

## **KAJIAN TINGKAT PERKEMBANGAN TANAH PADA KEJADIAN BENCANA LONGSORLAHAN DI PEGUNUNGAN MENOREH KABUPATEN KULONPROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Kuswaji Dwi Priyono dan Yuli Priyana  
Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Email: kuswaji@yahoo.com

### ***INTISARI***

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian tahap I ini adalah mengetahui karakteristik bentuklahan pada kejadian longsorlahan di daerah penelitian.

Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan lapangan terhadap fenomena bentuklahan pada lokasi kejadian longsorlahan aktual. Pemetaan bentuklahan dengan bantuan peta rupa bumi, peta geologi, dan kontur digital dibantu analisis Digital Elevation Modelling (DEM).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian mempunyai 14 satuan bentuklahan dengan 161 kejadian longsorlahan. Kejadian longsorlahan terbanyak pada Lereng atas pegunungan denudasional berbatuan Formasi Bemmelen (49 kejadian), Lereng atas pegunungan berbatuan intrusi andesit (34 kejadian), dan Igir pegunungan denudasional berbatuan Formasi Bemmelen (18 kejadian). Tingkat kerawanan longsorlahan dicirikan oleh adanya ketebalan zone lapuk yang semakin tebal dan struktur batuan yang semakin miring sejajar dengan kemiringan lereng utamanya.

*Kata kunci: karakteristik bentuklahan, longsorlahan, perkembangan tanah*

### ***ABSTRACT***

*The objective of this first phase study was to know the landforms characteristic at landslide occurrences in the research area.*

*This research conducted with the field survey on landforms phenomena at the location of landslides occurrences. Landforms map was constructed from topographic map, geology map, and assisted by analysis Digital Elevation Modeling (DEM).*

*The result shows that the research area has 14 landforms unit by 161 landslides occurrence. Landslide occurrences at the mountains of denudational of Formation Bemmelen (49 occurrences), in the mountain of intrusive andesitic (34 occurrences), and the foot-slope mountain of denudational of Formation Bemmelen (18 occurrences). The level of landslide vulnerability is distinguished by existence of progressively increased weathering zone and rock structure which parallel with the level inclination of the main slope.*

*Key word: landforms characteristic, landslides, soil development*

## 1. PENDAHULUAN

Daerah Pegunungan Menoreh secara geomorfologis sangat menarik dikaji karena sejarah perkembangan bentuklahannya yang kompleks. Kompleksnya kondisi fisik daerah Pegunungan Menoreh adalah adanya proses endogenik dan eksogenik yang bekerja pada berbagai batuan hingga membentuk bentanglahan yang ada saat ini. Beberapa batuan ditemukan antara lain: batu pasir, napal pasiran, batu lempung, dan batu gamping pada Eosen Tengah; batuan andesit, breksi andesit dan tuff yang merupakan hasil aktivitas Gunungapi Menoreh pada Oligosen; batu gamping dan koral yang terendapkan pada Miosen Bawah; dan material koluvium yang terendapkan pada Zaman Quarter. Perbedaan batuan dan waktu pembentukan batuan tersebut berpengaruh terhadap tingkat perkembangan tanah. Proses perkembangan bentuklahan berikutnya lebih dipengaruhi oleh proses-proses eksogenik yang menghasilkan lembah-lembah sungai dan redistribusi material hasil pelapukan batuan yang salah satunya adalah longsorlahan. Kajian longsorlahan sebagai salah satu proses geomorfologi dan bentuklahan tidak dapat lepas dari kajian mengenai tanah sebagai tubuh alam.

Pola distribusi tanah di permukaan bumi mengikuti konsep geomorfologi (Daniels, 1971 dalam Jungerius, 1985). Secara garis besar, faktor pembentuk tanah hampir sama dengan faktor pembentuk bentuklahan (Jamulya, 1996). Menurut Jenny (1994), faktor pembentuk tanah meliputi bahan induk, relief/topografi, iklim, organisme, dan waktu. Adapun faktor pembentuk bentuklahan meliputi batuan induk, relief/topografi, dan proses (yang dipengaruhi iklim, organisme, dan waktu). Dalam proses pembentukannya, faktor-faktor tersebut tidak bekerja sendiri-sendiri, melainkan saling bekerja sama sehingga menghasilkan tanah. Tubuh tanah secara umum dapat dipandang sebagai suatu media yang dinamik. Pada keadaan tertentu salah satu atau beberapa faktor pembentuk tanah dapat lebih dominan pengaruhnya dibanding faktor yang lain, sehingga sifat-sifat tanah yang terbentuk menjadi heterogen.

