

GEOMORFOLOGI ALAM

JILID II

Alistair F. Pitty

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERIMA TEL	28-9-95
SUMBER UANG	by
KOLEKSI	KK1
NO INVENTARIS	1543/ku/95-g.1(2)
KLASIFIKASI	557.4 pit g1

Penerjemah

Dra. Ernawati. M.Si

Penyunting

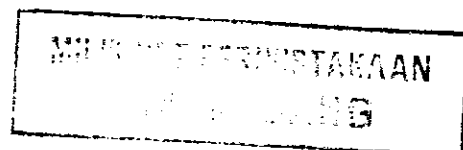
Dra. Ramani. N

FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL

INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

PADANG

1995



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberi petunjuk kepada penulis untuk menyelesaikan terjemahan buku *Natural of Geomorphologi* oleh F. Pitty. Buku ini diterjemahkan dengan judul *Geomorphologi Alam* yang dibagi kepada dua jilid, yaitu *Geomorphologi Alam Jilid I*, dan *Geomorphologi Alam Jilid II*.

Geomorphologi Alam Jilid II merupakan lanjutan *Geomorphologi Alam Jilid I* yang telah diterjemahkan beberapa tahun lalu. Buku ini dimaksud sebagai buku bacaan bagi mahasiswa geographi khususnya dan kalangan masyarakat IKIP pada umumnya, yang memberikan teori-teori dasar tentang tenaga, gejala dan proses geomorphologi.

Penyelesaian terjemahan ini dibantu oleh banyak pihak terutama bimbingan dan petunjuk dari Editor (Ibu Dra. Ramani. N) dan Suami (Tarmidzi Mukendiah). Atas segala bantuan dan petunjuk yang telah diterima, diucapkan terima kasih.

Karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan berbahasa Inggris, tentu saja masih banyak terdapat kelemahan dan kekurangan dalam pengungkapan dan penyusunan kalimat. Untuk itu teguran yang sifatnya membangun sangat diharapkan adanya. Semoga buku terjemahan ini bermanfaat bagi pembaca.

Padang, 15 Juni 1995

Penerjemah

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PROSES DAN BENTUK	1
Pendahuluan	1
Ketidak terdugaan dari Beberapa Proses Geologi	1
Gelombang pada Studi Proses Geomorphologi	2
Ketidakpastian Dalam Memperkirakan Alam dan Keefektifan dari Proses Geomorphologi	3
Sedimen, Tanah dan Proses Geomorphologi	6
Ilmu-ilmu Dasar Geographi dan Proses Geomorphologi	11
ASPEK-ASPEK KUALITATIF DAN KUANTITATIF	12
Pendahuluan	12
Data	13
Korelasi	14
Persamaan	17
Kualitas dalam Studi Bentuklahan	19
Kesimpulan	20
LABORATORIUM DAN KERJA LAPANGAN	21
Model-model Skala dan Simulasi	22
Analisis Laboratorium	22
Eksperimen Laboratorium	23
Kesimpulan	24
PERANAN GEOMORPHOLOGI	25
Geomorphologi Terapan	26
Geografi Manusia dan Geomorphologi Terapan	27

POSTULAT DASAR	30
Regionl Geografi	32
Percepatan Waktu Geologi	35
Masa Historikal dan Mortal	38
Perubahan Paroxismal pada Waktu Historikal dan Mortal	39
Aktualisme dan Postdiksi	41
Kesimpulan	45
SIKLUS EROSI	47
Siklus rosi dan Daerah Arid	48
Pneplain dan Unconformities	51
Interpretasi alternatif dar Siklus Permukaan Tanah	51
Kesimpulan	53
IKLIM GEOMORPHOLOGI	56
Prakata	56
Zona Geomorphogenetik	58
Beberapa Contoh Variasi Garis Lintang	60
Bentuk dan Proses Multizonal	63
Komplikasi Pengaruh Iklim	64
Paleoclimatic dan Paleoform	66
Konvergensi Bentuk	71
Fakta yang Genting dari Pantai	72
Kesimpulan	75
STILLSTAND DAN PERPUTARAN SUSUNAN BUMI	77
Pengenalan	77
Kerangka Tektonik dan Daerah yang Labil	81
Perubahan Glaci-eustatic di Permukaan Laut	85
Transgresi, Regresi dan Garis Pantai	88
Gejala-gejala Geografi	89
Kesimpulan	91
SUSUNAN, PROSES DAN TAHAP	92

Pendahuluan	92
Arti pentingnya Struktur	94
Manusia dan Teknologi sebagai sebuah Langkah Geomorpho- logi	103
Waktu Terjadinya Pembentukan Permukaan Tanah	103
PENTINGNYA PENYEDERHANAAN KERUMITAN GEOMORPHOLOGI	107
Pendahuluan	107
Klasifikasi	108
Konsepsi Model	110
Geografi Regional	118
UCAPAN TERIMA KASIH	123
DAFTAR PUSTAKA	124

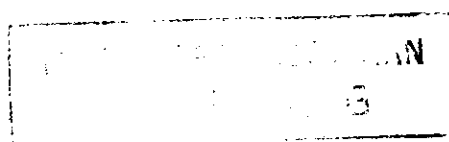
PROSES DAN BENTUK

Pendahuluan

Hingga tahun 1960 diakui secara luas bahwa geomorfologi adalah dasar dari studi bentuklahan. Proses alam akan disimpulkan dari bentuk yang mereka percaya telah tercipta, contoh, kebanyakan peneliti mengambil konsep Matthes (1990) telah menduga bahwa ini adalah suatu proses utama dalam perkembangan permukaan tanah priglasial dan glasial. Tapi bila mekanisasi terlibat jarang diteliti dengan jeli (Thorn, 1976). Selanjutnya, klasifikasi morfologi dari potongan salju dan lembah memberi sedikit pengenalan proses pada lingkungan, itulah sebabnya secara umum cepat diterima dengan hanya pengetahuan dasar sebagai proses, secara optimis diperkirakan bahwa proses dapat disimpulkan dari bentuklahan.

Ketidakterdugaan dari Beberapa Proses Geologi

Tidaklah mungkin untuk mengamati beberapa proses geologi secara langsung, seperti studi tentang kasus gunung berapi yang kompleks, banyak pertanyaan penting dalam geologi yang dapat dipecahkan dengan modal lempengan tektonik, masalah dari mekanisasi harus dilandasi dengan pengetahuan mendalam tentang susunan dan struktur bumi (Hallam, 1971). Bila proses gunung berapi muncul ke permukaan mengamatinya secara langsung resikonya adalah kematian misalnya penyemburan dari pijaran salju, longsoran



aliran gas dan runtuh partikel.

2

Geologi adalah unik, hasil proses alam tersedia untuk diselidiki dalam banyak contoh karenanya mengherankan bahwa tradisi dari proses alam tumbuh dalam cabang geologi dan konsekwensinya, studi yang mendetil dari proses geomorfologi yang kontemporer cenderung diabaikan, sekarang walau bagaimanapun ahli geomorfologi dalam bidang geologi tidak lagi sendirian dalam pengamatan dan pengukuran proses misalnya, pengembangan ilmu dalam studi dinamika, proses dalam sedimentologi, ahli-ahli palaentologi meningkat mempelajari kehidupan feraminifera.

Gelombang pada Studi Proses Geomorfologi

Informasi tentang proses muncul dari seluruh urusan, produk itu sering tidak asli, misalnya pada penekanan-penekanan perubahan pada kontak batu karang glasier diukur oleh transduser kedalam lubang yang telah dibor pada karang yang ada dalam batuan induk (Boulton et al, 1979). Tidak hanya lapisan-lapisan bernilai atau kantong kantong air yang memudahkan yang telah dilakukan, akan tetapi juga kemungkinan variasi isi yang larut, mempengaruhi gerakan glasier yang tenang (Hallet, Lorrain dan Souchez, 1978). Dalam kasus nivasi observasi penjajakan air di Kanada menunjukkan bahwa tanah subsoil yang permanen membeku pada permukaan, lapisan es yang datang kemudian membawa aliran air sub-soil ke permukaan, air ini mengalir dari lapisan yang aktif pada daerah terdekat dari sungai-sungai kecil

dan memenuhi tanah yang miring (Ballantine, 1978). Demikian pula, banyak studi yang telah berlangsung mengarah untuk mengidentifikasi parameter-parameter curah hujan yang sangat mempengaruhi erosi tanah (Moore, 1979). Pada saluran sungai aliran dan jaringan yang ada beraneka ragam dengan curah hujan yang telah dipetakan (Day, 1978).

Sekarang telah dimengerti bahwa pelapukan kimia sebagai sesuatu yang berarti pada formasi permukaan tanah dan studi studi rentangan litologi menjadi umum. Pengetahuan mengenai pecahan mineral silikat meningkat dengan cepat dan reaksi mineral organik telah diteliti (Waylen, 1979). Rentangan pelapukan kimia yang bisa dinilai juga semakin dikenal, yang lebih penting dari daerah bongkahan salju dan telah dikenal secara tradisional bahwa permukaan aluvial mencair pada temperatur yang tinggi (Thorn dan Hall, 1980).

Ketidakpastian Dalam Memperkirakan Alam dan Keefektifan Dari Proses Geomorfologi

Proses Geomorfologi tidak mudah ditentukan dengan tepat, karena beberapa alasan. Pertama, banyak proses yang berarti tidak terlalu menyolok bahkan tidak jelas untuk dilihat dan proses yang paling penting pada suatu tempat tidak dikenal pada studi sebelumnya. Kedua, banyak proses yang berlangsung secara pelan dibandingkan dengan jangka waktu penyelesaian penelitian, misalnya satu kriteria pada C.F.S. Didefinisi dari Sharpe bahwa soil creep tidak terasa

kecuali bila diukur dalam waktu yang lama. Ketiga, adanya pelipatan dari proses alamiah yang membuat banyak kesulitan dalam mengetahui kerinciannya. Pada pantai-pantai misalnya, ada empat zone hidro-dinamik yang berlawanan berdempet dan ditekan secara relatif. Keempat, terdapatnya kesulitan dalam melakukan pengamatan terhadap beberapa proses seperti proses mekanika yang paling aktif atau aktivitas biokimia yang dapat membawa kematian. Proses yang sederhana dapat diselidiki seperti daerah gelombang pecah bahkan pada air dangkal. Konsekwensinya, tidak mungkin untuk mendukung, menyangkan atau menolak bahwa erosi teras pantai sebahagian besar terjadi pada daerah gelombang besar. jika proses geomorfologi dimengerti, pengetahuan ini sangat membantu bentuklahan. Kasus - kasus dengan proses yang berbeda muncul. Produksi dalam bentuk yang sama diketahui sebagai pemusatan untuk pekerja Eropa dan pekerjaan yang sama di Amerika. Misalnya, putaran kecil terjadi di lingkungan yang bervariasi dan pada skala yang lebih besar, danau-danau kecil pada tergrasial, puncak-puncak bundar seperti bukit karang terjadi di beberapa daerah di Alaska.

Ketidakpastiaan banyak muncul akibat pengetahuan yang tidak komplit, proses yang terjadi pada masa sekarang tidak pasti karena perkembangan teknologi telah mempercepat proses dan menggoyahkan skala keseimbangan sebelumnya, bahkan yang masuk akal hasil dari pada suatu proses alamiah, intensifitas dari proses sekarang tidak

mewakili kondisi-kondisi yang berbeda pada masa lalu. Misalnya, umumnya mikro-aktif berevolusi sedikit berbeda dari abad yang lalu. Perubahan yang sama pada waktu yang lalu menerangkan bahwa ukuran larutan batu gamping yang rusak melekukkan tebing-tebing atau karang terjal pada daerah pesisir tropis hanya sedikit di atas ketinggian air. Pengikisan di daerah hulu mengakibatkan terjadinya penggundulan sehingga akan menghasilkan endapan sedimen pada aliran sungai lainnya, hal ini mengakibatkan terjadinya keruntuhan pada musim hujan lebat. Pengetahuan tentang lapisan glasial dan proses yang terjadi sekarang tidaklah sama dengan yang terjadi pada keadaan kritis (Ledger Lovell and Cuttle, 1980). Dengan demikian, beberapa ciri dari bentuk lembah sungai merupakan peninggalan banjir yang terjadi tidak dari kondisi hari ke hari atau tahun ke tahun dari aliran yang normal.

Dalam semua keadaan terdapat masalah untuk menentukan satu rangkaian kejadian proses yang mungkin mendahului bentuk, dari sini ditentukan karakternya dan ketergantungan pada "ekuilibrium dinamik" misalnya, pada bentuklahan hasil endapan ada semacam hubungan yang erat antara proses dan bentuk yang nyata antara sebab dan akibat yang tidak begitu jelas (Wright dan Thom, 1977). Sebaliknya, banyak perubahan yang dikenal dari jutaan tahun lalu seperti, bentuklahan batu karang yang telah memadat. Urutan kondisi awal dan berikutnya serta kemungkinan keseimbangannya sebahagian besar tergantung pada umurnya



(Schumm dan Lichty, 1965). Jadi, sungai berbelok dan berliku-liku terjadi karena adanya aliran helisoidal yang menyebabkan terbentuknya meander. Liku-liku itu sendiri jika diperkirakan waktu pembentukannya sebahagian disebabkan oleh kondisi awal yang berbeda, selain itu juga disebabkan oleh mudah tidaknya material yang terangkut.

Sedimen, Tanah dan Proses Geomorfologi

Studi tentang sedimen dan tanah termasuk kedalam kelompok studi bentuklahan karena keduanya mempunyai hubungan yang berarti antara bentuk dan proses sedimen serta tanah yang dihasilkan oleh proses yang sama yang mempengaruhi tipe bentuklahan. Hal ini tergantung pada sifat fisik tanah, sebagaimana yang disebutkan pada teori ilmu mekanik tanah (Whalley, 1976). Studi tentang sedimen tidak hanya menyangkut struktur endapan tetapi juga dari ukuran butir dan partikel-partikel baik secara individu maupun secara keseluruhan misalnya, daerah payau di tepi pantai walaupun sulit untuk melakukan observasi terhadap ukuran butir tapi dapat diatasi dengan pengamatan terhadap distribusi ukuran butir yang ada di sekitarnya.

Analisis terhadap tanah dan sedimen secara khusus dapat memperjelas areal granit yang melapuk seperti wilayah Dartmoor di Barat daya Inggris yang lapuk akibat cuaca (Eden dan Green, 1971). Penelitian yang lebih seksama terhadap partikel-partikel kuarsa menunjukkan adanya tanda-tanda pelapukan mekanik, hanya sedikit bukti yang

menunjukkan adanya pelapukan kimia (Doornkamp, 1974).

Sedimen sebagai perantara antara proses dan bentuk, namun demikian tidak dapat menerangkan arah dari sebab dan akibatnya. Dalam hal sedimen di Mozave Desert, Cooke dan Reeves (1972) menyimpulkan bahwa, terdapat hubungan antara ukuran partikel partikel dengan sudut kemiringan karena partikel partikel ini merupakan pecahan-pecahan yang stabil dari sisa-sisa kehancuran pada sembarang posisi kemiringan. Demikian pula Akagi (1980) dalam studinya tentang Sonoran Desert menyimpulkan bahwa kehancuran dipengaruhi oleh kemiringan lereng. kesimpulan tentang ini bervariasi dengan anggapan bahwa kehancuran dipengaruhi oleh lereng, dalil awal berasal dari W. Penck dan Kirk Bryan. Dalam kasus yang sama tidak ada hubungan antara tanah dan bentuk lereng.

Dalam situasi dimana aksi mekanik banyak berkurang pada beberapa sedimen tanah, menunjukkan terjadinya perubahan unsur kimia oleh faktor iklim dan waktu misalnya, pemetaan tanah dan studi laboratorium tentang sampel-sampel dari bermacam-macam bahagian dari Chalk muncul kepermukaan tentang gambaran dari daerah-daerah yang mengalami pelapukan selama masa priode ke empat dalam penilaian tentang permukaan lahan (Catt dan Hodgson, 1976). Jadi kegunaan dari studi tentang proses masa sekarang dapat diinterpretasi masa lalu, Studi tentang sedimen dapat pula menunjukkan ciri-ciri tanah pada suatu lingkungan tertentu. Sifat-sifat fosil sedimen dan tanah

pada suatu tempat dapat diketahui kondisi lingkungan pada masa lalu. Namun demikian harus diingat bahwa lingkungan tersebut terbentuk bukan oleh satu proses saja. Kenyataan ini nampak jelas pada proses pengendapan di pantai dimana, hasil endapan sedimen yang berasal dari pelapukan fisika dan kimia bercampur (Ashwell, 1975)

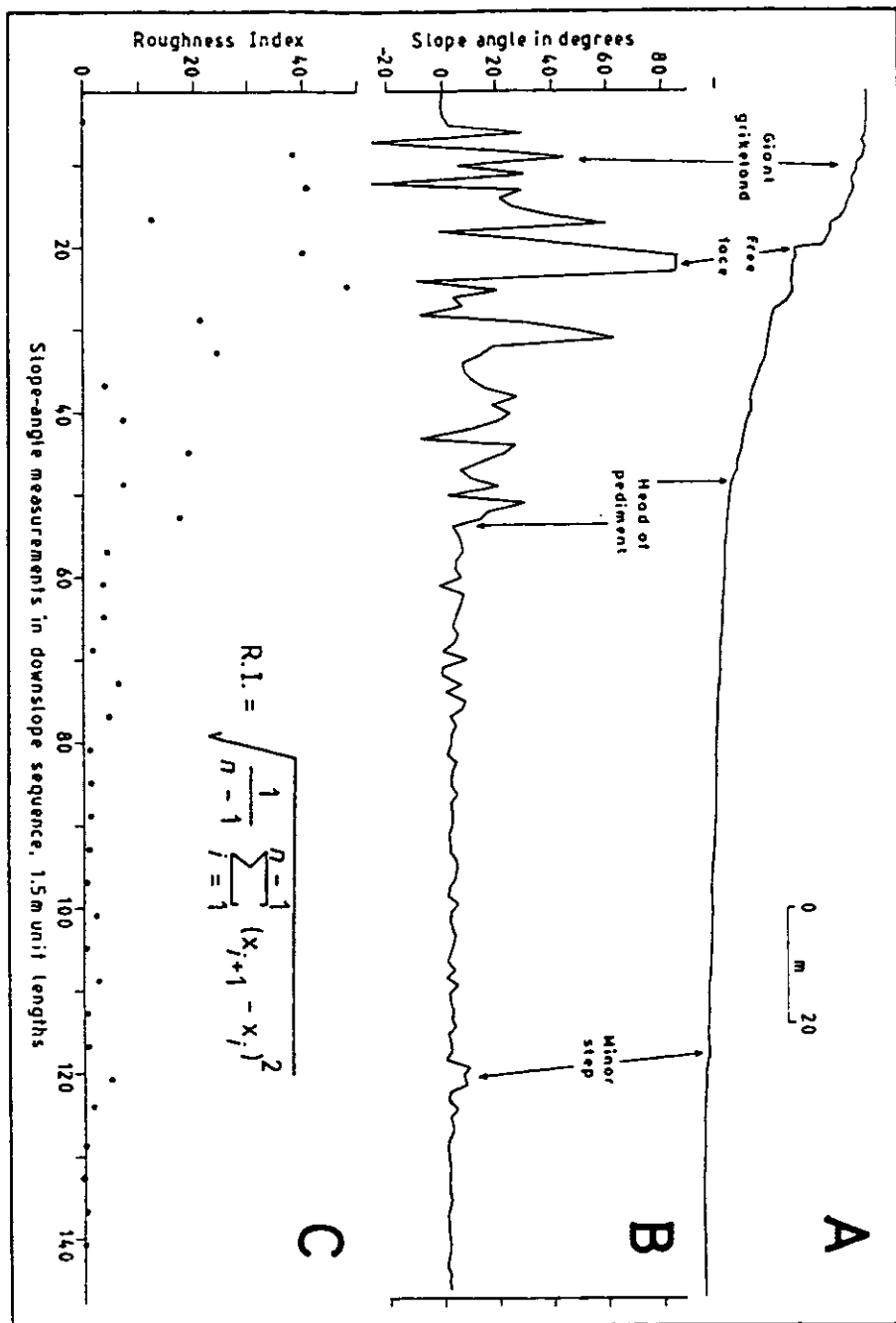
Tingkat sedimen, tanah dan proses geomorfologi merupakan suatu fenomena yang terintegrasi karena posisinya pada permukaan tanah, dimana litosfir dikeluarkan oleh tenaga atmosfer, hidrosfir dan biosfir. Hubungan antara sedimen, tanah dan proses bentuklahan adalah adanya tekanan yang berat dan waktu yang lama, proses ini masih berelanjut sampai sekarang. Studi tentang ini merupakan suatu pendekatan geografi mengenai studi tanah dalam hubungannya dengan bentuklahan, studi ini dapat pula ditekankan pada kedalaman profil tanah, kedalaman tertentu dapat mewakili terhadap interpretasi geomorfologi.

