

GEOMORFOLOGI PERANANNYA DALAM GEOGRAFI FISIK DAN TERAPANNYA DALAM PENELITIAN

Oleh: Dr. Sutikno

Abstract

Geomorphology as a part of earth Sciences has already known for along time, however the development and application is relatively slow, especially in Indonesia. There is a tendency that the Concept as Well as The application of geomorphology will increase rapidly.

The aims of This paper are to discuss The Concept of geomorphology, The role of geomorphology in The physical geography studies and its application research activities. Geomorphology deal with land form as Subject of study and stressed on relief, processes, materials (lithology and its struture), and chronology has important role in the physical geography. Geomorphology be able to support of other sciences related to physical environment such as geology, pedology, hydrology, and archaeology. In the practical application, geomorphology can be used in engineering purposed and regional development planning. In the research activities geomorphology can be used as basic frame work to determine sample areas, and also can be used as frame work to land resources evaluation with land form unit as land mapping unit or evaluation unit.

Intisari

Geomorfologi sebagai suatu ilmu pengetahuan ke bumi telah berkembang sejak lama, namun demikian perkembangan dan aplikasinya relatif lambat, terutama di Indonesia. Ada kecenderungan pada masa akan datang perkembangan konsep dan aplikasi Geomorfologi akan lebih cepat.

Tulisan ini bertujuan untuk membahas tentang konsep geomorfologi, peranan geomorfologi dalam geografi fisik dan terapannya dalam penelitian. Geomorfologi yang obyek studinya bentuk lahan dengan penekanan pada aspek relief, proses, material dan kronologi merupakan ilmu pendukung utama dalam geografi fisik. Geomorfologi dapat menunjang ilmu pengetahuan kebumihan yang lain seperti geologi, ilmu tanah, hidrologi dan arkeologi. Dalam bidang terapan praktis geomorfologi dapat digunakan dalam kerekayasaan dan perencanaan pengembangan wilayah. Dalam bidang penelitian geomorfologi dapat dijadikan dasar pengambilan sampel daerah dan menjadi kerangka kerja untuk evaluasi sumber daya lahan yang menggunakan satuan bentuk lahan sebagai satuan evaluasinya.

Pengantar

Tulisan ini akan menguraikan geomorfologi sebagai ilmu, peranannya dalam Geografi Fisik dan terapannya dalam

penelitian. Geomorfologi sebagai ilmu telah berkembang cukup lama, tetapi perkembangannya dan peminatnya belum sejajar dengan ilmu kebumihan lainnya.

Pada dasawarsa terakhir ini sudah mulai tampak arti penting geomorfologi sebagai pendukung ilmu kebumihantropologi lainnya dan ilmu yang terkait maupun dalam arti terapan praktisnya. Bukti yang mendukung pernyataan tersebut adalah: a) disusunnya peta geomorfologi sistematis Indonesia yang diprakarsai BAKOSURTANAL yang hingga saat ini telah terselesaikan seluruh P. Sumatra, b). beberapa fakultas telah memasukkan mata kuliah geomorfologi ke dalam kurikulum seperti Fakultas Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian dan Jurusan Arkeologi, c). digunakannya pendekatan geomorfologi untuk studi bencana alam, rekayasa, lingkungan, pemetaan tanah dan pemetaan air tanah.

Atas dasar pengamatan sepintas, geomorfologi dalam pengajaran pada Jurusan Geografi Fisik belum dimanfaatkan secara optimal. Dalam penelitian-penelitian yang bertema geografi fisik yang non geomorfologik, uraian geomorfologi kebanyakan hanya sekedar ilustrasi yang tradisional dan belum dimanfaatkan untuk dasar pengambilan sampel daerah ataupun analisisnya. Uraian ini dimaksudkan untuk menyampaikan gagasan bagaimana dapat memanfaatkan/menerapkan geomorfologi dalam pendidikan dan pengajaran semaksimal mungkin pada Jurusan Geografi Fisik. Kajian geomorfologikal akan menghasilkan data/informasi yang utama dan pertama dari bentang lahan fisik yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu maupun terapan praktisnya.

