggang, Klajuran	23,98	1	20,01	2	13,55	1
17	83	Kompleks Klajuran, Tegalsari	29,34	1	16,13	2	15,81	2
18	85	Kompleks Klajuran, Donomerto	31,19	1	17,77	2	15,70	2
19	87	Konsosiasi Klajuran	30,20	1	18,27	2	14,87	2
20	90	Kompleks Sukomoyo, Plugon	27,81	1	17,50	2	13,40	1
21	91	Kompleks Tegalsari, Munggang	17,74	1	10,10	3	11,08	1
22	92	Kompleks Tegalsari, Santren	39,63	2	11,31	3	16,59	2
23	93	Konsosiasi Munggang	19,00	1	21,40	2	12,50	1
24	94	Kompleks Munggang, Santren	23,88	1	19,96	2	12,80	1
25	96	Kompleks Tegalsari, Munggang, Klajuran	26,86	1	15,12	3	16,09	2
26	99	Konsosiasi Santren	62,90	3	8,41	3	15,18	2
27	100	Kompleks Sukomoyo, Santren	40,29	2	14,39	3	13,96	2
28	102	Konsosiasi Sukomoyo	27,10	1	17,88	2	13,25	1
29	103	Kompleks Santren, Sukomoyo	58,92	3	9,46	3	14,96	2

Sumber : Hasil Analisis



Gambar. Peta Administrasi DAS Kawasan Kabupaten Kulon Progo