Banjar topografi (*toposekuen*) merupakan tempat gejala teragihnya sekelompok tanah secara berturutan di sepanjang lereng sebagai hasil topografi (*topofunction*) dalam kondisi faktor-faktor pembentuk tanah lain yang sama (Milne, 1935 dalam Gerrard, 1981). Lereng atas dengan kemiringan nisbi curam mempunyai

drainase bebas, aliran permukaan besar, infiltrasi air kecil; sedangkan lereng bawah mempunyai drainase terhambat, infiltrasi air besar; dan bagian lembah dengan bentuk datar atau cekungan berpengaturan jelek menimbulkan iklim mikro yang berbeda sehingga terjadi perubahan sifat-sifat tanah dari lereng atas sampai lereng bawah bahkan sampai lembah (Gerrard, 1981).

Tingkat perkembangan tanah merupakan ukuran kuantitatif jumlah perubahan yang terjadi di dalam tanah yang umumnya lebih ditunjukkan oleh sifat-sifat morfologi yang terlihat pada penampang profil tanah. Tingkat perkembangan tanah dapat dinilai berdasarkan warna tanah, kedalaman solum, kedalaman dan ketebalan horizon iluviasi, penyebaran lempung di dalam profil tanah, tekstur, struktur tanah dimana sifat-sifat ini dapat diukur secara kuantitatif (Foth dan Turk, 1972; Birkeland, 1984). Tanah yang lebih berkembang akan mempunyai horisonisasi yang lebih kompleks dan sifat fisik yang lebih mantap.

Sejalan dengan latarbelakang di atas, maka penelitian ini memiliki tiga tujuan penelitian sebagai berikut.

1. mengetahui karakteristik bentuklahan pada kejadian longsorlahan di daerah penelitian,
2. mengetahui tingkat perkembangan tanah pada titik kejadian longsorlahan di daerah penelitian, dan
3. mempelajari pengaruh tingkat perkembangan tanah terhadap intensitas kejadian longsorlahan di daerah penelitian.

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian perkembangan tanah di Pegunungan Menoreh ini mencakup semua kejadian longsorlahan (*landslide*) pada berbagai bentuklahan di daerah penelitian. Berdasarkan register bencana longsor dari kantor kecamatan yang diperkuat dengan survey lapangan tahun 2009 terdapat 166 kejadian bencana longsorlahan. Sesuai tujuan penelitian, maka cara pengambilan sampel dilakukan secara purposif dengan bentuklahan sebagai satuan pemetaan. Identifikasi bentuklahan didasarkan keadaan relief, litologi, dan proses geomorfologi menggunakan sumber data Peta rupa bumi, peta geologi, dan dibantu dengan analisis DEM (*digital elevation modeling*).

Variabel yang diamati, diukur, dan dikaji dalam penelitian ini meliputi Variabel bentuklahan (geomorfik) yang mempengaruhi sebaran kejadian bencana longsorlahan, yaitu: morfologi (morfografi dan morfometri), morfogenesis, morfokronologi dan morfoarrangement. Lokasi kejadian longsor dipetakan dalam peta bentuklahan dan dilakukan penyelidikan tingkat perkembangan tanahnya. Tahap I penelitian ini dibatasi pada survey kejadian longsor dan pemetaan sebaran kejadian longsorlahannya. Variabel yang mempengaruhi kejadian longsorlahan di setiap satuan bentuklahan diamati meliputi kedalaman zone lapuk, ketinggian, kemiringan lereng, struktur bidang kontak terhadap kemiringan lereng, tingkat usikan manusia, dan penggunaan lahan. Analisis dilakukan