Studi sedimen dan tanah hanya sedikit memberikan keterangan antara bentuk, dan proses. Namun dia bermanfaat dalam studi kenampakan daerah kecil/sempit karena dapat merefleksi sifat dan keefektipan proses kontemporer yang paling siap dan paling cepat beraksi pada sembarang perubahan misalnya, adanya gangguan yang merupakan faktor terdahannya kekuatan pada permukaan tanah oleh lapisan vegetasi (Vincent dan Clark, 1976). Suatu studi tentang rawa di Columbia mengungkapkan bahwa di daerah lintang sedang, ekspansi endapan es yang telah mengkristal sangat berarti

ekspansi endapan es yang telah mengkristal sangat berarti (Pemberson, 1980).

Pada studi mikroform Dunkerley (1979) menyimpulkan bahwa batu gamping karren adalah efek dari temperatur dan intensitas curahan hujan atau sifat-sifat aliran hidrologi. Pada tebing curam karren di negara tropik Malaysia yang lembab bagaimanapun sifat-sifat hidrologi adalah sangat penting karena banyak organik yang hidup dilembah.

Tambahan pada bentuk mikroform lokal dan mikroform yang terbentuk dengan teratur, penyebarannya menunjukkan kekasaran dan ketidakteraturan permukaan tanah, terutama pada daerah priglasiyal yang mana lerengnya tidak ditumbuhi tanaman mudah terjadi longsoran tebing oleh air yang mengalir (Church, Stock dan Ryder, 1979). Suatu ulasan pada sebuah komentar disimpulkan bahwa lereng yang tidak teratur merupakan salah satu sifat penting dari lereng (Petty, 1969 :18-23). Sebenarnya kekasaran lereng menurun sesuai dengan umur (Welch, 1970) dan perubahan musim serta kekasaran pada sawah yang telah dibajak dan spesifikasi (Reid, 1979). Gambar 9 menggambarkan urutan dan variasi geografi dari kekasaran permukaan tanah seperti sedimen yang ada pada sedimen yang ada pada lereng di daerah utara Western Australia digambarkan secara mendetil oleh Jennings dan Sweeting (1963). Bentuk (Gambar 8A) menunjukkan perbedaan antara permukaan yang kasar pada batu gamping (kapur) dengan sedimen yang lebih halus, pengukuran dibuat dengan secara diagram. Gambar 8C



Gambar 9 Ilustrasi permukaan tanah yang kasar sebagai suatu parameter geomorfologi yang berarti sebagaimana yang telah diobservasi dekat Geikie Gorge di lembah Fitzroy di barat daya Australia.

A. Profil lereng, menunjukkan bentuk kasar giant grike/land pada karang didapat batu gamping Devonian, menyebabkan sedimen lebih halus.

B. Lukisan kemiringan sudut lereng dengan panjang profil 1,5m merupakan tanda posisi profil. Goyangan/osilasi sudut lereng menggambarkan tingkat perubahan kekasaran permukaan.

C. Urutan kemiringan dari indeks permukaan tanah yang kasar yang menunjukkan tingkat osilasi (kegoyangan) dalam nilai-nilai yang diobservasi dalam garis grafik (n=5). Kecenderungan dari nilai R.I dapat menunjukkan suatu penurunan yang progresif kekasaran pada tebing dan permukaan pedimenn yang jauh lebih halus.

menunjukkan bagaimana suatu indeks kekasaran dapat menspesifikasi urutan dan arah geografi pada parameter dapat menjadi petunjuk dari suatu proses kerja, misalnya, bagian yang paling rendah dari lereng.

Ilmu-ilmu Dasar Geografi dan Proses Geomorfologi

Empat puluh tahun Bagnold (1941) mengantisipasi penyelidikan yang lebih mendetil dari proses studi integral, ia beranggapan bahwa ahli geomorfologi jangan puas dengan studi mengenai bentuk dan gerakan akumulasi (penimbunan), tapi dia harus tahu kenapa pasir menumpuk pada sebuah bukit pasir, dan kenapa ia tidak menjalar kepada sembarang tempat seperti halnya butiran-butiran debu, dan bagaimana bukit pasir mempertahankan bentuknya yang khusus.

Berkaitan dengan itu pengangkutan sedimen kedalam sungai mempunyai hubungan antara energi dengan partikel yang ditransfer. Ahli geomorfologi lebih tertarik dengan jumlah yang nyata dari material yang dipindahkan, dan sumber lokasi dan daerah yang tertimbun. Dalam ilmu glacial, aliran glacial merupakan suatu ilustrasi yang paling berguna karena adanya aliran plastik dan material yang mengkristal, proses tertentu menyebabkan lapisan pada es dapat juga beku pada karang.

Pandangan yang lebih besar pada sifat proses geomorfologi didapat dari ilmu kimia, fisika dan biologi. Ilmu-ilmu ini digunakan untuk mempermudah pengertian tentang geomorfologi. Namun demikian, perlu diketahui juga bahwa proses geomorfologi menimbulkan gejala-gejala

sosial dalam geografi yang menjadi dasar dalam mempelajari ilmu-ilmu sosial.

ASPEK-ASPEK KUALITATIF DAN KUANTITATIF

Pendahuluan

Keanekaragaman dan ketidakteraturan bentuk dan proses serta perubahan-prubahan yang rumit mengangkat pendekatan kualitatif sebagai cara yang realistis dalam memecahkan masalah geomorfologi.

Sejak tahun 1945, pendekatan bentuk dan proses cukup memuaskan dan para ahli telah memulai pula dengan pendekatan kualitatif, studi tentang sejarah pleistosen dari muara sungai Hudson (Weiss, 1974). Kajian ini tidak terpisahkan dari masalah skala waktu dengan pengukuran waktu geologi, akan tetapi cara ini kurang memuaskan sehingga para peneliti cenderung untuk menggunakan metoda-metoda baru (Gandjeff, 1981).

Dalam geomorfologi elemen kuantitatif tergantung pada waktu, proses dan bentuk. Pada pengukuran waktu banyak digunakan disiplin ilmu, seperti arkeologi, botani dan geokimia. Studi tentang proses mempunyai hubungan dengan teknik-teknik kuantitatif seperti hidrologi, hidraulik, teknik pertanian, kimia tanah dan ilmu sedimen, sebaliknya pengkajian bentuklah erat hubungannya dengan ahli geomorfologi. Konsekuensinya dalam studi kuantitatif hubungan antara bentuk dan proses sangat sedikit. Ruang

disiplin geomorfologi kontemporer hanya bertumpu pada intinya yang formal.

Data

Nilai kuantitatif memeberikan alasan bahwa pengumpulan data merupakan aspek paling penting dari pada hitungan angka. Banyak konsep yang membutuhkan uraian sebelum pengukuran. Ada empat aspek penanganan pengukuran jumlah:

1. Untuk menentukan parameter yang representatif atau properti yang akan diukur, ukuran yang digunakan harus jelas dan ditunjukkan sumber pengukurannya. Dalam studi sedimentologi selalu mengukur ukuran butir karena butuh partikel yang sulit untuk dihitung, bersamaan dengan itu, tingkat erosi tanah sulit untuk disampaikan dengan jumlah.
2. Dalam pengukuran data, diharapkan keakuratan data yang berhubungan dengan variasi fenomena. Demikian juga variabel seperti kohesif sedimen dalam hubungannya dengan resistensinya terhadap erosi. Tidak ada metoda lapangan yang telah dikembangkan karena sulitnya pengukuran lapangan seperti keadaan laut, membedakan tepi-tepi gelombang dengan kecepatan orbit dari gelombang yang timbul, serta mengumpulkan sedimen pada ombak besar. Untuk itu dibutuhkan alat-alat yang canggih yang digunakan untuk pengukuran secara kontinyu. Penggunaan alat mahal dalam pengukuran akan dapat membantu pemecahan masalah dalam ilmu geografi.

Idealnya banyak dibutuhkan pengukuran untuk menentukan kerumitan hubungan antara lingkungan dan tingkat variasi geografi.

3. Data yang telah terkumpul dapat disebarakan kembali untuk penyelidikan geomorfologi. Peta-peta dapat digunakan sebagai sumber untuk menggambarkan bentuk-lahan dan pola arus serta volume air, data-data ini sangat berguna untuk para ahli geomorfologi, karena hampir seluruh proses geomorfologi menggunakan data iklim. Keterbatasan skala, lokasi, jumlah data unit pengukuran tidak selalu ideal untuk penyelidikan geomorfologi.
4. Sifat statistik data geomorfologi didukung oleh konsistennya data yang dikumpulkan selama 20 tahun. Selama fase ini diperlukan pengetahuan tentang bentuk-bentuk yang diukur dan standar ukuran minimum. Penilaian kuantitatif terhadap ciri-ciri bentuk, kekerasan, warna dan susunan bisa menjadi mahal, karena pembuatan alat alat ukur yang tepat memerlukan banyak waktu dan mahal dalam hal kapasitas (Andrews dan Estabrook, 1971).

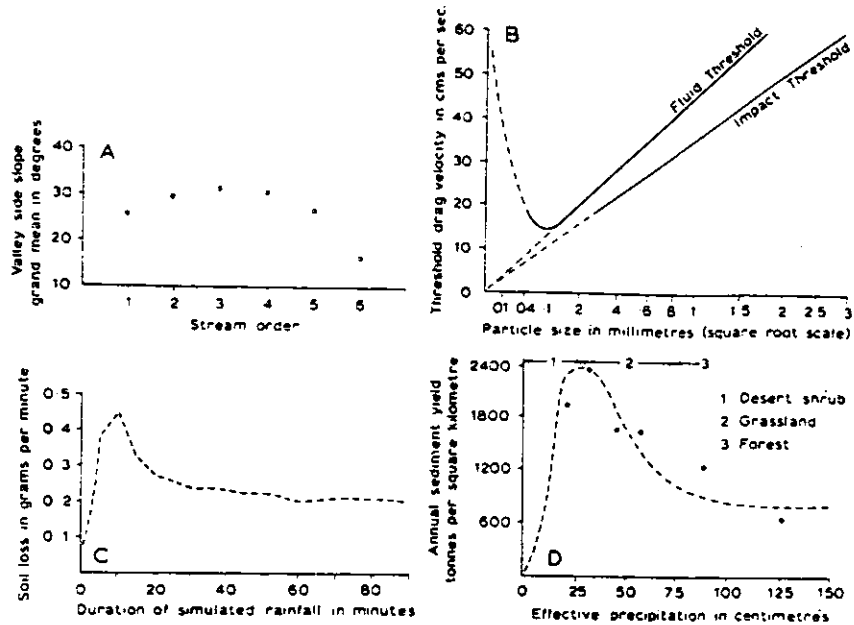
Korelasi

Sebelum menghitung tingkat korelasi antara dua variabel dalam geomorfologi, terlebih dahulu harus diteliti distribusi pengukuran statistik. Misalnya, rentangan pengukuran yang dipakai, ukuran-ukuran partikel

dari gumpalan-gumpalan tanah liat. Tidak ada cara yang memuaskan sehubungan dengan polimodalitas. Pada data sudut lereng, polimodalitas dapat dipecahkan dengan perbedaan sub-populasi yang terjadi pada perbedaan bentuk lereng (Cooper, 1980).

Korelasi antara dua fenomena geomorfologi tidak ditandai dengan sebuah garis lurus karena sifatnya berubah bila muncul faktor baru pada urutan tertentu (Pitty, 1971). Nilai trend tertentu pada 'y' dapat dibalikkan melebihi nilai 'x' (Gambar 10). Perubahan angka-angka dapat tidak monoton, misalnya di Brithish Columbia Timur suatu perubahan lambat dari aliran sungai yang membelok mencapai suatu angka radius maksimum dengan ratio mencapai 3,0 dan kemudian cepat mengecil (Hicken dan Nanson, 1975). Ada tipe regresi tertentu yang bervariasi dimana angka-angkanya relatif berubah yang disebut dengan methaporical "allometri".

Jika data tidak mempunyai gambar seperti biasa keane-karagamannya mungkin ada korelasinya dengan lingkungan, misalnya data fluvial mengisyaratkan suatu jarak yang sama dengan setengah garis lurus besarnya gelombang yang berliku. Analisa korelasi menunjukkan tipe-tipe lain yang diperlukan. Interpretasi korelasi tidak muncul, kadang-kadang tidak jelas dan kadang-kadang berlawanan dari pada yang diantisipasi, kemungkinan ini digambarkan oleh studi batukarang yang muncul di Colorado, meskipun batukarang meninggi pada saat hujan turun bisa diantisipasi, karena



Gambar 10 Beberapa hubungan yang tidak semesta pada studi bentuklahan

A. Variasi titik tengah sudut kemiringan sisi lembah dengan urutan susunan jaringan pengaliran Lighthouse hollow, Fodunocok, Connecticut, B. Variasi dari kecepatan awal perarakan di udara dengan ukuran partikel C. Tanah yang hilang selama 90 menit simulasi tanah hujan endapan lempur dari Mauna, C. Variasi sedimen yang dihasilkan dari variasi jumlah hujan turun yang efektif, Wilson (1973), *W. Jour. Soil.*, (1973, 333-49) berargumentasi bahwa Hukum Langbein-Schumm didasarkan pada keterbatasan data tidak dapat diaplikasikan pada seluruh data dasar sebagai kurva bimodal dengan tinggi puncak 750 mm dan 1750 mm hujan/suhu angka tengahnya membuat kesulitan dalam menganalisa sedimen secara statistik.

Sumber : Sacutan dari A. Carter and Chorley, 1961; B. Reghalla, 1941; C Epstein dan Grant, 1967; D Langbein dan Schumm, 1965.

adanya efek kelembaban, diukur dari angka rambatan yang lebih besar . Pada kasus ini, disebabkan oleh jarak temperatur siang hari yang dapat mengontrol perkembangan batu karang, perambatan batu karang disebabkan oleh pemanasan atmosfer pada saat langit terang dan pendinginan karena tertutup awan dan bila hujan turun.

Persamaan

Hukum kausal hanya berlaku bila korelasi antara fenomena tidak bervariasi, ini lebih tepat dari hubungan matematika yang tidak bervariasi, karena itu hukum ini jarang ada pada geomorfologi, bahkan ada elemen-elemen tertentu yang berlaku pada setiap kasus. Pada Hukum Stokastik kemungkinan hanya dinyatakan secara tidak langsung, namun korelasi dan persamaan regresi sejauh generalisasi berjalan terus, asumsi dapat disederhanakan secara berlebihan. Hubungan matematika tidak dapat berlaku bagi perubahan waktu di Pleitocene. Tidak sedikit kaleidoskop kondisi hidrologi yang disebabkan oleh heterogenitas geologi (Grand, 1962).

Empat persamaan pada regresi antara dua atau lebih banyak variabel pada literatur geomorfologi kontemporer.

1. Pekerjaan R.E Horton tentang geometri sifat drainase lembah telah dikembangkan untuk menggambarkan suatu yang tidak bervariasi dalam sifat ini dilakukan teori seperti pada matematika, oleh A.N Strakler dkk. Beberapa hubungan statistik berfungsi sistem yang tidak bervariasi yang tidak diturunkan dari permukaan tanah tetapi mengikuti secara otomatis sebagai konsekwensi dari pola aliran.

2. Suatu analogi bentuk permukaan tanah dapat ditarik secara matematis pada delta, seperti petunjuk *Galliko* bahwa panjang aliran arus menggunakan kurva untuk merekonstruksi perkembangan panjang profil masa lalu. Ketidak teraturan profil ada hubungannya dengan ketahanan bukit karang. Seorang ilmuwan pertanian telah mempertimbangkan secara singkat aplikasi dari jumlah tiga dimensi pada bentuk permukaan tanah (Troeh, 1965). Ia menyimpulkan bahwa keruwetan di suatu bukit dan lembah tidak mungkin untuk digambarkan. Secara tepat dengan persamaan tiga dimensi. Bahkan sangat sulit untuk menyebutkan koefisien dari item seperti gradien kemiringan.
3. Model matematika telah diulang-ulang dalam literatur paling tidak selama satu abad. Persamaan-persamaan ini telah dimulai dengan asumsi bahwa bentuk-bentuk permukaan tanah dan prosesnya diuraikan kedalam hukum fisika, yang paling umum adalah persamaan yang kontinyu yang menerangkan bahwa persamaan konservasi dan energi tidak bisa dipisahkan dan tidak bisa pula dihabiskan merekapun berkata *tidak* mengenai bentuk permukaan dan landscap (Leopold dan Langbein, 1962). Persamaan-persamaan yang diformulasikan spekulasi mesti jelas dapat dibedakan dari observasi yang akurat. Ternyata hasil diskusi tentang persamaan ini tidak memberikan kunci tentang bagaimana variabel-variabel tertentu dapat ditentukan atau didefinisikan, misalnya pada

panjang dan kedalaman dasar profil yang equilibrium dalam formula permukaan Brunn untuk menebak pengurangan-pengurangan garis pantai karena meningkatnya air. Suatu pendekatan biasanya tergantung pada asumsi dasar yang disederhanakan, demikian juga dengan perkembangan bentuklahan akan melibatkan ilmu kimia dan fisika. Secara teoritis bentuk-bentuk permukaan tanah dan asosiasi dipahami dan dipastikan dengan ilmu pengetahuan yang dikontrol secara laboratoris.

4. Formula dalam literatur geomorfologi digunakan oleh ahli teknologi untuk menduga proses alamiah seperti untuk instalasi teknik dan pengamanan. Suatu formula yang baik adalah didasarkan pada suatu kesimpulan, formula semacam ini dapat menolong ahli geomorfologi untuk mencerminkan dan mengumpulkan suatu seri pengukuran dan bisa pula menunjukkan secara tepat susunan nilai-nilai, metoda-metoda. Perlengkapan dan alat yang tepat digunakan untuk tujuan teknologi.

Kualitas Dalam Studi Bentuklahan

Pekerjaan para sarjana mensurvey sejarah terhadap kekasaran pelopor (Chorley, Dunn dan Beckinsale, 1964) atau mengimbangi argumen emosional pada masa lalu (Davis, 1969) demikian juga dengan pernyataan-pernyataan tentang topik populer dapat memberikan pertimbangan terhadap bukti-bukti selanjutnya. Suatu perkembangan telah mengarah pada berdempetnya geografi sejarah dan skill yang

diperlihatkan dalam penggunaan dokumen-dokumen sejarah pada perubahan geografi yang berentetan selama dekade baru ini, misalnya glasier Norwegia berkembang dengan cepat pada akhir abad ke XVII dan pertengahan abad ke XVIII dan kemudian menyusut selama priode ini *little ice age* diketahui meluncurnya sebagian tanah, karang-karang runtuh dan Crave (1972) menyatakan bahwa tahun 1687, 1693 dan 1702 adalah kecenderungan pada bencana alam.