Konsep dan Ruang Lingkup Geomorfologi

Untuk mengawali uraian konsep dan ruang lingkup geomorfologi ini akan dikemukakan lima definisi tentang geomorfologi sebagai berikut:

1. Geomorfologi adalah studi tentang bentuk lahan (Lobeck, 1939);
2. Geomorfologi adalah ilmu pengetahuan tentang bentuk lahan (Thornbury, 1954).
3. Geomorfologi adalah studi mengenai bentuk lahan, dan terutama tentang sifat alami, asal-mula, proses perkembangan dan komposisi materialnya (Cooke, et al, 1974).
4. Geomorfologi adalah studi yang menguraikan bentuk lahan dan proses yang mempengaruhi pembentukannya, serta menyelidiki hubungan timbal balik antara bentuk lahan dan proses dalam tatanan keruangannya (Van Zuidam, et al, 1979).
5. Geomorfologi dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan bentuk lahan sebagai pembentuk muka bumi, baik di atas maupun di bawah muka air laut dan menekankan pada genesis, perkembangan di masa depan dan dalam konteks kelingkungannya.

Obyek kajian dari geomorfologi seperti yang tersurat dalam definisi-definisi tersebut adalah bentuk lahan. Menurut Verstappen bentuk lahan yang menjadi sasaran geomorfologi bukan hanya di daratan tetapi juga yang terdapat di dasar laut (lautan). Tiga definisi terakhir menunjukkan bahwa geomorfologi itu mencakup lingkungan dan aspek spasial. Berdasarkan skema Zakrzewska (Kardono Darmoyuwono, 1973) geomorfologi yang mencakup aspek lingkungan dan aspek spasial termasuk aliran geomorfologi-geografis. Aliran geomorfologi yang lain adalah geomorfologi geologis.

Perbedaan antara geomorfologi-geografis dengan geomorfologi-geologi selain terletak pada cakupannya juga terletak pada penerapannya Konsep Trilogi Davis. Konsep Trilogi Davis mengatakan bahwa aspek dari semua bentuk lahan ditentukan oleh struktur, proses

dan stadium. Dalam aliran geomorfologi-geologi konsep tentang stadium hingga saat sekarang masih banyak digunakan. Dalam aliran geomorfologi-geografis Konsep Trilogi Davis tersebut dirubah misalnya oleh King (1979) menjadi: proses, material dan morfologi. Alasannya adalah bahwa kontrol waktu dari stadium tidak selalu gayut dan berguna untuk analisis bentang lahan. Dalam trilogi: proses, material dan morfologi hanya morfologi yang menjadi perubah tergantung; sedangkan dalam trilogi struktur, proses dan stadium semuanya sebagian perubah bebas.

Trilogi proses, material dan morfologi mudah digunakan untuk klasifikasi wilayah dengan pendekatan teknik penginderaan jauh. Trilogi proses, material dan morfologi telah banyak digunakan oleh Cooke (1974), Van Zuidam (1977) dan Sutikno (1982 dan 1986).

Atas dasar uraian dan pembahasan tentang definisi dan konsep trilogi, maka cakupan geomorfologi secara lengkap adalah: bentuk lahan, proses, genesis dan lingkungan seperti yang dikemukakan oleh Verstappen (1977, 1983). Cakupan geomorfologi tersebut oleh Karmono Mangunsukardjo (1986) dijabarkan lebih rinci sebagai berikut:

1. Studi bentuk lahan, atau disebut juga morfologi mempelajari relief secara umum yang meliputi:
 - a. Aspek morfologi; yakni aspek-aspek yang bersifat pemerian suatu daerah, antara lain teras sungai, beting pantai, kipas aluvial dan plato.
 - b. Aspek morfometri; yakni aspek kuantitatif dari suatu daerah seperti kemiringan lereng, bentuk lereng, ketinggian, beda tinggi, kekasaran medan, bentuk lembah, tingkat pengikisan dan pola aliran.
2. Studi mengenai proses geomorfologi; yakni proses yang mengakibatkan

perubahan bentuk lahan dalam waktu pendek serta proses terjadinya bentuk lahan yang mencakup morfogenesis yang dibedakan menjadi:

- a. Aspek morfostruktur pasif, meliputi litologi, (tipe dan struktur batuan) yang berhubungan dengan pelapukan;
 - b. Aspek morfo-struktur aktif, berupa tenaga endogen, seperti pengangkatan, perlipatan dan persesaran.
 - c. Aspek morfo-dinamik; berupa tenaga eksogen yang berhubungan dengan tenaga angin, air, es, gerak massa batuan dan kegunungapian.
3. Studi geomorfologi yang menekankan pada evolusi pertumbuhan bentuk lahan atau morfokronologi, menentukan dan memerikan bentuk lahan dan proses yang mempengaruhinya dari segi umur relatif dan umur mutlak.
 4. Geomorfologi yang mempelajari hubungan antara bentuk lahan dengan lingkungan, seperti hubungan antara bentuk lahan dengan unsur bentang alam seperti batuan, struktur geologi, tanah, air vegetasi dan penggunaan lahan.

Untuk dapat memahami cakupan geomorfologi tersebut dan kemudian dapat menyebarkannya lebih lanjut, maka terlebih dahulu harus memahami dan mengerti 10 konsep dasar dalam geomorfologi seperti yang dikemukakan oleh Thornbury (1954). Kesepuluh konsep dasar yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Proses fisikal yang sama dan hukum-hukumnya yang berlangsung sekarang juga berlangsung sejak zaman dahulu sepanjang zaman geologi, meskipun dengan intensitas yang tidak sama.
2. Struktur geologi adalah faktor kontrol dominan dalam evolusi bentuk

- lahan dan tercermin pada bentuk lahan.
3. Pada derajat tertentu permukaan bumi itu memiliki relief karena proses geomorfik itu bekerja dengan kecepatan/tingkatan yang berbeda.
 4. Proses geomorfik akan meninggalkan bekas yang menonjol pada bentuk lahan dan setiap proses geomorfik itu berkembang sesuai dengan karakteristik bentuk lahannya.
 5. Oleh karena tenaga erosional yang berbeda-beda bekerja di permukaan bumi, maka akan menghasilkan tingkat perkembangan dari bentuk lahan.
 6. Evolusi geomorfik yang kompleks itu lebih umum terjadi berbanding dengan yang sederhana.
 7. Topografi permukaan yang berumur lebih tua dan zaman Tertier lebih sedikit dan kebanyakan tidak lebih dari Pleistosen.
 8. Interpretasi bentang lahan sekarang yang tepat tidak mungkin tanpa perhatian yang penuh terhadap perubahan geologik dan iklim selama Zaman Pleistosen.
 9. Suatu penilaian terhadap iklim dunia penting untuk mengerti dengan baik arti penting dari proses geomorfik.
 10. Geomorfologi, meskipun lebih menekankan pada bentang lahan saat sekarang, sangat bermanfaat juga untuk mempelajari sejarahnya.

Geomorfologi Dalam Geografi Fisik

Sebelum menguraikan peranan kedudukan geomorfologi dalam geografi fisik terlebih dahulu akan disinggung pengertian geografi fisik. **Geografi fisik** itu mempelajari bentang lahan (landscape), yaitu sebagian ruang permukaan bumi yang terdiri dari sistem-sistem, yang dibentuk oleh interaksi dan inter-