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan pembagian tipe iklim Koppen, Schmidt dan Ferguson, dan Oldeman menunjukkan bahwa daerah penelitian beriklim tropik dengan curah hujan tahunan cukup tinggi (Am), kondisi sedang – basah (D, C, B), bulan basah berturut-turut antara 5 – 7 bulan dan bulan kering berturut-turut antara 2 - 3 bulan (C2). Kejadian bencana longsorlahan di daerah penelitian umumnya terjadi pada 2 bulan pertama musim penghujan (Nopember – Desember). Berdasarkan data hujan rerata bulanan selama 10 tahun menunjukkan awal musim hujan pada Bulan Oktober, diperkirakan longsorlahan terjadi setelah 1 bulan tanah mengalami jenuh air. Ketahanan batuan akan menurun tajam pada musim penghujan dan mengakibatkan lereng menjadi labil dan rawan longsorlahan. Pertumbuhan penduduk di daerah penelitian menyebabkan bertambahnya kebutuhan sarana jalan dan permukiman. Perkembangan sarana jalan dan permukiman dilakukan secara gotongroyong dengan memotong lereng. Pemotongan tebing lereng ini menyebabkan tahanan geser berkurang, demikian pula sistem drainase air dapat menyebabkan kadar air (lengas) tanah meningkat sehingga dapat mempercepat terjadinya longsorlahan.

Kejadian longsorkahan di daerah penelitian tersebar pada satuan litologi breksi andesit sebanyak 106 kejadian dan pada litologi andesit 41 kejadian, sedangkan pada litologi breksi andesit dan napal tufaan, gamping klastik, dan pada litologi batu pasir dan napal tufaan sebanyak 19 kejadian. Kejadian longsorkahan dicirikan oleh batuan yang sudah lapuk dan membentuk solum tanah yang tebal. Proses geomorfologi seperti pelapukan dan erosi merupakan proses awal terjadinya longsorkahan. Pelapukan pada batuan breksi andesit cenderung paling intensif, tanah yang terbentuk mudah terlongsorkan.

Berdasarkan hasil analisis peta lereng dapat dijelaskan bahwa daerah penelitian hanya 36,35 % dengan kemiringan datar-landai, sedangkan 63,65 % mempunyai lereng agak miring hingga sangat curam yang rawan kejadian longsor. Kejadian longsor pada lereng miring hingga sangat curam ini sebanyak 148 kejadian, dominan pada lereng Kelas V (82 kejadian) dan lereng Kelas VI (52 kejadian). Berdasarkan sebaran ketinggian tempat, kejadian longsorkahan di daerah penelitian adalah sebagai berikut: pada ketinggian > 625 m dpal (23 kejadian), 375 – 625 m dpal (84 kejadian), 125 – 375 m dpal (32 kejadian), dan pada ketinggian < 125 m dpal (11 kejadian).

Berdasarkan kemiringan lereng menunjukkan bahwa semakin besar kemiringan lerengnya maka semakin besar kandungan kaolinitnya dan termasuk tipologi kejadian longsorkahan kelas tinggi. Kejadian longsorkahan di daerah penelitian umumnya berada pada pegunungan dengan bentuk lereng cembung dan kemiringan lerengnya tidak terjal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa longsorkahan terjadi pada keadaan lereng yang memungkinkan terjadinya perkolasi air hujan yang maksimum, ditandai juga oleh kandungan lempung kaolinit yang tinggi.

Daerah penelitian terdiri dari 3 bentukan asal, yaitu fluvial, structural, dan denudasional. Bentukan asal fluvial dan struktural di daerah penelitian masing-masing dapat dirinci menjadi 2 satuan bentuklahan, sedangkan bentukan asal denu-dasional menjadi 11 satuan bentuklahan. Adapun sebaran kejadian longsorkahan pada setiap satuan bentuklahan disajikan Tabel 1, selanjutnya uraian 15 satuan bentuklahan adalah sebagai berikut. Peta sebaran kejadian longsorkahan pada satuan bentuklahan di daerah penelitian disajikan pada Gambar 1.