Kesimpulan

Suatu bentuk post geomorfologi punya perhatian yang lebih besar pada kuantitas. Ada sejumlah hitungan yang sembrono serta ukuran yang dibuat dengan membabi buta, dengan harapan bisa membuat korelasi yang berarti, sejumlah persamaan diajarkan tanpa data yang mendukung, meskipun ada petunjuk bahwa seorang ahli teori gagal menguji hipotesa secara tepat (Gilbert, 1886). Kesulitan pencakupan keseluruhan fenomena geomorfologi secara kuantitatif dan persamaannya, biayanya besar dan permukaan lahan bersifat dinamis. Sebagai suatu kompensasi untuk batasan-batasan pada tingkat mana hitungan dapat digunakan dari dokumen-dokumen tua dan grafik sebagai petunjuk dimana bukti geomorfologi dapat ditemukan.

LABORATORIUM DAN KERJA LAPANGAN

geologi lapangan yang menyiapkan peta-peta pada survey pengintaian suatu tingkat lapangan geografi, dari peng-alaman lapangan dapat mempertinggi apresiasi terhadap perbedaan suatu daerah. Ager (1970) menganjurkan pergi untuk melihat sendiri bahwa batu kapur dari gua besar di Kentucky sama dengan gua Cheddar Somerset. Hanya kenyataan di lapangan memberi kesempatan untuk menemukan pembuktian dalam mengenal suatu lokalitas instruksi khusus atau menyaksikan suatu kejadian yang jarang terjadi, banyak observasi tentang longsor gunung Huascaran di Utara Peru yang memindahkan 2 juta m³ batukarang pada bulan Mei 1970, saat sejumlah ilmuwan yang mempunyai kesempatan berada di daerah kejadian. Contohnya, observasi Buckland tentang longsor di Dedon tahun 1839, pada waktu itu ada seorang seniman yang profesional yang melukiskan kejadian itu (Thornes dan Brunson, 1977:52).

Peranan pendidikan pada kerja lapangan kadang-kadang lemah oleh adanya penekanan yang berlebihan. Geologi pada dasarnya juga mencakup pelajaran lapangan pada kurikulum pendidikan, jika kita menghilangkan sejumlah ukuran hubungan langsung dengan bumi, mungkin akan menyebabkan keingintahuan dan kreatifitas peneliti (Steinker, 1979), karena reaksi kimia oleh perbedaan periode waktu. Perbedaan besarnya adalah kesterilan dimana eksperimen laboratorium dilakukan dibandingkan dengan lingkungan alam yang padat dengan kehidupan, proses biologi dan proses biokimia.

Akhir-akhir ini ada kecenderungan dalam hal geo-morfologi untuk menguji material di bawah kondisi lapangan yang terkontrol. Misalnya dalam suatu studi

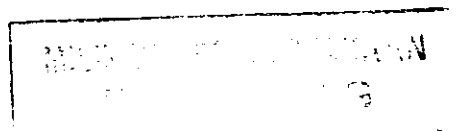
tentang perbandingan berat hilang di daerah tropis lembab dan lembab, menunjukkan bahwa kehilangan 3,5 lebih besar pada daerah tropis lembab (Day, Leight dan Young, 1980).

Model-model Skala dan Simulasi

Dengan perkembangan fasilitas dan kapasitas labor telah ditemukan simulasi komputer dan model-model skala. Pendekatan fasilitas memudahkan prosedur Basonian mempelajari satu faktor pada waktu sementara faktor-faktor lain tetap terkontrol. Dilapangan tidak mungkin ada semacam aturan karena variabel-variabel berubah secara serentak dan ada yang secara terus-menerus. Model-model skala geomorfologi mendapat perhatian khusus oleh ahli Geologi Amerika tahun 1970an. Walaupun ukuran dari model-model skala laboratoruim bertentangan dengan pendapat G.K Gilbert dan yang dilakukan oleh Francis Bacon dia membatasi aplikasi penemuan pada situasi alamiah (Pitty, 1979). Tidak seluruh dimensi dapat diskalakan, misalnya partikel kecil endapan lumpur menunjukkan perbedaan dari pasir. Ahli geografi sering bicara pengalaman tentang besarnya keuntungan bekerja di lapangan.

Analisis Laboratorium

Keterikatan ahli-ahli geomorfologi pada laboratorium dan pengukuran lapangan secara langsung pada sejumlah bentuk analisa statistik dan penampilan diagram untuk



pemeriksaan material di laboratorium, sehingga kondisi lapangan dapat diketahui. Analisa terhadap proporsi tanah liat atau perkiraan jumlah sedimen pada sampel air, melibatkan kesalahan sampel karena perbedaan kondisi alam dan tes laboratorium. Bagaimanapun analisis laboratorium tidak dapat menentukan keadaan lapangan. Misalnya tiga diameter dari kerikil adalah faktor penentu yang paling kritis untuk mensortir Pantai Chesil. Namun demikian krikil dengan diameter menengah yang paling kecil kritisnya, akan tetapi hal ini pula yang paling berhubungan dalam analisa ukuran partikel (Gleason, Blackky dan Carri, 1975). Kategori lain adalah menyangkut kebendaan yang bisa berubah selama transit di laboratorium misalnya, kelembaban tanah atau PH, disini jarak dapat menjadi kriteria dengan pilihan terhadap pengangkutan yang cepat dan pengambilan perlengkapan sensitif terhadap sampel di lapangan.

Eksperimen Laboratorium

Satu dari banyak alat penelitian yang paling tajam dalam sains adalah eksperimen, fenomena yang diobservasi dapat dikontrol dalam eksperimen laboratorium yang melibatkan interaksi dinamis dari parameter-parameter yang terkontrol. Eksperimen-eksperimen itu seperti permeabilitas atau siklus pembekuan dan pencairan yang dapat menerangkan proses mekanisasi secara alamiah, tetapi tidak dapat untuk hubungan-hubungan alamiah.

Umumnya media dalam model skala tidak beraturan, dimana banyak permukiman tanah ditemukan pada batu cadas. Jadi tidak ada eksperimen model skala dari perubahan pantai batu sehubungan aksi gelombang yang berbeda pada perubahan pantai berpasir. Adalah sulit menentukan material dan hasil kimia yang mirip klif-klif (pantai terjal) alam (Sunamura, 1975) sebaliknya banyak proses erosi seperti pengikisan dasar sungai tidak dapat dianalisa secara lengkap di lapangan selama perubahan bumi itu terjadi (Shepherd dan Schumm, 1974).

Kesimpulan

Nilai utama dari konsep geografi hanya bisa ditemukan bila ia dihadapkan pada tempat tertentu (James dan Mather, 1977).

Pengalaman lapangan adalah keberuntungan yang tidak disimulasikan untuk memperhitungkan kenyataan. Penekanan pembaharuan kembali terhadap data lapangan diantisipasi selama tahun 1980an (Graf, dkk 1980). Resiko mungkin ada bila ahli geologi senang terhadap kompleksitas lokal. Dia terlalu menekankan pada pengecualian (Ager, 1970).

Suatu ketrampilan utama dalam pekerjaan laboratorium adalah suatu apresiasi bahwa teknik yang cocok tidak diperlukan yang canggih.

Suatu kesimpulan yang lebih luas menganjurkan penilaian dikotomi. Misalnya suatu kerjasama pengarang pada petunjuk laboratorium yang menekankan suatu

integrasi yang lebih baik di lapangan dan yang perlu adalah kerja laboratorium.

PERANAN GEOMORFOLOGI.

Sumbangan Terhadap Ilmu Pengetahuan Bumi Lainnya

Peranan utama dari studi bentuklahan adalah memberikan sumbangan pengetahuan geologi secara umum. Misalnya, geomorfologi mencerminkan kondisi-kondisi tektonik terhadap perubahan relief Afrika (Kennedy, 1962). Bagaimanapun, selama 30 tahun teknik penentuan umur bumi dengan menggunakan tingkat kerusakan radio aktif telah menolong ahli geomorfologi untuk mencari korelasi umur hanya menggunakan bentuk permukaan tanah atau ketinggian suatu peran yang lebih bertahan adalah pada tingkat basis pemetaan geologi dimana litologi yang muncul kepermukaan dapat menggambarkan bentuklahan dan kekasaran permukaan bumi.

Geomorfologi juga memberikan andil ilmu pengetahuan yang berkenaan dengan rekonstruksi lingkungan masa lalu, banyak peninggalan iklim yang berbeda pada masa lalu dapat dikenal dari bentuklahan, misalnya, kaki tebing Gua Transvaal adalah bukti musim semi yang aktif pada masa lalu (Marker, 1972) asosiasi antara danau tinggi antar glasial, fase antar stadium di daerah tropik telah dilakukan (Street dan Grode, 1979). Contohnya, di Australia tingkat dari banyak danau dataran rendah turun dengan cepat setelah 26000 BP dan pada pasir dapat meluas (Bowler, 1976) endapan bentuklahan

yang mengendap adalah petunjuk yang lebih jelas dari iklim yang lewat, tapi kadang-kadang pengontrolan iklim penting pada lahan yang tererosi. Sebagaimana yang sering diobservasi pada terowongan (biasanya pada kaki bukit)

Geomorfologi Terapan

Tipe baru dari pengetahuan alam menyebabkan kontrol sosial dan arah dari energi alamiah sebelumnya berlaku secara spontanitas atau hanya dengan cara ini mereka berusaha menolong umat manusia menjadi bijaksana dan respon terhadap kejadian-kejadian (Jakues, 1975).

Ahli-ahli geomorfologi dengan sengaja mengkonsentrasikan geomorfologi terapan untuk memecahkan masalah secara praktek (Cook dan Doorkamp, 1972). Aplikasi peta geomorfologi secara detil sekarang sering ditekankan (Brunsdan, 1975) terhadap penggunaan areal longsor yang berbahaya akan cepat muncul (Johnson, 1980) pekerja Eropa timur khususnya menunjukkan bagaimana peta-peta ini bisa menunjukkan permukaan tanah yang sesuai atau tidak sesuai untuk lahan pertanian, komunikasi dan perumahan. Pada studi-studi peroses perbedaan sumbangan ahli geomorfologi lebih kecil karena kerja disini ditambah atau diduplikasi oleh para spesialis (Gambar 11). Pertumbuhan kecenderungan proses dan teknik interdisiplin, problem-problem prakteknya diselidiki oleh ahli-ahli geomorfologi.

Konsep geomorfologi terapan khususnya berguna

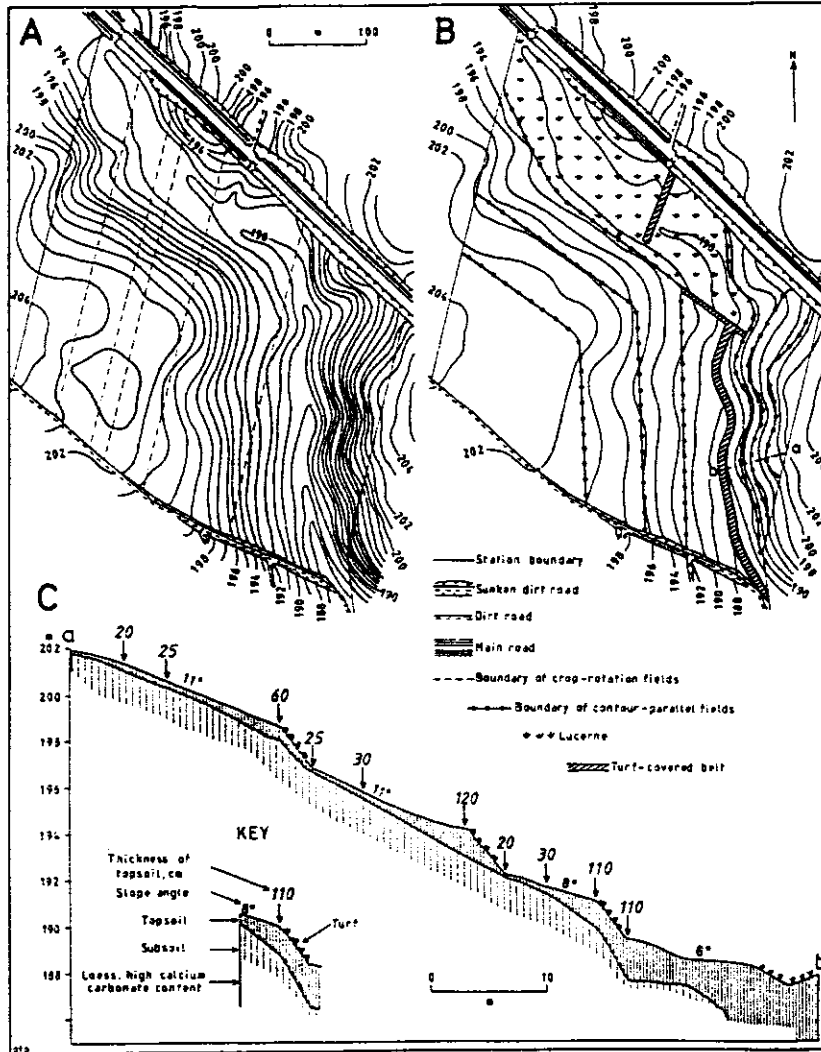
untuk menentukan skop studi bentuklahan. Pada dasarnya geomorfologi terapan berdekatan dengan subjek-subjek dan banyak pokok masalah dikenal sebagai suatu komponen teknik geologi.

Konsep geomorfologi terapan kurang bermanfaat oleh implikasi aspek lapangan yang kurang relevan, misalnya Hails (1977) mengatakan : sejumlah ahli geomorfologi masih ragu tentang pencapaian keahlian mereka untuk pemecahan praktek masalah-masalah dan lebih suka mengejar ke akademisan mereka.

Geografi Manusia dan Geomorfologi Terapan

Dengan memfokuskan kembali sedikit persepsi banyak masalah praktis yang dibantu oleh geomorfologi terapan sebagai dasar pokok bagi murid-murid tentang manusia dan alam, tema dalam geografi manusia. Perbedaannya adalah melibatkan diskripsi pada suatu sisi dan komunikasi pada sisi lain. Konsekwensi dari keduanya mewnjadikan geomorfologi terapan memberikan sumbangan yang berarti pada geografi manusia.

Kualitas geografi dan distribusi regional serta perbedaa persepsi sksala dari problem-problem prakrtis tergantung pada konteks, politik, sosial dan agama tergantung pada tingkat latar belakang dari pengaruh kemiskinan. Kenyataan ini banyak pada elemen-elemen sensasi dari geomorfologi terapan, dimana rencana penempatan mempengaruhi zona-zona bencana alam (Burton



Gambar 11 Aplikasi studi geomorfologi untuk memperbaiki praktek pengolahan tanah yang hilang pada dataran yang tinggi Lublin Polandia

A. Peta dari stadium eksperimen pertanian di Slawin tahun 1948
 B. Penyusunan lapangan kembali pertukaran penggunaan lahan dan pengenalan daerah-daerah padang rumput C. Penampangan (a-b dari Gambar 11B) menunjukkan profil tanah yang dikembangkan selama 20 tahun setelah dengan dikenalnya ukuran-ukuran proteksi.

dan Kates, 1964) seperti pengembangan olah raga musim

dingin di industri rekreasi (Ives, dkk. 1976).

Geografi tidak netral secara sosial dan politik. Pemerkasaan terhadap tambahan pertanyaan yang etis membawa peran politik meninggi dan menurun. Geomorfologi tidak menekankan aplikasi politik dan anggapan sosial, yang berlaku adalah geomorfologi memberikan pokok masalah yang netral tentang ilmu alam, tetapi dengan uraian dan metode yang mirip dengan ilmu-ilmu sosial.

POSTULAT DASAR

Pendahuluan

Sampai awal abad ketujuh belas para ahli penanggulan-
ngan bencana alam menggambarkan sejarah kejadian bumi
sebagai suatu rangkaian proses pelengkungan yang kasar
yang dihubungkan dengan intervensi ketahanan. Namun
J.Hutton dan C.Lyell berpendapat bahwa perubahan-
perubahan yang lambat disebabkan oleh proses alamiah
dan kejadian asal bumi dari bukti-bukti yang kontem-
porer. Beberapa uniformitarian menganggap bahwa proses
fisik kejadian bumi baik itu dari bentuk permukaann ya
maupun bahagian dalam perut bumi diaturoleh hukum-hukum
alam yang konstan dan oleh keseragaman dan kesinambung-
an dari proses tersebut menjadi suatu faktor yang pen-
ting dan menentukan. Dengan demikian para uniforma-
tarian menyatakan bahwa dasar-dasar hukum alamiah yang
permanen. Dengan mengenal perbedaan daya kerja proses
tersebut maka diketahuilah bahwa skala dan volume erosi
dan endapan berubah-ubah. Maka diketahuilah bahwa
endapan didasar Samudra Antlantik Utara menunjukkan 100
meter volume erosi dari batu karang pada angka 7 cm se-
tiap 1000 tahun selama 2,8 juta tahun terakhir diban-
dingkan dengan 4 cm per 1000 tahun pada masa sebelumnya
(pra gacial).

Pada masa kurun waktu abad ke XIX , banyak para ahli
penanggulangan bencana alam mengabaikan gejala-gejala
alam yang mana mereka menganggap bahwa operasi sumber

daya alam berbeda menurut kodratnya masing-masing. dibandingkan dengan gejala-gejala alam yang dapat didehidiki sekarang. Walaupun pendapat seperti ini sangat dipercaya pada abad XIX, namun penyelidikan-penyelidikan terakhir ini telah membuat kita tertarik untuk menmgetahui pada proses geo-morfological dan geological apakah terjadinya proses pembentukan bumi. Gambaran akan tulisan-tulisa kuno tahun 1970an yang menggambarkan benua-benua yang saling bertabrakan dan dasar lautan yang tersebar luas serta adanya pergolakan di samudra menyatakan bahwa adanya pendapat baru yang diajarkan dengan cara yang kuno. Maka jelaslah prinsip dasar pembentukan bumi yang diuji memerlukan penelitian yang berkesinambungan.

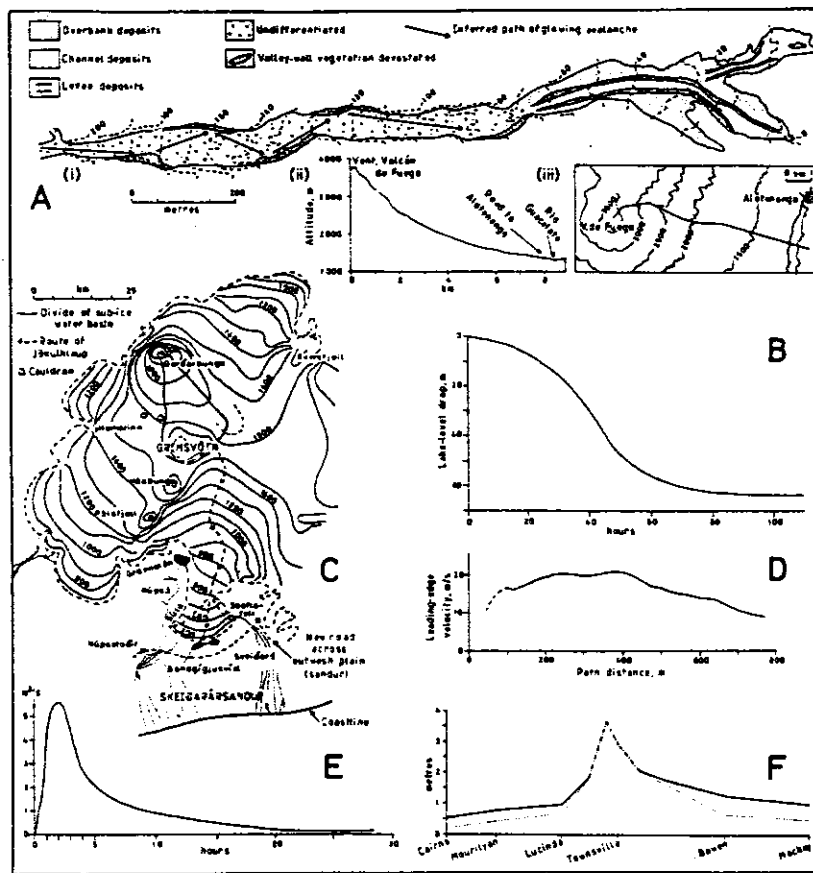
Ditekankan bahwa gejala-gewjala fisik, kimia, biologi dan astronomi secara berbeda bereaksi selama rentangan waktu geologi yang dapat memberi kejelasan tentang terminologi abrupsi, poerkembangan yang berangsur-angsur dan tak diharapkan. Aktualisme merupakan suatu pelaksanaannya yang menurut istilah Geiki bahwa *penyelidikan yang dilakukan sekarang merupakan kunci untuk melihat kejadian-kejadian masa lalu* Gradualisme bisa menunjukkan masa kerja proses keberadaan bumi yang lambat dan bermanfaat yang ditunjukkan oleh benua dan iklim yang bersifat kimiawi. Postdiction dan retrodiction merupakan lawan yang tepat untuk meramalkan kejadian-kejadaian alam masa lalu dan juga dapat menunjukkan adanya ekstra populasi pada masa

sekarang dan masa lalu. Kejadian-kejadian yang bersifat serangan-serangan yang hebat di antara para suku yang hidup pada jaman Purba merupakan bukti bahwa adanya tindakan-tindakan seperti ini merupakan resiko yang bersifat natural.