dependensi antara bentuk lahan, batuan, bahan pelapukan batuan, tanah, air, tumbuhan, hewan, laut tepi pantai, energi dan manusia yang secara keseluruhan membentuk suatu kesatuan. Geografi fisik sebagai bagian dari geografi bersifat antroposentris, geografi fisik merupakan kajian yang memadukan dan mengkaitkan unsur lingkungan fisik dan manusia. Lingkungan fisik yang dipelajari oleh geografi fisik selalu dikaitkan dengan kehidupan manusia dan ditekankan kepada kaitan keruangannya. Perhatian utama dari geografi fisik adalah **lapisan hidup** lingkungan fisik yaitu suatu mintakat tipis dari daratan dan lautan yang terdapat padanya sebagian besar kehidupan. Dimensi dan kualitas hidup ini merupakan perhatian utama geografi fisik, yaitu jumlah faktor-faktor fisik yang memungkinkan lapisan hidup dapat menjadi tempat hidup atau sumber hidup manusia. Sesuai dengan tugasnya untuk mempelajari gejala fisik permukaan bumi, geografi fisik dalam kerangka kerjanya ditunjang oleh disiplin ilmu lain (Surastopo Hadisumarno, 1982).

Setelah mengetahui pengertian geografi fisik seperti yang telah disebutkan, maka dapat disebutkan bahwa geomorfologi merupakan ilmu pendukung utama dalam geografi fisik. Sasaran geografi fisik selain bentuk lahan adalah batuan dan hasil pelapukannya, tanah, air, tumbuhan, hewan, laut tepi pantai dan energi. Oleh karena sasaran dari geografi fisik itu cukup luas maka ilmu-ilmu kebumihan yang lain seperti tanah, ilmu geologi, hidrologi, meteorologi, klimatologi, aseanografi dan geofisika merupakan ilmu penunjang dalam geografi fisik. Sebagian dari ilmu-ilmu kebumihan tersebut ada yang telah secara jelas menjadi unsur dari geografi fisik seperti Geografi Tanah, Hidrologi dan Aseanografi. Geografi tumbuhan (phyto-geography) dan geografi hewan (Zoogeography)

juga dikelompokkan ke dalam unsur geografi fisik.

Ilmu kebumihuan dan ilmu penunjang geografi fisik yang masuk ke dalam kurikulum Fakultas Geografi selain geomorfologi adalah geologi, geografi tanah, hidrologi, meteorologi, klimatologi dan geografi tumbuhan, masing-masing disiplin ilmu tersebut terbagi menjadi cabang-cabangnya, geologi umum, mineralogi, petrografi, geologi struktur dan geologi lapangan. Geografi tanah terbagi menjadi ilmu tanah umum, klasifikasi dan pemetaan tanah. Hidrologi terbagi menjadi hidrologi permukaan, hidrologi air tanah, pemetaan hidrologi, hidrologi air tanah, pemetaan hidrologi, hidrologi terapan dan hidrometeorologi.

Kembali kepada topik pembahasan pada sub bab ini adalah peranan geomorfologi dalam geografi fisik, maka dapat dikatakan bahwa geomorfologi memiliki keterkaitan yang erat dengan ilmu pendukung geografi fisik. Dalam studi geomorfologi memerlukan masukan data/informasi dari ilmu pendukung geografi fisik seperti geologi, geografi tanah, hidrologi dan klimatologi. Sebaliknya geomorfologipun dapat memberikan informasi yang berharga bagi ilmu pendukung geografi fisik tersebut.

Miller, 1961 (dalam Verstappen, 1983) mengungkapkan peranan geomorfologi dalam studi geologi dapat dibedakan menjadi empat, yaitu:

- a. Geomorfologi elementer: yang memanfaatkan dari bentuk lahan saja dapat untuk identifikasi batuan dan struktur geologi. Seperti: sand dune, dome, kerucut gunung-api.
- b. Geomorfologi suplementer: memanfaatkan kejadian/ gejala geomorfologi untuk memecahkan masalah geologi, misalnya erosi selektif untuk mengetahui jenis batuan dan struktur.

c. Geomorfologi komplementer: memanfaatkan gejala geomorfologi untuk melacak fenomena geologi yang tidak jelas seperti penyimpangan arah aliran sungai untuk melacak sesar.

d. Geomorfologi independen: menerapkan geomorfologi untuk studi geologi pada daerah yang miskin singkapan batuan dengan kajian geomorfologi yang mendalam dapat memberikan informasi geologi yang bermanfaat.