Karakteristik bentuklahan rawan longsorlahan di Pegunungan Menoreh Kabupaten Kulonprogo ini didasarkan pada kajian detail geomorfologis sebaran kejadian longsorlahan aktual. Guzzeti (2005) mendefinisikan rawan atau kerentanan sebagai kemungkinan terjadinya suatu longsor pada suatu area tertentu tanpa mempertimbangkan aspek temporal. Analisis longsorlahan secara geomorfologis mendasarkan pada konsep dasar geomorfologi *“the past and present are the keys to the future”* (Huabin et al., 2005). Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk memperkirakan kemungkinan terjadi longsorlahan di suatu lereng di daerah pegunungan/perbukitan berdasarkan kejadian longsorlahan sebelumnya. Pelongsoran dalam skala kecil hingga menengah juga sering terkait dengan pembentukan tanah pada tanah-tanah yang mempunyai derajat kembang kerut yang relatif besar, pelongsoran dalam skala besar biasanya lebih dikontrol kondisi litologi, struktur geologi, dan morfologi lereng.

Tabel 1. Sebaran Bentuklahan dan Kejadian Longsorlahan di Daerah Penelitian

No	Genesis Bentuk-lahan	Bentuklahan	Luas (ha)	Luas%	Jumlah Longsor
1	Fluvial	F1:Dataran Alluvial Lembah Sungai	994,98	2,90	0
2		F2:Dataran Alluvial-koluvial	3.447,79	10,06	0
3	Struk-tural	S1: Pegunungan Antiklinal Berbatuan Formasi van Bemmelen Tersesarkan	558,52	1,63	7
4		S2: Pegunungan Antiklinal Berbatuan Formasi Jonggrangan Tersesarkan	219,11	0,64	3
5	Denudasi onal	D1: Pegunungan Denudasional Berbatuan Intrusi Andesit	1.706,89	4,98	13
6		D2:Lereng Atas Pegunungan Denudasional Berbatuan Intrusi Andesit	2.759,55	8,05	34
7		D3: Pegunungan Denudasional Berbatuan Formasi Bemmelen	4.711,23	13,75	49
8		D4:Lereng Atas Pegunungan Denudasional Berbatuan Formasi Bemmelen	4.119,05	12,02	18

9	D5: Lereng kaki Pegunungan Denudasional Berbatuan Formasi Bemmelen	4.956,32	14,46	16
10	D6: Pegunungan Denudasional Berbatuan Formasi Jonggrangan	931,20	2,72	5
11	D7: Lereng Atas Pegunungan Denudasional Berbatuan Formasi Jonggrangan	1.112,41	3,25	8
12	D8: Perbukitan Denudasional Berbatuan Formasi Sentolo	2.268,09	6,62	3
13	D9: Lereng Atas Perbukitan Berbatuan Formasi Sentolo	2.913,40	8,50	4
14	D10: Lereng Kaki Perbukitan Berbatuan Formasi Sentolo	1.838,77	5,37	1
15	D11: Perbukitan Denudasional Berbatuan Formasi Nanggulan	1.732,36	5,05	6
Total:		34.269,67	100	166

Sumber: Analisis Peta Bentuklahan Daerah Penelitian, 2009

Berdasarkan hasil analisis litologi, daerah penelitian didominasi oleh breksi andesit, tuff, tuff lapili, aglomerat dan sisipan lava andesit, andesit hiperstein dan andesit-augit-hornblende, kepingan tuff napalan dengan luas 39,81 % dari keseluruhan luas daerah penelitian. Keberadaan litologi tersebut sangat terkait dengan keberadaan formasi andesit tua pada zaman Oligosen tengah sampai Miosen bawah. Pada litologi ini telah terjadi 98 kejadian longsorlahan, pengaruh bahan lapuk yang langsung kontak dengan batuan induk yang bersifat impermeabel mempunyai kondisi lereng rentan terhadap longsorlahan.

Kedalaman zone lapuk dan posisi bidang kontak berupa lapisan batuan yang impermeabel terhadap kemiringan lereng memberi indikasi perbedaan tingkat kerentanan longsorlahannya. Semakin dalam zone lapuk pada posisi bidang kontak yang miring sejajar kemiringan lereng, kejadian longsor semakin sering terjadi. Karakteristik zone lapuk dan posisi bidang kontak yang memicu kejadian longsorlahan tersebut terdapat pada bentuklahan D4, D3, dan D2.