Regional Geografi

Uraian yang jelas untuk dapat menalarkankan proses kejadian bumi dan terjadinya gradual dapat dicapai dengan betul-betul memperhatikan regional dan tempat-tempat daerah kejadian itu. abrupsinya biasanya mempengaruhi zona dan lokasi-lokasi yang dapat didefinisikan dan diramalkan. bahagian tepi yang keras diketahui sebagai lokalisasi geografikal yang keras dari kejadian abrupt yang setengah keras mempengaruhi permukaan bumi yang mana disini dapat didemonstrasikan dengan jelas. Beberapa kejadian seperti ini menunjukkan ciri-ciri geografikal yang sama pada perubahan selanjutnya hal ini dapat dilihat dari adanya perbedaan menurut pusaran angin dari suatu lubang angin vulkanik atau arah angin yang jauh dari suatu arus angin yang lebih rendah. Juga pada fosi dari suatu vulkanik (Gambar 12A) abrupt yang terlepas dari glasial yang mencair secara instrinsik terbatas sebagai suatu batas gejala es (Gambar 12B). Hal yang menyolok menurut Grimsvont adalah pencairan es yang bersifat geothermal meresap kesetiap kejadian-kejadian alam lainnya secara individual (Gambar 12C). Penghentian pencarian es ini

pada tahun 1934 menimbulkan semburan yang sangat besar hingga dalam beberapa jam saja terjadilah pengluapan air bah di Kongo (Nye, 1976). Daerah-daerah dimana longSORAN salju/es ini terjadi akan kelihatan sama seperti kristal-kristal yang bersih. Semak belukar yang terbakar menandai musim kemarau dan lingkungan yang panas (Brown, 1972) dan air bah yang terjadi di daerah yang kering sebenarnya tidaklah ada dan juga jarang sekali adanya bukti-bukti yang dapat diselidiki bahwa adanya peristiwa abrupt terdapat di daerah yang tandus (Gambar 12E). Variabelitas geografi juga merupakan suatu ciri dari ratio antara arti gradual dan peristiwa-pristiwa abrupt, karena variasi ini sangat berbeda antara satu lingkungan dengan lainnya. Bahkan daerah yang sekalipun mungkin berbeda dalam beberapa hal pada kejadian yang sama, tergantung pada apakah sedimen nonkohesif dipindahkan atau apakah suatu permukaan tanah yang keras terkikis. Misalnya, pasir yang dipindahkan di sepanjang pantai selama setahun menunjukkan angka yang relatif rendah dari pada gelombang badai yang besar yang jarang terjadi dapat mengikis tebing-tebing curam yang terdapat di sekitar pantai. Juga, pada beberapa arus dapat membawa beban yang besar yang dihanyutkan oleh luapan air bah yang terjadi sekali atau dua kali dalam setahun namun deposit yang terlokalisasi dan penggeseran canal/saluran tergantung pada banjir yang lebih besar dan



Gambar 12 Contoh kekasaran aliran alam

A. Peta kontur endapan dan remapat longsor di El Pajar Guebranda yang terjadi pada bulan Oktober 1974 merupakan stratuvulcano yang sangat aktif di Guatemala,

- (i). perbedaan antara bentuk permukaan yang tidak beraturan dari endapan longsor terdapat pada porsi paling atas lembah dan dibandingkan dengan bentuk saluran dan tanggul,
- (ii). profil longitudinal path merujuk kepinggiran kawah dan merosot sampai 50 atau 60 km/jam
- (iii). peta yang menunjukkan path yang runtuh.

B. Reruntuhan yang diselloiki tutupan permukaan es di Danau Tulsequah. Runtuhan ini terjadi 12 dan 14 jam pada bulan Juli 1958.

C. Rute yang diperkirakan dari sistem tunel es di bawah tutupan es Vatnajökull yang merupakan danau yang tertutup es di tenggara kepulauan es. Sekitar 75% merupakan pencairan geotherma.

D. Kecepatan longsorin slushman di Bridger Range bahagian selatan Montyana. Longsorin ini diakibatkan oleh getran air terjun.

E. Banjir besar di Wadi el Whaska dekat Joufran sekitar 700 km disebelah tenggara Tripoli, Libya. Banjir ini diakibatkan oleh hujan lebat yang terjadi pada tahun 1977.

Sumber : A.Menyaduer dari A.Davis, Guearry dan Bonis, 1978. B.Reprinted- Menyadur dari Marcus (1960) Geographical Review, 50, dengan izin dari Amerika Geographical Society; C.Nye, 1976, kemudian Bjorneson, 1975. D.La Chappel dan Lang, 1980. E. Hopky, 1974. F. Badi Althea yang terjadi di kawasan pantai Queensland pada bulan Desember 1971. Kerusakan diakibatkan oleh badai ini di Townsville diperkirakan 50 juta dollar Australia.

jarang terjadi. Perubahan saluran arus paroxismal merupakan suatu gejala setempat yang berhubungan dengan daerah yang banyak mendapat curah hujan, dimana daerah ini merupakan pensuplai air pada daerah yang kering (Baker, 1977). Di daerah lainnya terdapat saluran yang bercabang mungkin merupakan hasil dari banjir besar yang terjadi pada masa lalu (Osterkamp, 1978). Di beberapa daerah yang terjadi peristiwa alam yang besar yang terjadi pada masa lalu tersebut mungkin meninggalkan sedikit tanda-tanda pada permukaan daerah itu. Misalnya, banjir yang terjadi pada bulan Juni 1972, Hurricane Agnes di Basin Conestoga empat sampai 15 kali lebih besar dari pada banjir maximal tahunan. Namun demikian banjir pasang surut membuka beberapa mil kawasan banjir yang sebenarnya tidak ditentukan, hanya sedikit terdapat erosi dan sebenarnya tidak ada pernyataan dan bukti-bukti yang dapat dipetakan (Baker, 1977). Apakah peristiwa abrupt merupakan suatu katastrofe tergantung pada lokalisasi manusia dan bangunan, pendoubtan kembali nature geografikalnya tergantung pada penggabungan area manusia dan abrupt sebagai aktivitas alam.

Percepatan Waktu Geologi

Untuk mengenal besar temporal sunbjeknya, para ahli geologi mengukur waktu dengan kecepatan cahaya. Walaupun banyak yang dapat diterangkan oleh proses-proses dalam operasinya namun mata hati dan imajinasi geologikal dapat melihat kejadian-kejadian pada pit-pit paraksimal. Kawasan kutub, kawasan samudra yang terbentang luas serta pleistinese merupakan suatu daratan yang sangat dingin pada masa itu. Dibandingkan dengan masa sepuluh juta tahun waktu pleistinese, lapisan es Wurm menghilang pada masa kurun waktu 10 tahun. Namun demikian kwarteneri meliputi sebahagian besar rentangan waktu yang banyak dinyatakan para ahli geomorfologi dengan beberapa penjelasan, walaupun pada mulanya mereka menganggap bahwa rentangan waktu yang lebih panjang mulai tumbuh kembali ketika gambaran

kontinental menghilang pada penyelidikan yang akurat. 30

Beberapa proses geomorfologi berlangsung cepat dan secara tiba-tiba, bahkan dalam konteks kerja kehidupan sehari-hari dapat kita lihat. Proses perpindahan dan penimbunan dari materi-materi pembentuk lapisan bumi yang berlangsung secara cepat mengatakan peristiwa besar yang terjadi merupakan suatu peranan penting dalam suatu proses pembentukan kontstruksi dan modifikasi bahagian luar bumi (Dingle,1077). Dari kajian ini kesalahan-kesalahan aktif dari proses pembentukan bumi diharapkan dapat digantikan fungsinya untuk membangun sisa-sisa yang masih bisa dibentuk. Data-data bahwa biji es yang terdapat pada bahagian paling dalam menunjukkan bahwa peristiwa pembentukan bumi dan banyaknya abrupt yang mendingin dalam interglasial. Terdapatnya bongkahan biji es yang bersuhu 5° C mungkin ada hubungannya dengan erosi-erosi vulkanik (Flohn,1979). Di Greenland, 90000 tahun yang lalu terdapat perubahan yang berlangsung dengan sangat cepat, dimana pada waktu itu berubahnya suatu iklim yang lebih panas pada waktu yang kita temui sekarang ke iklim full glacial dalam masa satu abad, dan kembali normal pada masa 1000 tahun (Dansgaard, 1972).

Ada dua aspek geografi pada percepatan waktu geologi; Pertama skala geografi, karena bahagian permukaan bumi yang paling luas dapat diketahui hanya melalui pengenalan rentangan-rentangan waktu geologi dan dengan mempergunakan gambaran yang dapat mempecepat

waktu geologi. Beberapa contoh yang telah berhubungan dengan failed arm dimana bertemu pada persimpangan dimana celah celah lainnya bergerak atau terpisah. Karena itu beberapa sungai yang terbesar di dunia meluap pada saluran yang salah, khususnya sungai sungai yang terdapat pada saluran Samudra (Buke dan Dwey, 1973). Daratan-daratan tandus lainnya terkumpul dan terfokus oleh keretakan-keretakan bumi yang serong ke daerah pantai yang mana termasuk daerah-daerah seperti, Beneu Niger, Zambezi, Limpopo di Afrika, Godaveri, Mahanadi, Parana dan Gangga di India. Di Eropa, sungai Rhine meluap disepanjang dua saluran di persimpangan Frankfurt dan pada saat pasang surut ketinggian luapan-luapan sungai tersebut sampai ke Samudra di sepanjang Laut Utara yaitu pada saluran Laut Utara. Di Amerika juga terdapat juga sungai-sungai seperti ini, seperti sungai Amazon, Parana, Missisipi dan delta-delta yang mengatur arus sungai Granade di Mexico (Potter, 1978).

Kedua, yaitu aspek geografi yang ditandai dengan regionalnya yang bervariasi untuk rentangan waktu geologi yang dirasa relevan dengan cara geomorfologi. C.D Ollier menekankan bahwa orang-orang Australia melihat kembali ke masa-masa sebelum Kambrian yang mana rentangan waktunya lebih pendek dibandingkan dengan masa yang sama yang terdapat di Inggris. Di Nederland, lebih lama sebelum Hollacene atau bahkan pada saat pra sejarah dijadikan sebagai ukuran yang tidak relevan.

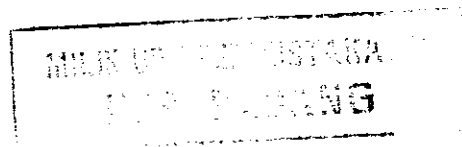
Gambaran abrushi yang relatif, intensitas dan interval rekurensis proximal geomorfologi menunjukkan suatu rentangan waktu. Bahkan suatu katstrof tidaklah akan terjadi lebih cepat dari pada yang dapat dielakkan oleh manusia. Masalah kontemporer yang klasik menyebabkan venis yang tenggelam sekitar 6mm per tahun dengan angka yang meningkat. Secara konkuren, tingkat pasang naik yang terjadi di Atlantik terus meningkat, (aqua'alta) juga meningkat yaitu 48/48 yang tercatat dalam masa kurun waktu abad yang lalu pada priode 1935-70 dan 30 pada tahun 1960an (Berhinz, 1971). Dengan 70% venice kurang dari 1,25 di atas mean permukaan laut dengan implikasi yang jelas. Jika mekanisme otomatis tidak ada, maka perpindahan dan gerakan arus laut mungkin tetap berada pada satu arah. Hal ini dapat melebihi perkembangan teknis dan dengan efek-efek kumulatifnya dapat merupakaan suatu katstrof. Demikian kejadian sejarah bumi dengan permukaan air laut yang naik 140 meter dari tahun 15 000 sampai 5 000 BP.

Karena peristiwa-peristiwa hebat hanya terjadi sekali atau dua kali setahun, maka interval rekurensi dapat dihitung dengan tepat. Dimana dua peristiwa yang hebat terjadi pada waktu yang sama, maka rekurensinya dapat dihitung, dan dianggap bahwa episodanya dalam suatu masa tertentu. Hal ini telah diselidiki di Norway pada reruntuhan batu-batu cadas di jalan kereta antara Kiruna dan Narvik pada tahun 1920 - 1960 yang merupakan prinsip dasar untuk meramalkan peristiwa peristiwa banjir yang

terjadi di masa lalu, namun ini kurang membantu dalam penyelidikan gejala-gejala endogen. Peristiwa yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari dapat terlihat dalam konteks waktu yang normal. Dengan mempertimbangkan resiko alam, barangkali konteks kontemporal lebih tergambar sebagai waktu mortal. Untuk waktu historis, bagaimanapun tergambar secara langsung dalam beberapa abad yang lampau dan beberapa gambar yang diperlukan untuk mempercepat terlihatnya peristiwa-peristiwa tersebut.

Perubahan paroxismal pada waktu historikal dan mortal

Ada lima aspek dalam perubahan paroxismal yang dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari, atau terekam dalam sejarah atau tersimpul dalam catatan geologikal yang baru diselidiki. Pertama, kemungkinan besar adanya perkembangan yang tidak stabil biasanya pada suatu periode yang diperpanjang. Umumnya material-material yang tidak terkonsolidasi terkumpul yang akan sedikit berlawanan hujan deras dan banjir terjadi. Di Luisiana badai gelombang mampu terangkat dan mampu memindahkan keseluruhan porsi lumpur dan segmen-segmen sepanjang dua kilometer. Sebagai kemungkinan lain, dimana gravitasi tercakup secara langsung, pengairan yang diperpanjang akhirnya membawa dan menciptakan struktur geologi yang tidak stabil terhadap pinggir-paroxismal yang tidak seimbang. Es berkumpul membentuk gundukan salju yang mencair pada musim semi. Pengluapan yang terjadi di danau Boneville meluap kira-kira $280\ 000\text{m}^3$ /sektor di atas kedalaman 120 meter dan menghancurkan



yutkan batuan yang berdiameter lebih dari 6 meter. Dalam beberapa hal, rintangan-rintangan kecil disebabkan oleh banyaknya material lain yang terpampang dan membuat arus kehilangan kekuatan bila rintangan ini terjadi terlalu banyak. Pada rentangan waktu yang lebih panjang, pergeseran struktural yang aktif sampai ke gravitasi paroksismal. Misalnya, di Timur Laut India, arus Sungai Brahmaputra dipisahkan oleh kemiringan gradual blok Madhupur.

Aspek perubahan paroxismal yang kedua adalah bahwa saringan pergerakan mekanisme yang melepaskan gravitasi pergeseran. Di atas permukaan bumi gangguan atmosfer yang luar biasa sering terjadi. Gempabumi merupakan gerakan yang sudah umum di area tektonik yang tidak stabil, seperti di Gunung Huaskaran tepatnya di lembah Rio Santa, Peru pada tanggal 31 Mei 1970. Di tempat dan lokasi yang tidak stabil pergerakan hanya sedikit membutuhkan energi, curah hujan hanya 50-100 mm sudah cukup untuk daerah yang rawan gempa tersebut. Di daerah-daerah pertanian, aktivitas manusia lebih dominan.

Aspek yang ke tiga, suatu paroxismal yang tersendiri merupakan gerakan dari dalam bumi, ledakan bumi yang menggabungkan bahagian-bahagian yang terbentuk dari proses pembentukan bumi yang lambat bergerak menuju titik ledakan tersebut. Suatu contoh yang spektakuler adalah ledakan Minoan tahun 1470 BC terjadi di Gunung berapi Santorini. dan kawah yang berukuran 11,5 x 8 km terbentuk dan abu serta batu apung dengan volume yang besarpun dihasilkan oleh ledakan gunung tersebut.

Aspek yang ke empat, adalah terbentuknya hubungan reaksi alamiah yang sering menimbulkan relief dan celah-celah sempit di pegunungan, dimana biasanya terdapat gravitasi paroxismal. Pada tahun 1953, 30 juta m³ material jatuh ke dalam Teluk Lituya yang mana merupakan hasil dari Gempabumi di Alaska. Dataran longsor ini kemudian membentuk suatu gelombang (gundukan) setinggi 530 m menghadap pantai. Gempa bumi, tanah longsor, dan ledakan gunung api dapat mengguncang laut beratus ratus kilomeer dengan kecepatan sampai 800 km/jam.

Aspek yang ke lima, adalah letak geografis yang terpencil merupakan suatu faktor yang menentukan, seperti Teluk Lituya misalnya. apa yang sering terjadi di suatu tempat mungkin saja merupakan peristiwa sehari-hari yang biasa terjadi di tempat lain. Luapan lumpur yang terjadi dianggap sebagai proses penggundulan yang normal dipegunungan Jepang, karena bentuk permukaan datarannya berasal dari gejala-gejala paroxismal yang dimanapun bisa ditemui pada daerah yang bertebing-tebing, (Yoshikw, 1974).

Aktualisme dan Postdiksi

Dengn abrupsi dan keseragaman perubahannya yang komplit, bukti-bukti yang diperoleh sekarang maka peristiwa-peristiwa di masa lalu dapat ditaksir keberadaannya. Keadaan yang betul-betul mirip tentulah bukan merupakan suatu postulat. Misalnya, karena banyaknya proses endogenetik yang tak bisa diselidiki, maka bukti-bukti yang didapat sekarang hanya merupakan

suatu kombinasi dari beberapa postulat dari pada merupakan suatu komponen penting yang dapat membantu memecahkan masalah penyelidikan proses geomorfologi. Ini mencakup masalah pencangkulan tanah yang sedang berlangsung dalam beberapa dekade belakangan ini serta abraksi air dengan peningkatan kedalaman yang ditinjau dari tingkat erosi yang diakibatkannya. Efek dari kemajuan teknologi ini dapat dilihat dari konstruksi bangunan yang didirikan sebahagian besar di daerah pinggiran kota yang mengakibatkan pembabatan hutan secara besar-besaran (Dougulas, 1967).