Verstappen (1983), menambahkan bahwa geomorfologi dapat digunakan untuk evaluasi geologikal suatu daerah dan untuk identifikasi gejala tektonik yang baru, sebagai contoh analisis lereng asimetri dapat digunakan untuk mengetahui arah kemiringan lapisan batuan (struktur geologi). Sesar vertikal yang baru dapat dilacak dengan kenampakan geomorfologi seperti: gawir, rekahan pada tanah, mata air, teras marine, teras sungai dan perubahan lebar lembah sungai.

Faktor geomorfologi yang terdiri atas bentuk lahan, proses, material penyusun dan lingkungan, mempunyai pengaruh yang besar terhadap pola agihan tanah dari suatu daerah dan tingkat perkembangan tanah. Faktor pembentuk tanah seperti batuan induk iklim, relief, vegetasi, waktu dan bahan organik sebagian merupakan aspek dari geomorfologi. Satuan bentuk lahan yang menjadi sasaran utama dalam geomorfologi banyak digunakan untuk satuan pemetaan tanah. Jadi ada hubungan logis antara satuan bentuk lahan dengan satuan peta tanah.

Kaitan antara geomorfologi dan hidrologi bermacam-macam dan kompleks. Menurut Schumon, 1964, dalam King, 1976 ada hubungan umum antara variabel geomorfologi dan hidrologi. Sekali hubungan itu diketahui maka karakteristik hidrologikal dari suatu daerah yang secara geomorfologikal

sama atau mirip dapat diperkirakan, baik air permukaan maupun air tanahnya. Atas dasar pernyataan tersebut pendekatan bentuk lahan dapat digunakan untuk studi potensi hidrologi suatu daerah, Sutikno (1981 dan 1986) telah memanfaatkan satuan bentuk lahan untuk evaluasi potensi air tanah di DAS Serayu, DIY dan Kulon Progo.

Contoh-contoh tersebut dapat memberikan peranan geomorfologi dalam menunjang ilmu-ilmu pendukung geografi fisik. Untuk meningkatkan pendidikan dan pengajaran geomorfologi pada Jurusan Geografi Fisik perlu peningkatan pendidikan dan pengajaran terhadap ilmu-ilmu pendukungnya yaitu, geologi umum, geologi struktur, geologi lapangan dan mineralogi/ petrografi. Pengenalan lapangan terhadap fenomena geomorfologi seharusnya mendapat proporsi yang wajar untuk dapat meningkatkan pendalaman geomorfologi dan meningkatkan peranannya dalam geografi fisik perlu diciptakan/dibina pemikiran logis dari mahasiswa terhadap hubungan aspek-aspek geomorfologi yang satu terhadap yang lain, hubungan antara aspek-aspek geomorfologi dengan aspek-aspek ilmu kebumihuan yang lain. Perlu disadari bahwa bentuk lahan merupakan wadah dari segala unsur fisik yang lain baik langsung maupun tak langsung. Oleh sebab itu tentu ada keterkaitan antara bentuk lahan (sebagai wadah) dengan unsur fisik yang lain sebagai pengisinya. Dengan demikian ada satuan bentuk lahan dapat menunjukkan variasi unsur fisik lainnya, sehingga satuan bentuk lahan dapat dijadikan kerangka kerja untuk penelitian non fisik yang lain.

Ilmu pendukung yang lain sebagai dasar peningkatan pendidikan dan pengajaran geomorfologi dan geografi fisik pada umumnya adalah ilmu penginderaan jauh. Penginderaan jauh sangat bermanfaat dalam kajian geomorfologi, karena dengan interpretasi citra peng-

inderaan kita dapat mengidentifikasi aspek geomorfologi dan memetakannya serta dapat menganalisis kaitan antara aspek geomorfologi dan aspek unsur yang lain.