Tindakan manusia dalam memanfaatkan lahan di lereng-lereng Pegunungan Menoreh ini telah menyebabkan perubahan mikro relief yang mempengaruhi

pergerakan air permukaan. Pembuatan teras-teras pada lahan usaha tani telah meningkatkan jumlah air perkolasi, sehingga proses pengkayaan partikel lempung di horizon B menjadi dipercepat. Penggunaan lahan permukiman, kebun campuran, dan tegalan yang merupakan penggunaan lahan dominan di daerah penelitian, yaitu seluas 27.894,18 ha atau 81,39% luas keseluruhan daerah penelitian telah merubah keadaan bentuk lereng aslinya. Pembuatan teras bangku pada lahan pertanian dan pemotongan lereng untuk permukiman dan pembuatan jalan telah menyebabkan intensitas kejadian longsorlahan meningkat di daerah penelitian. Pembuatan teras bangku tidak hanya meningkatkan jumlah air perkolasi, namun di beberapa lokasi pembuatan teras bangku ini hingga kontak dengan batuan induk yang impermeabel sehingga mengakibatkan kejadian longsorlahan.

Karakteristik bentuklahan rawan longsorlahan yang didasarkan dari kejadian longsorlahan sebelumnya di daerah penelitian dapat dikelompokkan dalam tiga kelas berikut. Karakteristik secara geomorfik yang paling sederhana dalam mitigasi bencana longsorlahan di daerah penelitian, adalah: ketebalan zone lapuk, ketinggian tempat, kemiringan lereng, dan posisi bidang kontak dari lapisan impermeabel. Tingkat usikan manusia berdasarkan persentase luasan terusik semakin rapat semakin besar persentasenya semakin terusik. Posisi bidang kontak di daerah penelitian dibedakan berlawanan arah lereng, sejajar arah lereng, dan mendatar. Pada posisi yang berlawanan arah lereng menunjukkan pemotongan lereng tidak berpengaruh terhadap kejadian longsorlahan.

Tabel 2. Klasifikasi Bentuklahan Rawan Longsorlahan di Daerah Penelitian

Sifat Morfologi	Tingkat Kerawanan Longsorlahan		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Kemiringan Lereng (%)	< 25	25 – 60	> 60
Ketinggian (m dpal)	< 300	300 – 600	> 600
Tebal Zone lapuk (cm)	< 40	40 – 60	> 60
Tingkat Usikan Manusia	< 20%	20 – 30%	> 30%
Penggunaan Lahan	Hutan	Permukiman	Tegalan dan Kebuncampuran



Posisi bidang kontak terhadap kemiringan lereng	berlawanan	mendatar	Searah
---	------------	----------	--------

Sumber: Analisis karakteristik bentuklahan pada kejadian longsorlahan, 2009

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

- (1) Kejadian longsorlahan di Pegunungan Menoreh dalam 20 tahun terakhir sebanyak 166 yang menyebar di 13 satuan bentuklahan.
- (2) Bentuklahan dengan kejadian longsorlahan terbanyak adalah Pegunungan denudasional berbatuan Formasi Bemmelen (49 kejadian); Lereng atas pegunungan denudasional berbatuan intrusi andesit (34 kejadian); Lereng atas pegunungan denudasional berbatuan Formasi Bemmelen (18 kejadian).
- (3) Karakteristik bentuklahan rawan longsorlahan di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 3 tingkat (rendah, sedang, dan tinggi), kejadian longsorlahan terbanyak terjadi pada Bentuklahan Lereng atas pegunungan denudasional , kondisi lereng dengan kemiringan agak curam (>25 – 55%), ketebalan zone lapuk > 60 cm, ketinggian tempat 375 – 625 m dpal, tingkat usikan manusia >30%, penggunaan lahan tegalan dan kebun campuran, dan posisi bidang kontak terhadap lereng sejajar/searah.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Harun Joko Prayitno selaku Ketua LPPM Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membiayai penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada segenap mahasiswa yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

#### 6. PUSTAKA ACUAN

Alcantara, Norte, A., Chavez, O.E., dan Parrot, J.F., 2006, Landsliding Related to Land-cover Change: A Diachronic Analysis of Hillslope Instability Distribution in The Sierra Norte, Puebla, Mexico, *Catena* 65(2006):152-165.[www.elsevier.com/locate/catena](http://www.elsevier.com/locate/catena).