Masa setelah glasial menimbulkan beberapa kesulitan dalam menciptakan suatu generalisasi. Banyak episode yang dijelaskan oleh perubahan yang terdapat pada fosil yang dapat dihubungkan hanya dengan rintik hujan yang hanya ada pada masa sekarang. Pentingnya, sangat sulit untuk membayangkan bahwa hanya 500 generasi yang lalu, permukaan laut 140 meter dari pada yang ada sekarang ini dan mulai naik kembali kira-kira setengah meter per generasi. Pada saat kenaikan ini berhenti, lebih dari satu keluarga yang mempunyai cadangan makanan lebih dari cukup. Pada keseluruhan plestosen secara geologi permukaan air laut glasial tidak berhubungan dengan perubahan-perubahan suhu. Dalam 20 juta km² area glasial, dengan penemuan yang didapat saat ini secara gamblang dapat dikatakan sebagai kunci untuk melihat kejadian glasial pada masa lalu bahwa, dalam lapisan pertama melintasi suatu permukaan tanah

(Feininger, 1971).

Dengan membandingkan pada masa lalu iklim di Cenezoik tak terdapat ciri-ciri yang sama dengan perkembangan suhu pada masa lalu. Namun temperatur di equator relatif dan pada daerah kutub tak ada sedikit-pun kelihatan daratan hanya semata-mata es melulu. Hal ini menyebabkan kecuraman meridian sangat lemah yang mungkin sebagai akibat dari sirkulasi atmosfer yang lemah dan berbeda (Donn dan Shaw, 1977). Bahkan lebih lanjut, elif pra-Dounian tidak terdapat dan rumput-rumput hanya kelihatan di Miocene.

Dalam kolom atau pengertian geologi sendiri ditegaskan bahwa basis geomorfologi adalah aktualisme. Misalnya, komposisi greywackes kuno mirip dengan komposisi pasir pasir sungai yang kontemporer menyatakan bahwa adanya reruntuhan yang berbentuk sama (Potter, 1978). Keaslian postdiksi geomorfologikal yang dinyatakan oleh M.N Strakov yang menghitung angka rata-rata akumulasi sedimen di dasar-dasar sungai dan danau dan samudra pada masa lalu, bahkan variasi angka-angka sedimen yang ada pada saat sekarang. Hal ini dapat dinyatakan dengan angka tertinggi dari endapan batuan metamorfik yang terkristal yang bertekanan sama dengan 10,20 atau 50 km. Keberadaan endapan batuan ini menyatakan secara tak langsung bahwa adanya erosi besar-besaran yang bertahap sampai pada masa kristalisasi. Pengikisan atau erosi mempunyai dampak terhadap struktural termal kulit bumi yang tipis dan juga merupakan suatu faktor yang penting

dalam menentukan tekanan dan temperatur yang dicatat oleh mineral-mineral yang terkumpul.

Karena banyaknya aspek-aspek yang tak pasti dan tak lengkap, maka dari itu postdiksi merupakan suatu faktor yang penting untuk dapat menggambarannya. Ketergantungannya barangkali berasal dari gradial yang tak eksorabel dan skala iklim kimia. Karena itu suatu pengkalkulasian penggikisan yang ada sekarang dikalikan dengan rentangan waktu yang menunjukkan interval perubahan yang cukup besar yang terjadi yang mungkin terjadi di suatu dataran. Proses penggundulan menunjukkan apakah bentuk-bentuk yang dihasilkan sama dengan bentuk penggudulan yang ditemukan sekarang atau apakah angka angka yang menyatakan bahwa itu merupakan bentuk relief. Karena itu, silica bisa hilang 94 kg/ha/tahun dari suatu garnit Darmoor (Ternan dan William, 1979) dan ini merupakan jumlah yang memadai untuk merupakan secara tak langsung bahwa proses-proses yang terjadi pada masa lalu tentang peristiwa prigliasial atau bagaimana keadaan cuaca zaman Tertiary tidak memerlukan keterangan yang detil untuk menerangkan bentuk dataran Tor yang kontraversial. Juga pada postdiksi aritmatika terdapat aspek kedua pada postdiksi. pengetahuan tentang kajian proses yang aktif mengenai pembentukan dataran dihubungkan pada area dimana mempunyai hubungan dengan proses yang terjadi pada masa lampau.



Kesimpulan

Teori Plat Tectonic Modern memberikan penjelasan tentang aktualisme yang didasarkan pada pengetahuan tentang tingkah laku alam yang nyata dari pergerakan akan keberadaan plat-plat yang terdapat saat ini. Penyimpangan pusran pada pre cambin dibandingkan dengan penyimpangan yang terdapat di San Andreas dan plat-plat kuno diuraikan di sepanjang kolom geologi. Dengan demikian, teori ini tidak hanya merupakan suatu pola untuk menciptakan teori geologi modern namun juga merupakan suatu penekanan untuk menciptakan kembali dasar filosofinya. Untuk proses-prose geomorfologinya, suatu evaluasi tentang gradual dan abrupsi pada mulanya mungkin kelihatan tak pasti atau berubah-ubah. Bagaimanapun abrupsi jarang terjadi atau barangkali hanya terjadi satu kali dalam beberapa tahun dan inipun hanya dapat diketahui melalui pengetahuan geologi. Proses tentang geomorfologi tidak hanya di arahkan untuk mengetahui proses-proses geologi yang terjadi pada masa lalu, namun juga dipelajari sebagai bahagian dari perkembangan yang ada sekarang dimana udara dan air memproses kembali unsur-unsur geologi. Sebagai bahagian dari geografi manusia saling keterkaitan antara proses geomorfologi dan aktivitas manusia juga diperhitungkan. Sensasional katastroofik memberikan daya dorong yang tak sehat terhadap beberapa antroposentrisme. Bagaimanapun juga jika peristiwa alam yang terjadi nanti dapat diramalkan dengan tepat, namun tak

ada yang lebih baik kecuali hanya dengan memakai ketidaktentuan postdiksi. Juga ada proses alam yang tidak mempunyai efek balikan terhadap proses manusia. Suhu dan ketinggian permukaan laut secara bertahap berubah, demikian juga dengan bentuk dataran benua, ledakan gunung-gunung api, dan bumi bisa saja bergetar tanpa campur tangan manusia. Beberapa proses alam merupakan hal penting bagi kehidupan manusia karena hal tersebut mendorong dan menentang manusia untuk berfilsafat. ODi Pasifik, dimana Cocos, Nazca dan plat-plat Pasifik bertemu serta pulau-pulau terkikis sekitar 6 cm/tahun dan berputar sekitar 10° dalam sejuta tahun (Ney, Johnson dan Lowrie, 1977). Sekarang plat-plat yang bertemu ini disebut dengan Simpang Tiga Galapagos. Lokasim ini memiliki organik aneh yang diselidiki oleh Darwin pada tahun 1839. Pertanyaan yang ada dimana-mana sekarang, apakah manusia dan teknologi juga merupakan suatu katastrof?. Seperti yang diselidiki oleh Mary Somerville (1848) bahwa proses perubahan alam yang terjadi hanya dalam beberapa tahun saja adalah sangat mengherankan sehingga adanya suatu konsideraasi bahwa material bumi ini merupakan pengaruh dari manusia (Baker, 1974). Telah empat generasi yang dapat memantau angka perubahan proses alam yang mengherankan ini, berspekulasi menginterpretasikan pengertian identitasnya, namun geomorfologi selalu menjadi suatu sumber penting untuk pengumpulan data.

Pada akhir abad ke XIX, W.M Davis menyatakan bahwa suatu peredaran pengikisan, dengan memakai pandangan Lyeill bahwa ledakan paroxismal biasanya diikuti kemudian oleh masa ketenangan yang panjang. Dia berpostulat bahwa pada mulanya, sisi tebing yang curam terbentuk dengan permukaan rata, luas dan tinggi secara bertahap sampai suatu dataran erosional menghasilkan suatu relief. Dan untuk ini merupakan suatu permukaan dataran yang hipotikal yang disebut oleh Davis dengan *pneplain*. Setelah itu bentuk nyata *pneplain* banyak diperdebatkan dan pola ini secara universal tidak dipakai, karena tidak adanya contoh-contoh konkrit yang tidak diketahui maka argumen tentang *pneplain* bertentangan dengan aktualisme. Bahkan para eksponen mengatakan, interpretasi peredaran Davisian dalam suatu area sukar dipasangkan atau dicocokkan dengan struktur dan litologi area lain.

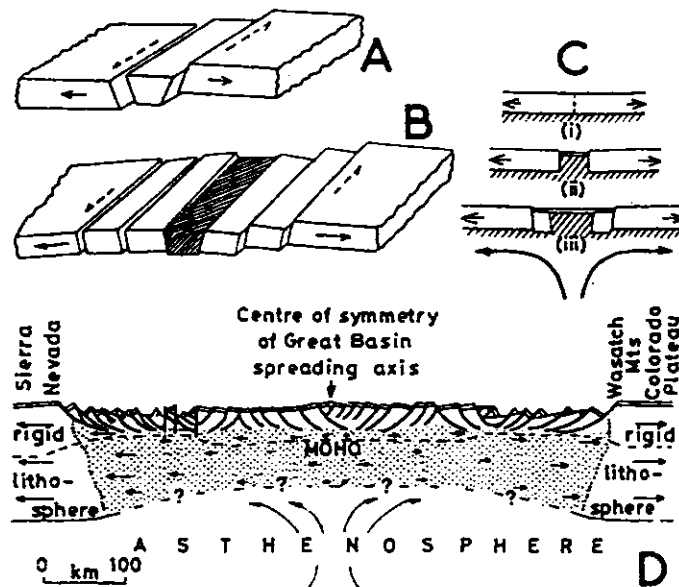
Suatu kelemahan utama dalam melakukan interpretasi peredaran Davisian adalah penggunaan analogi yang implisit antara suatu *pneplain* yang terpostulat/dipostulatkan dan horizon stratigrafikal. Maka lembah-lembah yang luas terbentang antara permukaan remnant erosi sebagai jarak pada tingkatan horizontal yang terpotong dan yang letaknya mungkin tersisip, suatu contoh yang jelas tentang pendekatan geologi yang tidak dipertanyakan tidak cocok dengan kajian tentang pembentukan daratan. Anggapan ini

cenderung mengabaikan proses gradualisme, dengan erosi mana kemudian menghasilkan suatu peredaran yang memastikan bahwa remnant-remnant awal akan cenderung lebih sedikit. dengan demikian dalam hal derajat marine-cut, seperti halnya yang terdapat di Bonaire India Barat (Gambar 20C). Hanya teras-teras yang lebih rendah yang masih terus dipertahankan disekitar pulau itu. Jarak dan variasi yang tepat pada teras-teras dengan kedalaman menunjukkan bahwa erosi yang besar terjadi disetiap teras yang lebih rendah (Bandoian dan Murray, 1974).

Bahkan pada suatu saat, bukti morfologis yang ada tersebut mungkin tidak dapat dideteksi oleh mata manusia. Sebagai contoh Skotlandia Utara, berbagai pertanda dari bahagian permukaan yang mengalami erosi dapat dilihat oleh Shetland, dan maksimum pada frekwensi yang tinggi dalam histogram lebih banyak ditentukan oleh frekwensi puncak. Jika bukti-bukti tersebut tersisa dari erosi terasering tersebut, semua terasering tersebut sudah cukup lama untuk menahan erosi yang berlebihan itu terbentuk (Flin, 1977). Akhirnya, terlihat ada keanehan yang nyata yang beralasan yang dilihat mata pleplanasi pada horison, bila ternyata bahwa mata melihat secara geometris, jalur paralel akan terlihat menutupi jalan.

Siklus Erosi di Daerah Arid

Argumentasi tentang validitas pneapolis secara



Gambar 13 Keterangan tentang sistem-sistem dalam bentuk teori lapisan tektonik

A. Pembentukan itu merupakan lapisan sederhana dari jumlah endapan yang relatif. B. Pembentukan struktur Laut Merah, terhadap pembentukan struktur lapisan yang relatif luas C. Mekanisme yang mungkin untuk membentuk struktur Laut Merah dan pemisahan endapan yang keras. D. Simetri tertentu dari lembah yang berliku dan perbedaan aliran pada kedalaman yang tertentu. Pembentukan struktur lembah mulai pada 17-18 juta tahun yang lalu dan perluasannya rata-rata 1 cm terutama menyimpang dari Timur ke Barat dan dari Barat ke Timur. Sumber-sumber diambil dari AC Girdler 1965 : D. Proffett 1977.

gambarang tidak bisa dipecahkan karena siklus dan peneplain merupakan konstruksi hipotikal yang hanya terdapat dalam gambaran Davis. Ini bukanlah masalah tentang Siklus Erosi Kering seperti yang terdapat di Timur Laut Amerika. Disini penggambaran gempa dan pengeboran stratigrafi menunjukkan perbedaan yang menyolok tentang daerah ini, ditekankan bahwa

generalisasi Davison Kuno yang tak dapat dielakkan berdasarkan pada bukti-bukti morfologikal.

Pertambahan dan penyimpangan dan gerak vertikal yang berbeda antara blok-blok yang menyimpang mempengaruhi bentuk struktur. Sebagian dasar lembah yang dasarnya jauh dari erosi, mengandung lebih dari 3000 m endapan klastik sedimen batu-batuan karang kotoran dari letusan gunung berapi. Penelitian geofisika mengungkapkan, suhu panas pada permukaan yang dalam dan temperatur tinggi tak normal pada daerah yang dangkal.

Perkembangan antara 30-35 % seluruhnya atau sebagian 160-180 km melintasi seluruh lembah yang besar selama masa enozoik adalah mungkin (Proffet, 1977). Aksis penyebaran pada bagian sentral adalah ekuivalen terhadap aksis-aksis penyebaran pada bagian sentral sepanjang tempat di mana dasar laut terbentuk dan tempat penelitian yang banyak tentang Laut Merah. Oleh sebab itu daerah aliran lembah terus menuju ke utara, melalui Teluk California, sebelah timur Lautan Pasifik (Menard, 1960). Di daerah Lembah Dixie, angka pertambahan rata-rata 0,4 cm pertahun selama 12000 tahun yang lalu (Thomson dan Burke, 1973).

Sistem - sistem saluran ke luar mulai berkembang 6 juta sampai 105 juta tahun yang lalu, telah berkembang secara progresif untuk membentuk daratan-daratan sekarang dan pengeringan. Rincian yang jelas ini menjelaskan betapa sedikitnya penemuan-penemuan terbayang dapat diantisipasi oleh skema deviasi dan ketidak sesuaian sebagai wadah bagi pengetahuan geomografi pada masa/ sekarang.

Keretakan tertentu secara geologi disebabkan oleh hipotesa unconformities dan pneplain. Masalah utama adalah jumlah penggundulan yang relatif dan struktur peninggian tak kalah pentingnya adalah lamanya masa geologi saat struktur gerakannya kecil. Pertanyaan besar yaitu, sisa permukaan yang luas mungkin persis seperti permukaan erosi. Akhirnya, meskipun banyak unconformities dapat diperlihatkan bahkan D.W. Davis menyetujui bahwa sukar menentukan suatu contoh yang jelas dari pneplain.

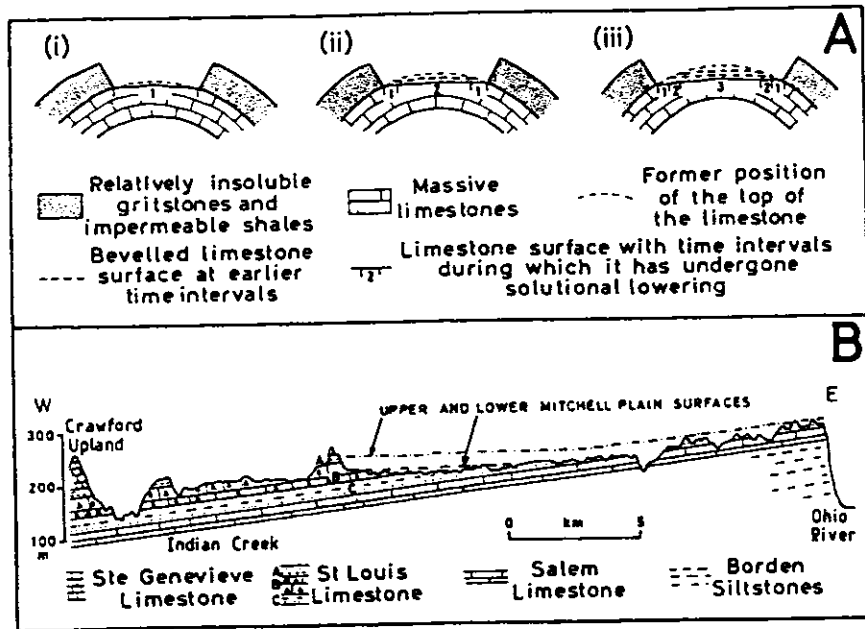
Dengan menggunakan angka kegundulan dari 10 cm/1000 tahun, Schum (1963) dihitung akan memakan waktu 9 juta tahun untuk menurunkan Amerika dari tingkat pertengahan 690 m ke nol. Dengan kenaikan angka tersebut sampai delapan kali lebih cepat dari pada penggundulan, Schum juga mengatakan bahwa banyak waktu dibutuhkan untuk erosi dari masa-masa pergantian dari kestabilan konperatif.

Variasi ketinggian yang perlu diperkirakan dalam siklus interpretasi sedimentasi dari erosi permukaan Benua Afrika L.C.King's atau permukaan Gondwana biasanya 1200 m dan dapat ditelusuri ke dataran Abyssi-nian pada ketinggian 2400-2700.

Interpretasi alternatif dari Siklus Permukaan Tanah

Pada skala yang besar struktur geologi sendiri mungkin memberikan kesan pemotongan erosi karena sebagian unconformities dipengaruhi oleh sebagian gravitasi tektonik. Bagi permukaan tanah bagi erosi yang tidak kuat hubungannya dengan suatu permukaan dasar tertentu. Contohnya, Rampas dari Brazil Utara sedikit

cenderung mempengaruhi permukaannya, yang tidak cocok dengan siklus⁵² erosi.



Gambar 14. Ilustrasi dari perkembangan permukaan terubaa perbedaan solusi yang dapat menghasilkan permukaan lahan meniling dengan singkapan batu kapur

A. Model datar balaubukan kimia, ketebalan sisa tanah dan data morfologi dari Pennines bagian selatan. B. Permukaan lahan bagian atas di Indiana Selatan dengan memotong struktur datar dari batu kapur yang mengalami penggalan. Misalnya, perkembangan permukaan dapat dipernatikan.

Sumber : Saduran dari A. Pitty, 1968; B. Palmer dan Palmer, 1978.

Jika dibandingkan dengan hipotesa peneplain, bentuk-bentuk yang ada nampak muda atau dimudakan kembali dengan kata lain tuntutan perputaran atau siklusnya nyata. Suatu bentuk yang umum sebagai akibat dari resesi pantai yang memperpendek aliran sungai, mungkin menyebabkan efek yang sama pada tingkat dasar secara regional. Jadi bagi sungai-sungai yang mengalir ke utara Yorkshir

dekan Teluk Robinhood, dimana jurang pantai dan batu pasir terus⁵³ menyusut 8,5 - 18,9 m/100 tahun, terus membentuk seperti kali yang curam merupakan penilaian terhadap kondisi yang berubah. Keterangan ini sangat konsisten dengan apa yang ditawarkan sekarang terhadap sejumlah lembah yang memotong batu karang di sebaelah utara Pantai Dovem. Hanya kira-kira sepermpat dari lembah ini yang mencapai pantai sampai kedasar laut.