Peta Geomorfologi Dalam Geografi Fisik

Peta geomorfologi adalah peta yang menunjukkan gambaran yang tepat dan sistematis dari bentuk lahan yang tepat dan sistematis dari bentuk lahan dan fenomena yang terkait. Peta geomorfologi dapat dibedakan menjadi peta baku untuk tujuan umum dan peta tematik untuk tujuan tertentu. Isi dari peta geomorfologi untuk tujuan umum mencakup semua aspek dari geomorfologi yaitu: satuan bentuk lahan, litologi, topografi, pola aliran, kenampakan unior, proses geomorfologi, dan umur/kronologi. Oleh karena isi dari peta geomorfologi untuk tujuan umum itu cukup lengkap dalam arti semua aspek geomorfologi masuk di dalamnya, maka untuk meningkatkan pengajaran geomorfologi khususnya dan geografi fisik umumnya sedapat mungkin menjadi wajib. Wajib dalam mengikuti kuliah maupun wajib menyusun/membuat peta geomorfologi dalam skripsinya.

Dalam penyusunan skripsi eksistensi daripada topik geomorfologi memang tergantung daripada topik penelitian dalam geomorfologi. Sebagaimana kecilnya peta, geomorfologi tetap dapat dimanfaatkan untuk kerangka kerja dalam penelitian. Apakah seseorang mahasiswa telah dapat menyusun peta geomorfologi untuk tujuan umum, berarti sudah mempunyai pengalaman dalam mengkaji aspek-aspek pendukungnya, dan dapat berfikir secara geografis bahwa di permukaan bumi ini selalu terdapat aspek spasial dan temporal. Apabila seseorang telah mengerti/mendalami pengertian aspek spasial dan

temporal maka yang bersangkutan dapat mengembangkan penelitian yang bersifat kewilayahan.

Apabila kita ingin geografi fisik mempunyai kehendak agar alumnus geografi fisik dapat mengembangkan ilmunya bekal mereka dengan pemetaan geomorfologi. Memang bekal pemetaan geomorfologi bukan satu-satunya yang menentukan masih cukup banyak, tetapi pemetaan geomorfologi merupakan bekal yang dapat dikembangkan.

Terapan Geomorfologi Dalam Penelitian

Geomorfologi dapat dijadikan kerangka kerja dalam penelitian geografi fisik maupun ilmu pendukungnya. Bentuk lahan sebagai aspek utama dalam geomorfologi telah banyak digunakan sebagai dasar analisis untuk kajian terapan misalnya: untuk evaluasi kemampuan lahan, kesesuaian lahan untuk berbagai tujuan, untuk menentukan daerah yang rentan terhadap bencana alam seperti banjir dan tanah longsor, untuk pemetaan potensi sumberdaya mineral dan air tanah.

Terapan dari geomorfologi seperti yang dikemukakan oleh Thornbury (1954) terutama berkaitan dengan masalah yang bersifat geologi dan rekayasa. Ada lima kelompok terapan yang dikemukakan, yaitu:

1. Terapan geomorfologi dalam hidrologi (antara lain hidrologi dari karst, glacial, dan air tanah).
2. Terapan geomorfologi dalam geologi ekonomi (untuk menentukan tubuh bijih, jebakan residu, mineral epigenetik dan endapan bijih).
3. Terapan geomorfologi dalam rekayasa (aspek rekayasa untuk jalan raya, pemilihan situs kendeng, permukiman dan geologi militer).