- Ali Yalcin, 2007, The Effects of Clay on Landslides: A case Study, *Applied Clay Science* xx (2007):xxx-xxx. [www.elsevier.com/locate/clay](http://www.elsevier.com/locate/clay).
- Bemmelen, R.W. Van, 1949, *The Geology of Indonesia. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. Government Printing Office, The Hague.
- Bergur Sigfusson, Gislason, S., dan Paton, G.I., 2008, Pedogenesis and Weathering Rates of a Histic Andosol in Iceland: Field and Experimental Soil Solution Study, *Geoderma* 144:572-592, [www.elsevier.com/locate/geoderma](http://www.elsevier.com/locate/geoderma).
- Birkeland, Peter.,W., 1999, *Soils and Geomorphology*, New York: Oxford University Press.
- Bloom, A.L., 1991, *Geomorphology: a Systematic Analysis of Late Cenozoic Landform*, 2<sup>nd</sup> edition, New Jersey: prentice Hall.
- Colman, S.M. dan Dethier, D.P., 1986, *Rate of Chemical Weathering of Rock and Minerals*, New York: Academic Press.
- Cooke, R.U. and Dorrkamp, J.C., 1994, *Geomorphology in Environmental Management An Introduction*, Oxford: Clavendon Press.
- Daniels, R.B. dan Hammer, R.D., 1992, *Soil Geomorphology*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Gerrard, A.J., 1981, *Soil and Landforms, An Introduction of Geomorphology and Pedology*, London: Department of Geography, University of Birmingham.
- Goldich, S.S., 1968, A Study of Rock Weathering, *Journal Geology Vol.46 (17-58)*.
- Goenadi, S., Sartohadi, J., Hadmoko, D.S., dan Giyarsih, S.R., 2004, Konservasi Lahan Terpadu Daerah rawan Bencana Longsoran di Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, *Laporan Hibah Bersaing XI*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Grim, R.E., 1968, *Clay Mineralogy*, New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Gunn, R.H., 1974, A Soil Catena on Weathered Basalt in Queensland. *Aus.J.Soil Res*, 12: 1-4.
- Jamulya, 1996, Kajian Tingkat Pelapukan Batuan Menurut Toposekuen di DAS Tangsi Kabupaten Magelang, *Laporan Penelitian*, Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- Jungerius, P.D. (ed), 1985, *Soil and Geomorphology*, Cremlingen:catena Verlag.
- King, A.M., 1975, *Techniques in Geomorphology*, London: Edward Arnold, Pu.Ltd
- Pannekoek, A.J., 1949, *Outline of The Geomorphology of Java*, Harlem: Geological Survei.
- Sartohadi, J. dan Purwaningsih, 2004, Korelasi Spasial antara Tingkat Perkembangan Tanah dengan Tingkat Kerawanan Gerakan Massa di Das Kayangan Kabupaten Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta, *Forum Geografi, Vol.18, No.2, Desember 2004: 14-31*.

- Sartohadi, J., 2007, Geomorfologi Tanah dan Aplikasinya untuk Pembangunan Nasional, *Orasi Ilmiah Dies natalis ke-44 Fakultas Geografi UGM 01 September 2007*, Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Strahler, 1983, *Modern Physical Geography*, John Wiley and Sons, New York.
- Summerfield, M.A., 1991, *Global Geomorphology, An Introduction to The Study of Landform*, Singapore: Longman Singapore Pub.
- Thornbury, W.D., 1958, *Principles of Geomorphology*, New York: John Wiley Sons Inc.
- Verstappen. H.Th., 1983. *Applied Geomorphology. Geomorphological Sureys for Environmental Management*. Amsterdam: Elsvier.
- Zuidam, R.A. & Zuidam Cancelado, F.I., 1979, *Terrain Analysis and Classification Using Areal Photographs, A Geomorphological Approach*, Netherland, Enschede: ITC.
- Zuidam, R.A. Van, 1985, *Aerial Photo-interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, Enschede: ITC.

LAMPIRAN COPY 2 PETA

SEBARAN LONGSORLAHAN DI LITOLOGI & PETA BENTUKLAHAN