Kesimpulan

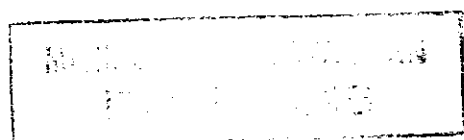
Dalam beberapa dekade ini dua arah penelitian ini tidak diarahkan lagi terhadap pengaruh keberhasilan dan batasan-batasan yang digariskan oleh teori Cycle of Erosion (siklus erosi). Yang pertama, adanya tehnik/cara penentuan umur yang mutlak, telah membelokkan kembali keperluan utama untuk menentukan umur permukaan tanah berdasarkan bentuk dan ketinggiannya. Tehnik semacam itu, didasarkan atas data-data yang secara berurutan dan disertai dengan bukti-bukti yang nyata, membuat sadar para ahli geomorfologi untuk bertanya apakah generalisasi dalam konsep siklus erosi benar-benar sudah cukup kuat untuk mendukung gambaran-gambaran secara kuantitatif. Jika tidak, penelitian dan pengukuran secara geomorfologi dapat dibuat tanpa adanya pengaruh kesimpulan yang terdahulu yang menyimpulkan bahwa pengukuran secara geomorfologi haruslah sesuai dengan rancangan kerja/ siklus kerja. Yang kedua, perluasan minat dalam beberapa aspek yang terlupakan dalam siklus erosi memberikan beberapa contoh yang nyata untuk meneliti semakin berkembang. Hal ini meliputi penelitian secara umum, tetapi lebih ditentukan pada penelitian tentang lingkunagn dari pada seperti apa yang ditekankan pada

penelitian tentang lingkungan seperti apa yang di katakan oleh 'normal cycle' untuk meneliti tentang quaternary geologi, bentuk lereng, geometri hidrolis, tanah dan sedimentasi. Juga fasilitas laboratorium sementara menawarkan kesempatan untuk bekerja dengan alat-alat yang canggih sehingga penelitian itu bisa agak dibelokkan sedikit dari topiknya, agar lebih mendetil hingga akhirnya menemukan jawabannya.

Disamping daya tarik dan kesuksesan Davision geomorfologi ia juga mengatakan ada dua opini konsep Cycle yang belum dijawab. Yang pertama dalam kurun waktu ketika Cycle memegang kendali nampaknya ia merefleksikan kebenaran yang fundamental. Yang kedua, tidak ada konsep perbandingan secara umum yang disetujui. Ada empat dasar atas kepopuleran Cycle , yang pertama, pengagum Davis begitu kritis terhadap pelindung kerjanya, disamping adanya tantangan yang keras bagi Cycle yang datang dari Tokoh Geografi Jerman seperti Hettner dan Passarge (Tilley, 1968). Yang kedua, beberapa pendapat Cycle mengarah pada prinsip ilmiah geologi . Tanpa contoh presentasi harian yang disebutkan, aktualisasi sangat diabaikan dalam konsep peneplain. Sehingga, dalam memperkirakan aktualisasi sisa peneplain sebelumnya mungkin diidentifikasi dan dihubungkan dengan permukaan beberapa rekonstruksi di beberapa ketinggian, proses penggundulan yang dilakukan secara berangsur harus ditinggalkan. Sangatlah sulit untuk dibayangkan secara logis, pola seperti itu

dimana prinsip utamanya malah diabaikan. Alasan ketiga, adalah masalah pemaksaan, seruan personal tentang kepemudaan, kawasan dan usia tua. Seperti fakta-fakta tentang kehidupan yang tidak bisa dielakkan, kemungkinan ketidakseimbangan fase-fase ini dampak negatifnya tentang benda mati tidaklah langsung nampak. Akhirnya ke empat, Cycle juga melakukannya karena, walaupun tidak idealis jika dibandingkan dengan yang digambarkan oleh Davis, pengurangan penggundulan susunan geologi adalah tidak bisa dihindarkan dan hasilnya tidak bisa ditawar-tawar.

Fakta bahwa tidak adanya konsep perbandingan bagi Cycle kemungkinan karena Davis menolak prinsip geografikal dasar atas faktor variable regional. Kebanyakan yang menjadi masalah dalam penelitian landform (berbagai macam bentuk permukaan bumi dan yang tercakup dalam relief topografi atau raut muka bumi, misalnya gunung, lembah, ngarai dll) adalah masalah variabel geografi dan hal-hal yang menyangkut geografi secara umum.



IKLIM GEOMORFOLOGI

Prakata

Normal Cycle akhirnya menyelidiki masalah siklus tanah kering dan siklus es. Sebuah generasi berikutnya, tapi Cotton (1941:1942) masih mengacu pada Teori Normal bahwa erosi dipandang sebagai kejadian iklim. Pada abad pertengahan dua sekolah teknologi didirikan, keduanya menitik beratkan pada proses, tapi yang satu memberi alternatif terhadap Siklus Erosi bahwa menurut persepsinya tentang pengertian iklim regional yang didasarkan pada bentuklahan, diawali dalam arah yang berbeda. Dalam beberapa hal dapat dicatat bahwa prinsip fisik rusaknya permukaan tanah akibat hujan lebat dan daya tahan tanah dalam menahan air hujan, walaupun masalah itu identitasnya berbeda antara daerah yang satu dengan daerah yang lain. Ada sebuah pengertian dari Horton (1945); proses geomorfologi yang kita selidiki pada dasarnya adalah berbentuk genting, atau hancurnya suatu benda yang di klasifikasikan sebagai cairan plastik atau zat elastis. Seperti hukum alam yang tidak bisa ditolak, dapat disimpulkan bahwa bentuklahan akan cenderung sama dengan ketinggian tanah. Proses pendekatan fisik ini yang mana para pakar geologi Amerika seperti Stahler, yang membuat beberapa referensi mengenai iklim, Leopold, Woldman dan Miller (1964) yang menyimpulkan bahwa *setiap kejadian menunjukkan bahwa, bentuk lereng bukit mungkin identik*

dengan iklim suatu daerah. Hal ini berarti bahwa, semua bentuk lereng bukit terjadi dalam/di setiap lingkungan iklim dan geografis (King, 1957).

Berlawanan dengan pendekatan prinsip fisik, kesimpulan alternatif dapat dicapai melalui suatu pendekatan lingkungan atau pendekatan iklimatis ke arah geomorfologi. Disini minat dalam proses dapat mengenali beberapa perbedaan dalam faktor fisik dan faktor lain yang lebih luas untuk mengikuti zat-zat yang tidak mampu diteliti dan proses biologis. Hipotesanya adalah bahwa suatu daerah yang tercipta yang berlawanan dengan iklim, dengan efek khususnya pada tumbuh-tumbuhan berarti bahwa proses fisiokimia yang digabungkan dalam beberapa cara dan dijalankan dalam ukuran yang berbeda, dengan tumbuh-tumbuhan yang bersangkutan punya efek yang berpengaruh dalam yang menonjol dalam proses morfogenetik secara khusus dalam daerah yang berlawanan dengan iklimnya. Keabadian dari pada hukum fisik akhirnya kurang berarti jika dibandingkan dengan perbedaan lingkungan untuk membedakan daerah bentuklahan yang lebih baik, dan dapat diasumsikan bahwa hukum alam itu harus meninggalkan jejak diatas bentuk permukaan tanah. penekanannya adalah pada proses penyelidikan dan bentuklahan dalam bermacam lingkungan, dengan dititik beratkan pada penyusunan perubahan zat biologi menjadi cuaca fisik.

Penyerderhanaan perlunya bentuk perbedaan ketinggian dan cuaca adalah barangkali suatu kesimpulan

yang mengikuti asumsi yang menyatakan bahwa pertimbangan fisik dapat memberikan basis bentuklahan dan proses penelitian. Diabaikannya pertimbangan geologi dan kimia berarti bahwa faktor utama yang merubah ketinggian tanah dihilangkan. Definisi bentuklahan yang sebenarnya adalah, sesuatu yang terbentuk oleh endapan atau biokimia yang dikombinasikan oleh unsur-unsur cuaca seperti endapan es dalam tingkat ketinggian yang tertinggi. Dalam ketinggian tanah yang agak rendah ada pulau koral dan gejala timbulnya plato yang disebabkan duricrust.

Zona Morfogenetik

Sesuatu yang lebih khusus dan mengenai iklim di atas daerah bentuklahan adalah penekanan genetik dan karakter regional, yang tersirat dalam kata **zone** (zona) tentang konsep zona morfoklimatik, kekhususan iklim suatu wilayah dan kemungkinan implikasinya terhadap penelitian bentuklahan pertama-tama dipikirkan oleh A. Penck (1983), dan kemudian dia mencoba untuk mengklasifikasikan hubungan antara daerah cuaca dengan permukaan relief bumi pada tahun 1910. Pada tahun itulah kemungkinan besar kata *Climatic Geomorphology* (geomorfologi klimatis) diperkenalkan oleh E. de Morton. Perkembangannya selanjutnya banyak dikaji oleh Peneliti Jerman seperti, C. Troll dan J. Budel. Kemudian timbul asumsi baru yang datang dari perbedaan lingkungan, asumsi menyatakan bahwa bentuk geomorfologis

klimatik pasti berbeda. Maksudnya adalah banyak tipe morphoklimatik telah didefinisikan berdasarkan data klimatis tanpa referensi sebelumnya, terhadap apa morphoklimatik sesuai atau dianggap sesuai dengan skema. Skema yang lain menghindari batasan yang dikemukakan oleh Budel tentang lima zona morphogenetik regional dan hanya menghasilkan katalog iklim geografi fisik, tumbuh-tumbuhan, tanah dan bentuklahan untuk mengetahui zona klimatis, dengan sedikit percobaan untuk menghubungkan hal-hal tersebut diatas dengan mempergunakan sistem morphodinamis. Hasil penelitian A.Cailleux dan J.Tricart, yang menyelidiki tentang karakteristik suatu daerah, mereka tidak mau berspekulasi tentang hipotesa, sangat terpengaruh oleh para pakar geografi regional Prancis. Percobaannya adalah untuk mengetahui perbedaan proses morphogenetik dan berusaha menghubungkan dengan daerah bentuklahan, sering juga menggunakan sedimen morphometri sebagai alat bantu.

Terpisah dari karyawan sekolah yang biasanya mengabaikan klimatis geomorphologi tetapi para pekerja tidak. Derbyshire (1973) menyatakan bahwa demonstrasi konsep yang dikatakan oleh Budel belumlah sempurna. bahwa pernyataan yang dikemukakan oleh Cycle of erosion tentang terjadinya skema dunia yang disertai dengan bukti yang nyata, dan penyelidikan untuk mencari konfirmasi yang nyata masih dikatakan pernyataan yang tidak masuk akal. Satu hal yang menjadi masalah adalah

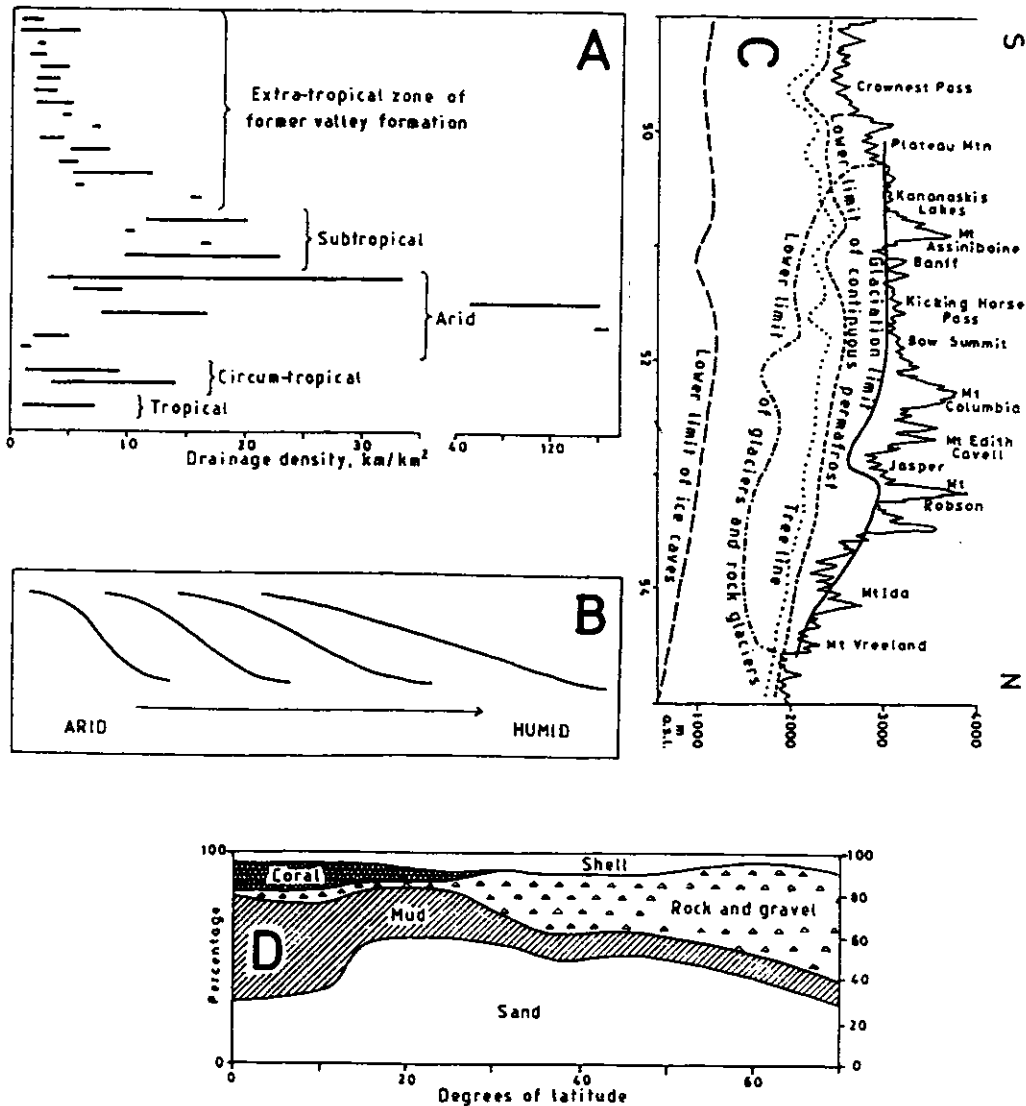
karena kurangnya kontrol dasar ide.

Rasa optimis dimana geomorphologi iklimatis yang dipropagandakan tidak dapat dihubungkan dengan disiplin problem geografi bahwa kesuksesan aplikasinya dapat terpecahkan. gambarannya mencerminkan kepercayaan di dunia ini bahwa masih ada suatu daerah yang membutuhkan tentang geomorphologi di pertengahan tahun 1945. Akibatnya, bahaya kekhasan yang diteliti adalah bahaya geomorphologi iklimatis (Jhon dan Sugden, 1975). Contohnya, penelitian tentang priglasiol sangatlah berhubungan dengan proses dan kekhasan geomorphologi terhadap garis lintang yang tinggi, sedangkan gerak zona fluvial yang mempunyai jarak yang dekat dengan anak-anak sungai wash slope merupakan celah-celah yang cukup banyak ditemui setelah salju mencair (Wilkinson dan Bunting, 1975). Seperti kemungkinan alternatif lain bagi pendekatan Davision, adalah merupakan perbedaan nyata terhadap apa yang dimaksud dengan penjelasan penelitian bantuklahan. Akhirnya, para Pakar Geografi Amerika berharap bahwa pendekatan Budel akan mengungkapkan variasi yang nyata dan pola ruang yang akhirnya menggabungkan dengan perubahan perhatiannya (Holzner dan Wearver, 1965).

Beberapa Contoh Variasi Garis Lintang

Adalah sangat penting untuk memberi contoh karakteristik geomorfologi yang dihubungkan dengan iklim sebelum penelitian lebih lanjut terhadap kesulitan

husus penyamarataan. Gambar 15A menunjukkan suatu daerah padat yang dikeringkan disusun berdasarkan zona morfogenetik Budel. Gambar itu menunjukkan baik nilai kepadatannya dan gugusannya bertambah dari garis



Gambar 15 Contoh perbedaan-perbedaan geografis dan penekanan-penekannya pada iklim berhubungan dengan pertukaran proses dan sedimentasi

A. Nilai seleksi dan juaat kepadatan aliran pada zona-zona morfologi yang berbeda di Budel digolongkan atas letak lintang. B. Perbedaan umum dari bentuk lereng bukit maru antara daerah iklim kering dan basah sepanjang lintasan. C. Zone morfoklimatik di Pegunungan Rocky D. Perkiraan zone berdasarkan lintang dari pusat kontinen tempat arah sedimen-sedimen sebagian besar data pengaruh rejim danudasi pada lahan yang berdekatan seperti lumpur yang terjadi pada zone temperatur tinggi dan curah hujan tinggi di daerah tropik basah, pasir bertambah pada musim panas, kering subtropik, batu dan krikil lebih dominan pada zone yang sangat dingin.

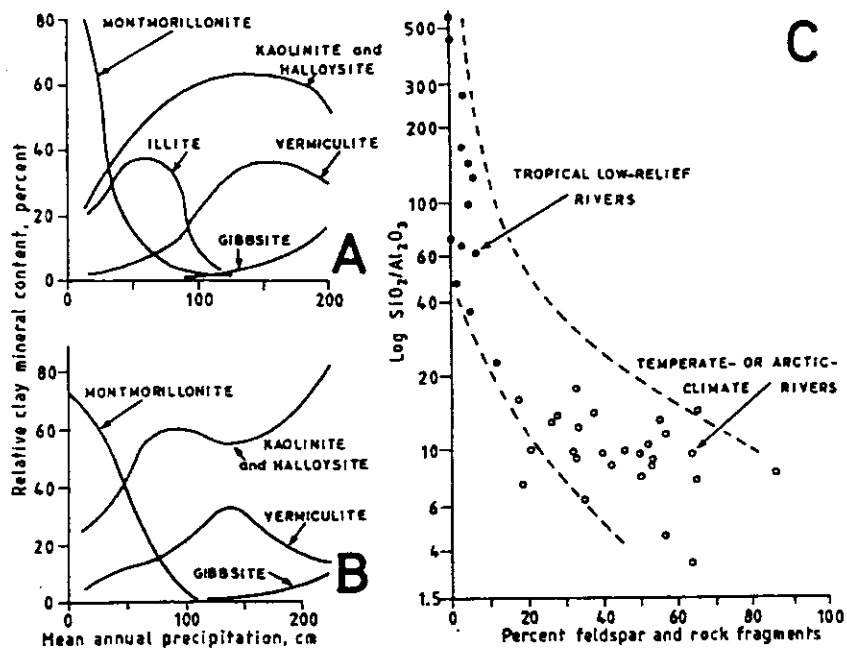
Sumber: Saduran dari: A. Gregory dan Bradiner, 1975; B. Toy, 1977; C. Harris, 1979; D. Hayes, 1967.

lintang tengah melalui sub tropis ke daerah semi kering. Penurunan terjadi ke daerah kering kemudian naik lagi ke daerah tropis. Pada Gambar 15B Toy (1977) mempersembahkan perubahan umum yang diobservasi dalam bentuk ukuran lereng pada daerah pantai yang landai, kemiringannya terjadi pada garis paralel 37° dan selebihnya menuju garis meredian 105° , menunjukkan perbedaan daerah erosi. Panjangnya lereng dan bentuknya lereng dihubungkan oleh kepadatan (berat jenis) aliran sungai dimana sungai itu lebih besar di daerah semi kering dari pada daerah lembab. Gambar 15C menggambarkan kecenderungan terjadi pembekuan tanah dan salju pada ketinggian tanah yang rendah pada garis lintang . gambar itu juga menunjukkan persamaan antara daerah beku dan daerah yang bertumbuh-tumbuhan, walaupun tumbuh-tumbuhan itu menjadi baik dan tidak dilanjutkan lagi di daerah lingkungan geomorfologi pegunungan., tidak ada dukungan/jaminan lagi pada daerah perbatasan morfoklimatis pada daerah hutan di garis lintang tengah (Caine, 1978). Gambar 15D menunjukkan arti pentingnya sedimen selat continental untuk mencerminkan/ merefleksikan keseimbangan proses penggundulan tanah dengan daerah lumpur yang dominan pada temperatur (suhu yang tinggi dan daerah curah hujan yang tinggi di daerah yang lembab) ini berarti membandingkan batu karang dan batu kerikil di daerah dingin dengan volume pasir yang memuai di daerah yang panas, sub tropis kering. Perubahan tertentu pada bentuk batu sedimen dapat juga

diobservasi pada tanah. Gambar 16A menunjukkan hubungan yang terbaik antara bentuk tanah liat di daerah subur di California yang tergantung pada jumlah sering atau tidaknya hujan salju, hal itu juga mengingatkan kita pada arti pentingnya litologi, karena illite hanya terjadi pada batu karang vulkanis. Sebaliknya Gambar 16B, dalam menunjukkan pengaruh iklim terhadap sungai-sungai, petrologi dan kimia, dan juga menunjukkan bahwa kwarsa yang tinggi dan rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang tinggi, adalah perbedaan-perbedaan yang ada pada batukarang. Maka dari itu fenomena khusus dapat dilihat untuk membedakan dengan zona iklim. Kemudian timbul asumsi/pertanyaan apakah perubahan-perubahan itu dapat disatukan dengan yang lain dan apakah karakteristik yang telah dipilah-pisahkan dapat dipetakan. Nampaknya geomorfologis iklimatis adalah merupakan contoh lain dari pengertian tentang daya kekuatan rendah dalam diskusi ini. Empat aspek morphogenesis yang diutarakan dalam daya kekuatan rendah ini adalah pengaruh iklim yang kompleks.