4. Terapan geomorfologi dalam eksplorasi minyak (struktur geologi untuk penentuan kandungan minyak).

5. Terapan geomorfologi dalam bidang lain (yang menyangkut pemetaan tanah, kajian pantai dan erosi).

Verstappen (1983) mengemukakan terapan geomorfologi yang lebih luas, yang dikelompokkan menjadi empat, yaitu:

1. Geomorfologi dalam survei dan pemetaan.
2. Peranan geomorfologi dalam survei geologi, tanah, hidrologi dan vegetasi.
3. Geomorfologi dan penggunaan lahan pedesaan, urbanisasi, rekreasi, eksplorasi dan penyelidikan mineral, dan perencanaan pengembangan wilayah.
4. Geomorfologi dan survei sintesa medan, untuk banjir, kekeringan, stabilitas lereng dan erosi, dan bencana alam gaya endogen.

Analisis geomorfologi untuk tujuan penelitian dapat dibedakan menjadi analisis partial dan analisis terapan. Analisis partial dilakukan dengan mengadakan kajian secara partial terhadap masing-masing aspek dalam geomorfologi. Sebagai contoh analisis hanya didasarkan pada morfometri saja atau hanya menekankan pada proses geomorfiknya saja. Biasanya analisis partial ini dilakukan untuk mengetahui keterkaitan atau peranan dari salah satu aspek terhadap fenomena geografi fisik yang lain.

Analisis terpadu dilakukan apabila kita menggunakan satuan bentuk lahan, satuan medan sebagai satuan evaluasi. Dalam hal ini pemetaan geomorfologi, satuan medan menjadi bagian utama dan menjadi dasar satuan evaluasi. Karakteristik medan dengan kriteria tertentu dapat dijadikan dasar untuk tujuan tertentu. Maksud tersebut dapat dicapai apabila kita memiliki kriteria yang

digunakan untuk tujuan tertentu tersebut.

Terapan geomorfologi untuk studi lingkungan akhir-akhir ini juga menjadi isu yang menarik. Dan penelitian sama-

cam ini masih memberikan peluang untuk menerapkan dan mengembangkan geomorfologi.

Daftar Pustaka

- Cooke, R.U. and J.C. Doornkamp, 1974. **Geomorphology and Environmental Management** Oxford: Clarendon Press.
- Kardono Darmoyuwono, 1973. **Perhubungan Geomorfologi Dalam Lingkungan Ilmu Geografi** Pidato pengukuhan. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Karmono Mangunsukardjo, 1986. Peranan Geomorfologi dalam Perencanaan Tata Ruang Menyongsong Tahun 2000. **Seminar Pendekatan Geografi dalam Perencanaan Tata Ruang Menyongsong Tahun 2000**. 17 - 18 Desember 1986. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- King, Cuchlaine A.M., 1976. **Landform and Geomorphology, Concept and History**. Stroudsburg, Pennsylvania: Dowden, Hutchinson and Ross, Inc.
- Klimaszewski, M. 1978. **A Detailed Geomorphological Map: Folia Geographica Series Geographica - Physica**. Vol. XI 1978.
- Lobeck, A.K. 1939. **Geomorphology, An Introduction to The Study of Landscape**. London, McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Surastopo Hadisumarno, 1982. **Geografi Fisik dan Manfaatnya Bagi Beberapa Aspek Pembangunan di Indonesia**. Pidato Pengukuhan Guru Besar. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Sutikno, (1971). **Kondisi Geomorfologi dan Hubungannya dengan Kondisi Air tanah dari DAS Jati dan Mlinjon, Trenggalek**. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Sutikno, (1986). **Dampak Bencana Alam Terhadap Lingkungan Fisik**. Yogyakarta: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada.
- Van Zuidam, RA and Cancelado, F.I. Van Z. 1979. **Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photographs**. Enschede: ITC. The Netherlands.
- Verstappen H. Th. and R.A. Van Zuidam 1968. **ITC System of Geomorphological Survey**. Delf: ITC The Netherland.
- Verstappen H. Th. 1977. **Remote Sensing in geomorphology**. Amsterdam: Elsevier.
- Verstappen H. Th. 1983. **Applied Geomorphology, Geomorphological Surveys for Environmental Development**. Amsterdam: Elsevier.