Bentuk dan Proses Multizonal

Proses yang lain adalah multizonal, air yang mengalir adalah proses dasar dalam semua cuaca di atas daerah yang selalu membekas. Bahkan pola pengeringan relief seperti wadi-wadi di Afrika Utara mencerminkan fakta ini. Perbedaan pola dapat berupa azonal dengan aliran yang memberi ciri khas pada daerah batu lumpur, daerah semi



Gambar 16. Arti iklim bagi tanah liat dan mineralogi pasir.

A. dan B. Formasi mineral liat pada batuan yang bersepa di California berhubungan dengan jumlah hujan salju tahunan (A); sisi montmorillonit pada saat curah hujan tinggi, material dasarnya batuan beku (B). C. Pasir sungai dengan persentase kuarsa tinggi SiO_2/Al_2O_3 . Perbandingan bagian atas dasar dari dasar sungai tropik dengan relief halus (siklus tertutup). Siklus terbuka adalah dasar sungai dengan salian satu relief halus atau kasar dan lainnya, temperatur atau iklim kutub.

Sumber : Disadur dari A dan B. Singer, 1960; B. Potter, 1976:444.

paleodimates dan paleforms, bentuk dan proses multi-zonal dan konvergensi.

Komplikasi Pengaruh Iklim

Khattulistiwa yang suhunya naik dalam temperatur rata-rata yang disebabkan oleh evapotranspiration yang lebih tinggi. Tetapi jumlah radiasi surya tidak begitu jelas, dan hanya dapat dilihat dari tipisnya awan di langit di gurun pasir atau gunung yang tinggi atau di kutub utara

pada waktu musim panas, lebih jelas lagi ketidak teraturan daerah pengendapan menyulitkan kemajuan ruang gerak dalam proses pengeringan dan transportasi.

Ketinggian tanah pastilah menyulitkan proses penemuan ciri-ciri morphoklimatik pada ruang gerak yang sudah ditentukan. Di Afrika Tengah Kilimanjoro Mountain (Pegunungan Kilimanjoro, 5879m), Gunung Ruwenzory dan Gunung Kenya semuanya ada glasier. Cirgues yang berbentuk pipih seperti lantai kira-kira 4750m ada dan mengelilingi hampir keseluruhan gunung berapi Kilimanjoro di bagian Timur. Barisan saljunya adalah $\pm 4500m$ di Gunung Ruwenzori dan $\pm 5000m$ di daerah Khattulistiwa Andes. Bentuk gunung di sisi bagian barat daerah kontinental dan arah anginnya membentuk daerah kering. Daerah seperti Indochina, Cina Selatan dan Atlantik Brazilia, hutan tumbuh dari daerah khattulistiwa ke daerah lembab pada garis lintang tengah, sedangkan di Afrika daerah kering yang luas terbentang di sebelah utara garis khattulistiwa.

Lautan mungkin juga mempunyai pengaruh terhadap morphoklimatik, terutama menurut peta Budel. Pada garis lintang yang lebih tinggi tanah priglasial tidaklah zonalitas, ini disebabkan karena di belahan bumi selatan tidak ada tanah pada garis lintang apapun. Tapi di belahan bumi utara malah sebaliknya seperti daerah Greenland dan pantai-pantai barat Eropa, ini disebabkan adanya perluasan aliran sungai Teluk di sebelah Timur laut.

Sungai-sungai besar mungkin saja membawa perubahan zat-zat ketika sungai-sungai itu melalui wilayah yang mempunyai kondisi yang berbeda dengan daerah hulu. Di belahan bumi utara ada perbedaan yang menyolok antara aliran sungai yang mengalir ke utara dan mengarah ke selatan. Di daerah tropis sungai-sungai kecil membentuk kondisi seperti di Sungai Nil, dimana hujan derasnya ditampung oleh lubang-lubang dan akhirnya mengalir ke daerah yang tandus. Contoh, di Khattulistiwa Somalia, tumbuh-tumbuhannya adalah Padang Savanna, di mana lembah sungainya 2-3 km lebarnya mengalir ke arah hutan yang menyerupai lingkungan daerah tropis yang subur.

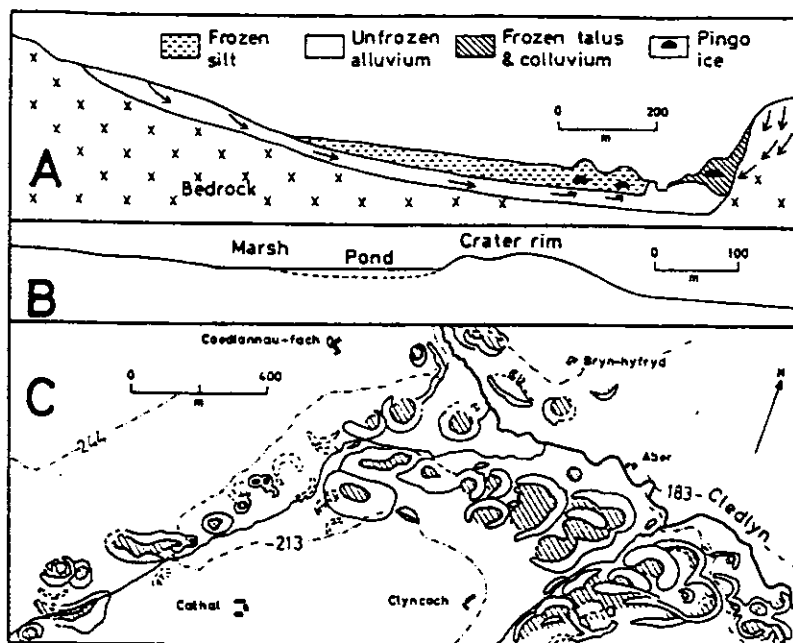
Paleoclimatis dan Paleoform

Konsep zona morphoklimatis secara diam-diam menegaskan bahwa bentuklahan adalah merupakan proses jaman tetapi osilasi iklim adalah merupakan ciri quaternary. Di Amerika Utara bagian tengah, daerah yang bersuhu sama semakin bergeser ke selatan setidaknya 1200m ke daerah salju. Glasier-glasier di mana ada di daerah dataran tropis seperti pegunungan Elgon Afrika Timur, pegunungan Aberdare dan Abbyssinian juga ada di sana. Di dataran rendah seperti Afrika Barat perubahan iklim malah menghasilkan batu dan krikil, yang mempunyai hasil dan proses periglacial di daerah subur di zona mediterian. Kembali pada waktu, hukum iklim berjalan seiring dengan perubahan lautan dan daratan selama Cenozoik (zaman geologi yang paling

baru). Bahkan zonaliti itu sendiri jarang diperbincangkan pada pohon cemara dan sejenis pohon cemara di Greenland di Oligocene, dan telah ada bukti bahwa ada tumbuhan di Semananjung Afrika dan Canadian Shield.

Karena morphogenesis sangat lambat perkembangannya terutama pada bentuk batu karang yang lebih besar, paleoform mungkin saja berlangsung relief waktu ketika proses yang berbeda dibutuhkan. Sebagai contohnya, pedimen klasik di barisan batu karang kristal di gurun barat daya Amerika Serikat telah dikriteriakan ke dalam proses zona tandus yang mana tidak semata-mata menghasilkan batu granit, di Gurun Mojave (Oberlander, 1972). G.H.Dury percaya bahwa perkiraan paleoform pada iklim sebelumnya adalah merupakan sumbangan utama pada geomorphologi klimatik. Contohnya, embun beku dan solifluction menghasilkan lokasi dan daerah seperti landform. Pengertian pengendapan fosil haruslah di dasarkan pada gabungan beberapa karakter termasuk tanda microform, jenis, susunan dan benda-benda yang terkubur (Benedict, 1976). Adalah sulit untuk membedakan bentuk keasliannya setelah diperbaharui. Contoh sejenis, prigliasial dari luas sebelumnya adalah dugaan atas gundukan tanah sebagai relief Pingo di daerah Eropa Barat, seperti di dekat Llangurig di Wales Tengah. *Pingo* sebuah gundukan tanah yang ditutupi es (menurut bahasa orang Eskimo) mungkin saja bisa hancur di bagian tengahnya, sehingga

membentuk lingkaran seperti danau yang dangkal. Perkembangan gundukan tanah diarahkan pada inter-permafrost dan sub permafrost, rembesan air datang dari permukaan di bawah tekanan hidrolastik (Gambar 17a). Suhu air harus mendekati 0° C dan jika volumenya terlalu banyak maka air tidak akan membeku pada musim dingin. Jika itu jatuh dan membeku, rembesan itu tak akan terjadi (Holmes, Hopkins dan Foster, 1968). Contoh yang diduga sebagai relief pingo oleh Watson (1971) terjadi di Danau Cledlyn di Cardighansire Tengah. Lokasinya sangat mirip dengan Gambar 17A. Benteng/dinding bagian luarnya naik menjadi 5-6,5 meter di atas dasarnya. Biasanya bertumbukan bersamaan waktunya, mereka termasuk alam terbuka, memperpanjang bentuknya pada batas bagian barat (Gambar 17 C). Sebaliknya, depresi yang dangkal dan bersamaan waktunya di bagaian barat Anglia Timur di atas Chalk (Batu kapur) antara batu tanah dan Fens tidak menyerupai pingo yang besar seperti di daerah kutub. Jika di bandingkan dengan contoh yang ada di Wales Tengah adalah sulit hal ini disebabkan oleh relief rendah dan perubahan keadaan air bawah tanah yang menyerupai Chalk (kapur). Tetapi, kemungkinan relief pingos, di samping bentuknya yang kecil dan berputar-putar tidak seperti biasanya, memberikan gambaran skop/batas ketidakpastian geomorfologi iklimatis dipandang dari segi dugaan bentuk relief.



Gambar 17 Contoh perbandingan esumur perkembangan bentuklahan dengan daial yang selimbang di Pingos Alaska dan bentuk yang cenderung di Wales pusat
 A. Lokasi Pingos yang khas di Alaska tanah panah menunjukkan aliran bawah tanah gerakan vertikal yang berlawanan dua kali B. Profil daerah pingos di Alaska dahulu mengskibatkan keruntuhan. Vertikal dan horizontal skalanya sama C. Beat sirkulasi benteng-centeng/tahanan dikurung oleh rawa, diinterpretasi sebagai peninggalan pingos pleistoses, pada dasar lembah Cledlyn, Cardigan shire pusat
Sumber : Disadur dari A dan B Holtes, Hopkins dan Foster 1968; C. Watson, 1971.

Walaupun iklim mungkin hanya meninggalkan geseran-geseran dan sedikit permukaan tanah, dan di samping zat-zat dan oskilasi ulanngan dalam iklim, pengertian/pendapat bahwa ada banyak daerah yang menyisakan kestabilan morphoklimatik setelah adanya perpanjangan waktu mungkin saja benar, tetapi di daerah tertentu saja, maka dari itu, Mersding (1970) memperlihatkan kekontrasan/perbedaan Sahara Tengah dengan zona yang ada di sekeliling Sudan dan Sahelia.

Begitu juga M.F. Thomas (1974;285) menganggap masuk akal dan bahwa pemandangan alam merupakan hasil dari pada kondisi lingkungan wilayah yang terbatas.

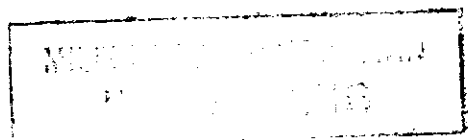
tandus dan zona priglasiyal. Permafrost menghasilkan pengarah permukaan yang sama seperti tanah liat yang keras atau batu karang yang luas di lereng daerah tandus. Karena permukaan tanah dilindungi oleh tumbuh-tumbuhan yang permanen, sekali-sekali atau suplai musiman permukaan air menghasilkan sheet wash. Berat sedimen yang disatukan dengan aggradasi pendulangan dan perkembangan aliran sungai yang berkeluk-luk. Beberapa ciri tekanan yang dapat mempengaruhi proses bentuklahan adalah multizonal. Contohnya, kuatnya akar pada komunitas tundra adalah komunitas seperti daerah tandus. Pada kedua lingkungan itu, keadaannya adalah sangat keras pada permukaannya sehingga dapat mempertahankan kehidupan di bawah tanah.

Arah angin adalah tetap melalui gurun kutub biasanya bila tidak ada lapisan yang digunakan untuk melindungi pasir. Batuan dasar mungkin menjadi berkeluk dan dihaluskan oleh terpaan angin. Bahkan pengeringan zat kimiapun dapat mempunyai keseragaman. Jika air tidak ada, garam menjadi kerak dan danau menjadi kering, pernah terjadi di Greenland, seperti pada gurun yang panas dan tandus, yang disebabkan oleh penguapan yang kuat pada pertengahan musim panas. Begitu juga Mc. Murdo, lembah yang kering di Antartika, pengeringan garam terjadi sebagian menyebabkan resesi wajah

Kovergensi Bentuk

Begitu juga pengaruh proses, banyak ciri dan bentuk yang berbeda yang dilaporkan dari garis lintang yang sama. Bentuk semacam ini mungkin merupakan hasil yang sama dari proses azonal, atau mungkin juga dua proses yang berbeda dapat menghasilkan suatu yang sama. sehingga paleoform tetap berlangsung, relict yang diproses berbeda dengan relict yang ada saat sekarang. Maka dari itu kita harus berhati-hati dalam merekam kemungkinan adanya proses yang berbeda untuk menghasilkan bentuk yang sama. King (1953) menulis homologi tentang bentuklahan, Wilhelmy (1958) homologi dalam bidang konvergensi. tulisan King inilah yang sering muncul dalam tulisan -tulisan J. Tricart dan A. Calleux. istilah dimana para ahli geologi Amerika menyebutnya, *equifinality* adalah sama tapi tidak membawa implikasi bahwa konvergensi bukanlah antara bentuk dari pola pelapukan.

Contoh dari homologis termasuk mikroform yang dihasilkan oleh rusaknya pelapukan batu karang akibat cuaca dan berbagai bentuk iklim, telah dijelaskan oleh Wilhelmy. Mereka biasanya dihubungkan dengan berbagai alat untuk menghasilkan berbagai perubahan volume. Letusan gunung berapi merupakan hal yang bermanfaat bagi perkembangan berbagai pola tanah baik di iklim panas maupun dingin.



Ada kesamaan yang dekat antara polygons yang dihasilkan oleh proses pengawetan di tanah liat dan di tanah yang beku. Pada skala yang lebih besar ada daerah yang semi tandus dan priglasial yang landai seperti lerang bukit, dan Birat (1966), dalam menggambarkan pengeringan tebing Serra do Mar di Brazilia, mencatat bahwa lembah mempunyai kesamaan bentuk dengan lembah glasial yang berbentuk "U". Akhir-akhir ini tugu yang dibentuk dari batu kapur yang tingginya 125m, yang tadinya dianggap sebagai daerah yang subur, bentuk-bentuk karst tropis ditemukan dipegunungan Mackenzie daerah terisolir di Canada (Brook dan Ford, 1978).

Kata-kata seperti 'equifinality', 'konvergensi', dan 'homologi' harus digunakan dengan berhati-hati karena konotasinya bisa bermacam-macam. Jika equifinaliti merupakan suatu pengertian bahwa hukum fisik tidak punya data yang cukup untuk menerka bentuk dari permukaan tanah, maka konvergensi dan homologi boleh menyatakan bahwa hal-hal yang bersifat umum tidak dibutuhkan.

Fakta yang Genting Dari Pantai

Di dalam menguraikan hipotesa geomorphologi, klimatis beberapa faktor komplikasi telah dikurangi dalam arah yang berguna dengan memperrtimbangkan masalah pembentukan karst (Sweeting, 1972). Ini berarti bahwa mengurangi atribut variabel terhadap litologi dan terus

memfokuskan perhatian pada prosesnya, itulah pemecahannya. Penerapan penemuan Brook dan Ford membutuhkan banyak waktu untuk mengujinya. Pengertian geomorphologi klimatis yang diperoleh dari penelitian daerah pantai dapat di ulangi. Dengan persediaan air dan energi yang tetap, bentuk fisik pantai dan tepian pantai mempunyai persamaan prinsip dan kedinamisan bentuk. Swales, cusps, spit, tombolo dan bentuk lainnya dapat ditemukan di berbagai garis bintang. Tetapi pantai di daerah yang beriklim dingin mempunyai ciri-ciri yang lain. Pantai yang berbintik-bintik terjadi bila es yang terpendam mencair., pecahan embun yang beku mencair sampai ratusan meter adalah hal yang biasa, dan kemungkinan proses ini menghasilkan batu bulat dan polygon. Es bisa saja mengalir di punggung bukit.

Pemeliharaan sistem swales dan punggung bukit di Kutub Utara sangatlah unik pada dekade lampau (Short,1975). Gerakan ombak secara beraturan dibatasi 0 sampai 10 bulan dalam setahun ketika pinggiran pantai itu membeku, dan angin yang cukup keras dapat membentuk krast es di pantai dan bagian jurang yang rendah membentuk batu krikil untuk mencegah deflasi berikutnya. Permafrost menjaga dinding danau swales dan juga dapat mencegah inflasi. Pada garis lintang yang lebih rendah aktivitas eolian dan badai cenderung untuk membentuk berm dan bukit pantai secara terus-menerus.

Material yang terpisah-pisah yang telah dikombinasikan merubah garis lintang. Embun yang beku dan glasial meninggalkan benda kasar di atas pantai yang berdekatan. Cuping endapan mungkin saja berada di atas pantai. Batu pantai yang pipih berserakan hanya ada di daerah yang bersuhu-rata-rata, seperti di muara Lawrence, dimana timbunan es merupakan transportasi dan endapan yang sangat penting. ada sedikit benda-benda inorganik di pantai yang panas, daerah tandus dimana run off dibatasi oleh aliran sungai allojenik. Pasir koral dan pertumbuhan koral, karang pantai dan fenomena biokimia yang lain dibatasi oleh dua garis lintang yang lebih rendah. Pantai intertropis dibatasi oleh lingkaran pasir, dengan rawa-rawa diatas tanah ini disebabkan karena banyaknya batu sedimen yang baik di atas sungai-sungai. Tidak ada tanjung disana dan begitu juga benda-benda yang kasar hal ini disebabkan karena batu karang itu hancur. Pohon-pohon bakau yang subur di daerah iklim tropis ada disana ini disebabkan karena adanya timbunan sedimen yang subur. Letak dari garis pantai selalu berubah. Di Indochina, Venezuela, Guana dan Brazil pantai-pantainya banyak ditumbuhi oleh pepohonan dan diikat oleh interval ombaknya yang sangat dekat dan arusnya yang teratur (Van, 1980). Pohon-pohon bakau tumbuh berjajar di tepian pantai, terutama pantai Utara di Afrika Selatan.

Penyederhanaan arti pentingnya garis lintang

dalam iklim morphogenesis barangkali merupakan konsekwensi dari asumsi sebelumnya yang menyatakan bahwa prinsip-prinsip fisik memberikan kerangka bentuklahan dan peroses peneli-tiannya. Jika keseimbangan antara fenomena litologi dan fenomena kimia diabaikan, ciri-ciri yang merubah garis lintang harus dihilangkan. Pada sisi lain gagasan sebelumnya tentang daerah homogen yang mempunyai proses yang berbeda dan mempunyai bentuk gabungan adalah pernyataan yang salah.

Kini perhatian banyak ditujukan pada pantai dengan maksud khusus, tapi biasanya sentuhan-sentuhan kecil juga diarahkan pada bentuk endapan. Perbandingan yang berlawanan belum ditemukan terutama mengenai bentuklahan. Apakah mereka sedang menunggu penguraian pengukuran secara detil ?, seperti yang telah dilakukan oleh T.J. Toy (Gambar 16B). Sebagai perantara antara bentuk dan proses, barang-kali mineralogi tanah liat mengenai tanah subur harus lebih banyak mendapat perhatian. Tanah liat mempengaruhi sifat hidrologi dan mekanisme permukaan tanah dan pengaruhnya semakin meluas, penelitian baru dilakukan di atas daerah tanah subur pada abad ini. Di Afrika, terutama di daerah kuno, permukaan tanah yang tertutup, biasanya tanahnya berupa kaolinitik, sedangkan monmorilonite adalah

bentuk pecahan tanah liat di daerah kering (Pitty, 1979).

Jika geomorphologi klimatik telah gagal memberikan variasi areal dan pola ruang yang diminta para ahli geografi, konvergensi dan bentuk relictnya lebih dekat pada metoda perbandingan tradisional dan eksplorasi, seperti yang telah dicontohkan oleh Brook dan Ford (1978). Lebih jelas lagi, geomorfologi klimatik dapat di pandang sebagai peng-alihan perhatian yang tidak tepat dari pengertian yang lebih akurat mengenai bentuklahan/hubungan susunan (Clayton, 1971). Pada saat-saat kritis di suatu daerah kita akan teringat bahwa geomorfologi adalah suatu subjek dimana penjelasannya merupakan suatu daya yang cukup untuk digunakan meredakan tekanan yang kuat dari keseriusan pendapat dan tuntutanannya, tanpa halangan yang berarti oleh yang lain. Oleh sebab itu ringkasan yang jelas tentang pendekatan morphoklimatik sementara adalah hampir sama dengan proses penyesuaian geomorfologi, tetapi lebih menekankan penelitian tentang mengenai lingkungan yang punya iklim tersendiri, tanah dan tumbuh-tumbuhan baik dahulu maupun kini.

STILLSTAND DAN PERPUTARAN SUSUNAN BUMI

Antara kerak bumi dan kekuatan erosi ada daya yang tidak seimbang dimana daya itu saling mempengaruhi sehingga membentuk bentuklahan dalam berbagai bentuk (Bowman, 1926)

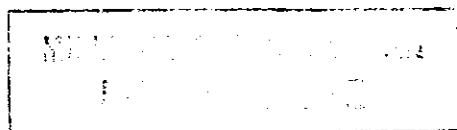
Pengenalan

Siklus Davisian menggantungkan dirinya pada periode perpanjangan pendapat atas stillstand dan susunan perputaran bumi untuk mengelilingi bagiannya. Sebaliknya, perputaran kerak bumi adalah, sebuah dasar dimana W.E. Rench memulai pendekatannya. Kebanyakan zona yang luas dipermukaan bumi adalah merupakan pergerakan susunan bumi yang cenderung meletakkan skala kecil kemurnian geomorphologi klimatis pada titik perpektif. Baik tanpa siklus maupun pertimbangan geomorfologi klimatis, sekarang perkembangan pengetahuan mengenai stabilitas dan mobilitas susunan bumi adalah sangat penting bagi aspek-aspek penelitian bentuklahan, dengan regionalisasinya merupakan ciri-ciri yang jelas. Topik yang menarik bagi ahli geologi adalah mengenai kemajuan atau kemunduran bumi. Yang sama menariknya adalah penyesuaian para ahli ilmu bumi karena beberapa meter ke atas atau ke bawah atau beberapa abad atau atau dekade mendatang telah akan tercapai implikasi yang cukup baik. Rasa ingin tahu tambah berlipat ganda hal ini disebabkan bahwa adanya kemungkinan pengaruh langsung pada iklim disebabkan oleh

perubahan naiknya CO_2 di atmosfer yang kemudian menimbulkan suatu istilah yang disebut *green house effect* (pengaruh rumah kaca).

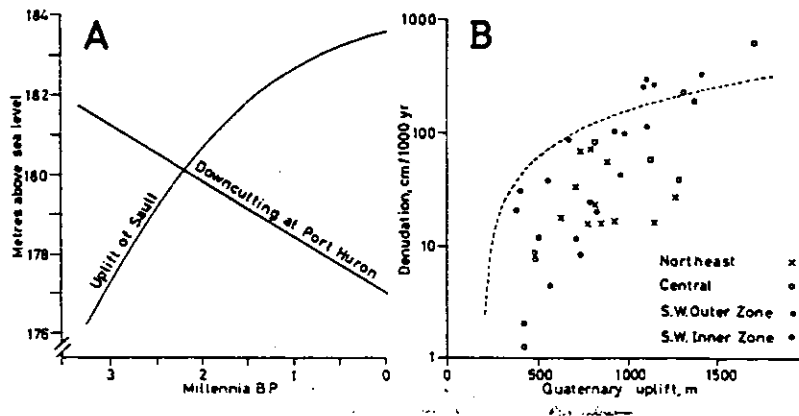
Para ahli geomorphologi yang menganut paham Davision sangat tertarik pada deretan dasar bawah dimana erosi mekanis berhenti. Permukaan laut memberikan sebuah permukaan dasar, mungkin saja terdampar yang disebabkan oleh hewan laut. Pada tanah, permukaan dasar adalah merupakan data hipotesis kearah degradasi peneplain yang telah mengalami kemajuan. Tetapi, di banyak daerah seperti khususnya di dataran tinggi betu-batu karang itu muncul dan membentuk basis lokal dipermukaan tanah bagian hulu. Kebanyakan proses penelitian saat ini dikelompokkan kedalam suatu daerah, sehingga pengaruh kehancuran geomorfologi Davision dan munculnya proses orientasi kerja, dibidang permukaan dasar kurang diminati. Tiga aspek tentang kelanjutan penelitian stillstand dan perubahan susunan bumi adalah sesuai dengan tuntutan geomorphologi.

Yang pertama, tingkat dasar adalah penting walaupun ini menurut pendapat para pakar lokal, bagi sejarah evolusi anak-anak sungai yang mampu mencapai pantai, lereng sisi lembahnya, dan bekas-bekas daerah tetap banyak. Lebih luas lagi, pada daerah yang tanahnya tinggi, atau surutnya permukaan laut akan memperhebat terjadinya erosi, terutama



penggundulan untuk menandingi peninggian tanah. Kemungkinan ini telah diuji di daerah isostatik. Oleh sebab itu, batu karang perintang sault sta marie mencoba memisahkan Danau Superior dari Danau Huron 250 tahun SMm elintang ke arah bawah melampaui target (Gambar 18). Situasi yang lebih lama ada di pegunungan Jepang yang telah ditinggikan mendekati targetnya tetap sejak awal quaternary. Gambar 18B menunjukkan bahwa semakin banyak tanah yang ditinggikan semakin banyak terjadi erosi. Tapi karena penggundulan sesuai dengan daerah quaternary yang ditinggikan tanahnya biasanya peng-gundulan terjadi lebih luas. Juga ada suatu daerah yang mampu dipertimbangkan dalam sejumlah peninggian tanahnya dan kecenderungan penggundulan yang melebihi tingkat peninggian tanah pada daerah-daerah tertentu, seperti di Pegunungan Central zone pinggiran di bagian barat daya Jepang.

Yang kedua, kesulitan-kesuliutan dalam memperkirakan dan menambah bekas permukaan erosi adalah dapat ditemukan pada konteks yang lebih sempit saat ini. Pada susunan daerah yang berubah bentuk, lereng pantai biasanya menggabungkan dan peron yang sudah terpotong, pada dasarnya, peron-peron relict ini merupakan salah satu bukti yang dapat membantu untuk menguraikan permukaan laut dan tanah masa lalu pada daerah tertentu. Ciri-ciri yang lain adalah, tumpukan tanah dan knick point



Gambar 18 : Contoh-contoh kejadian yang sama dari penimbunan dan pengikisan
 A. Runtutan bawah dan pantulan isostasi di batuan karang Sault di St. Marie's River Ontario. Batu karang itu muncul setelah permukaan air Algoma mendapai c. 3200 BP. B. Penimbunan dan pengikisan di zona kuartar Jepang pada garis kontemporer. Penimbunan dan pengikisan adalah sama

Sumber : A. Farrand, 1962; B. Yosihikawa, 1974

memasukkan aliran erosi kecil, seperti menggoyang-goyangkan di permukaan anak sungai, seperti yang diselidiki di Jepang, Selandia Baru, Papua Nugini, Amerika bagian barat, utara dan selatan (Morisawa, 1973).

Yang ketiga, tujuan lain dari penelitian itu demi geologi, ditujukan pada pendirian tingkat yang mana pasang naik dan pasang surut laut di atas garis tepi dataran merupakan daerah yang terpisah. Bentuk umum dari perubahan proses majunya laut dan mundurnya laut seperti yang terjadi di Cretaceous hulu, telah diketahui pada abad ini. Penelitian semacam itu walau bagaimanapun memperlihatkan pandangan geomorfologi

terhadap permukaan bumi yang paling dasar agar mempunyai sikap yang tegas terhadap evaluasi pola pengeringan bumi yang terjadi saat ini.

Kerangka Tektonik dan Daerah yang Labil

jumlah porsi krast/kerak bumi yang berkurang/turun , bertambah/naik atau tetap mempunyai tiga aspek. Yang pertama, tekanan dapat menghasilkan pemindahan zat-zat secara vertikal di atas lapisan tanah yang pada lipatan bumi dengan skala yang lebih luas. Yang kedua, gerakan epinogenik selalu vertikal dan mempengaruhi daerah kontinental dan juga zona yang lebih aktif pada lipatan sebelumnya. Yang terakhir, cratons merupakan porsi yang kontinen yang tetap yang telah menahan perubahan bentuk geologi dalam waktu yang lama. Perbedaan yang nyata dapat dilihat di atas skala kontinental. Contohnya , peninggian tanah di Miocene, Andes. Rata-rata, Afrika adalah 50-200 m di atas dasar kontinen yang lain, hal ini di sebabkan karena peninggian epinogeniknya telah dibandingkan dengan penurunan kontinen yang lain. Beberapa anak-anak sungai dan danau-danau pada zaman Tertiary muncul disekitar relief (Bond, 1978).

Baik kedua daerah lipatan dan platform, gerakan vertikal bisa saja setinggi puluhan sampai ratusan centi meter pada ribuan tahun yang lalu. Di lembah sungai di Los Angeles, tanah yang bertingkat-tingkat

dapat naik setinggi 400 cm/1000 tahun. Afrika yang dihubungkan oleh beberapa cratons gerakan vertikal, benda apapun dapat mencapai antara 0-420 cm/1000 tahun. Perbedaan nilai yang besar di kebanyakan daerah tektonik di dunia ini termasuk elevasi 1630 cm/1000 tahun adalah berada di sepanjang Lautan Kaspia. Padahal, dimana daerah gerakan arus adalah bagian dari gangguan yang sangat tinggi kadarnya terjadi di akhir zaman Tertiary dan dalam waktu quaternary adalah daerah yang terbatas. Contoh, clastic fill yang sangat tebal menunjukkan penurunan kira-kira 2000 m di lembah yang membujur di sekitar Chili selama quaternary. Di Jepang lembah sungai tektonik Kanto telah turun sebanyak 1400m selama quaternary, sedangkan di Pegunungan Central telah ditinggikan setidaknya-tidaknya sekitar 1700m. Perkiraan tertinggi peninggian sementara termasuk peninggian tanah rata-rata 200 cm/1000 tahun terjadi di Pegunungan Kyushu. Pada umumnya, setengah dari 2/3 ketinggian gunung-gunung di Jepang saat ini adalah merupakan proses peninggian selama quaternary (Yoshikawa, 1974). Di Turki peninggian tanah akhir-akhir ini menunjukkan tentang tidak adanya glasial pleistocene awal di gunung-gunungnya, dan begitu juga di Nevada, fosil-fosil flora dalam endapan pliocene dan pleistocene adalah sangat tinggi. Rekonstruksi iklim optimumnya menunjukkan adanya urutan proses peninggian

tanah yang mencapai ribuan meter (Axefrod dan Baiky, 1968).

Gerakan vertikal mungkin saja terjadi di sepanjang lapisan tanah seperti di Lembah Sungai Ratin di California Selatan yang mana jumlah pemindahan gerakan vertikal di akhir Tertiary mencapai tingkat ketinggian setidaknya-tidaknya 5km. Padahal, patahan lapisan tanah yang normal telah berlanjut sampai ke Green Canyon (Ngarai Green) sejak waktu Miocene. Praduga mengenai bentuklahan dan proses penelitian harus merefleksikan operasi endogenetik dan eksogenetik di atas permukaan bumi ini seperti daerah-daerah yang aktif di Afrika Tengah Bagian Timur (Rossi, 1980).

Gerakan dasar susunan lapisan tanah mengakibatkan peninggian tanah suatu daerah yang mengandung pleistone es, mempengaruhi 5% bentuk permukaan bumi. Pantulan ekstonik ditandai dengan adanya gerakan yang melampaui kecepatan tektonik pada daerah-daerah tertentu. Kecepatan itu sangat sulit dibandingkan karena sulit untuk diukur (Gambar 19A). Kecepatan yang cocok adalah dalam masa setengah dari 800 tahun, pantulan itu mungkin akan lebih lengkap sebelum suatu daerah itu semuanya terbuka dari es. Kecepatan pantulan yang menggunakan kurva menengah ketiga untuk mendapatkan hasil nilai, termasuk 29 m/1000 tahun di pantai bagian barat pulau Baffin.

Kecepatan maksimum menunjukkan 70m/1000 tahun di Boston. yang sama dengan daerah Canada bagian timur laut. Di Scotlandia bagian utara, kecepatan 8,5m/1000 tahun telah terjadi 12000 tahun lalu, dan berkurang menjadi 0,7/1000 tahun dalam 4000 tahun berikutnya. Di Teluk Bothnia naik menjadi 0,7m/1000 tahun, 1/3 dari jumlah total pantulan post glasial (Gambar 19B). Jadi kenaikannya sebegitu jauh adalah antara 240-250 m. Penemuan yang menyatakan kenaikan tanah 270m mungkin saja bisa terjadi di pelabuhan Hudson dan kemungkinan depresi maksimum di daerah tengah bisa saja terjadi.

Bahkan pada pantai-pantai yang susunan tanahnya stabil tidak dipengaruhi post glasial, berat air yang semakin bertambah di dasar kontinental mungkin cukup untuk membuat depresi daerah pantai secara isotatik di bagian sekitar air yang mempunyai kedalaman rata-rata. Sejarah penyelaman di post glasial di pantai bagian timur USA mendukung hipotesa ini (Bloom, 1967). Tumpukan sedimen mempunyai efek yang sama. Sebuah alat mekanisme berikutnya pengontrol pasang surut, tidak dikenal di tepian Pantai Atlantik, di kontinen timbunan yang ujungnya kena arus laut (Watts dan Ryan, 1976). Proses surutnya tanah post rifting ditujukan untuk menaikkan tingkat surutnya pada dasar tepi diperkirakan 20cm/1000 tahun, dan walaupun tingkat kenaikan sangat tinggi selama berjuta-juta

tahun, driving subsidence dan timbunan sedimen tetap berlangsung. Oleh sebab itu, di ujung dasar kontinental bagian timur USA, tidak ada tingkat penurunan kurang dari 2cm/1000 tahun, seperti yang telah diukur di Post Jurassic (Foz, Heezen dan Jhonson, 1970). Ini adalah merupakan fakta, dimana pentingnya geomorfologi apalagi karena atlantik Coustal Plain adalah suatu daerah yang dianggap oleh Davis sebagai peneplain.

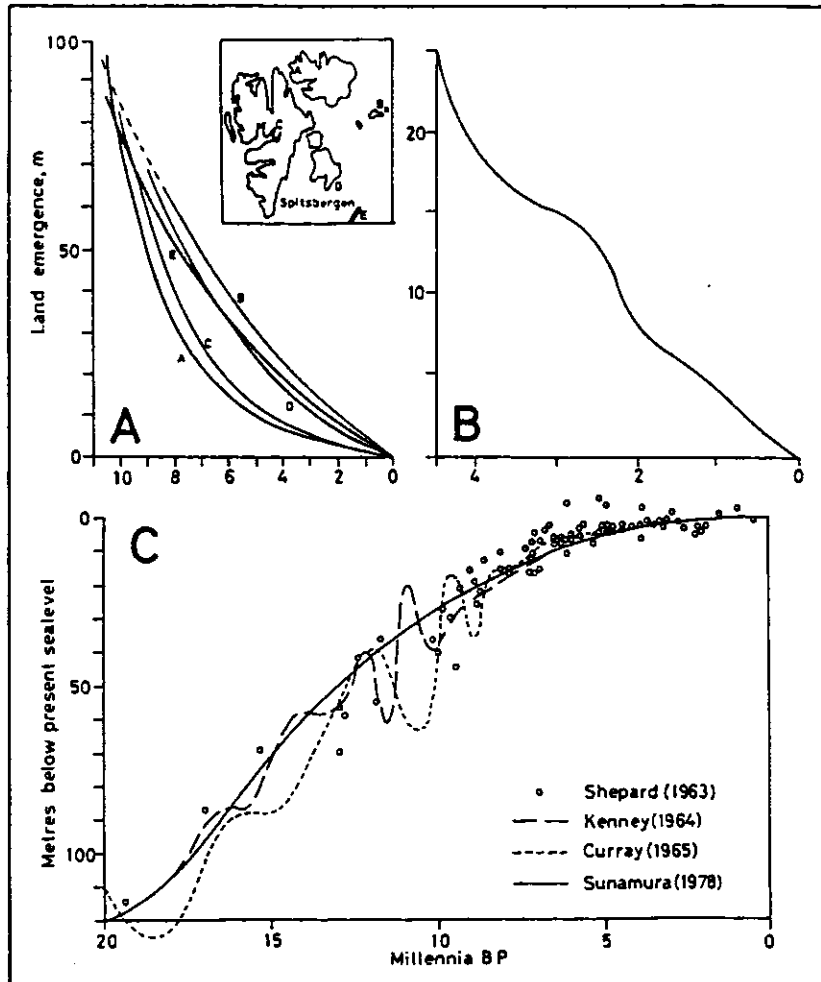
Perubahan Glaci-eustatic di Permukaan Laut

Jumlah volume daerah kontinental saat ini, yang mana telah dijumlahkan selama sepuluh sampai dua puluh juta tahun yang lalu, adalah sama dengan 60m atas perubahan permukaan laut. Maka dari itu pertumbuhan dan penurunan kontinental telah mendominasi sejarah administrasi di tepian Atlantik sejak pertengahan tertiary, 20-25 juta tahun yang lalu. Permukaan laut telah jatuh, sebentar-sebentar berubah dan disertai fluktuasi, sejak zaman Oligocene. Kecenderungan ini telah menemani refrigasi di Antartika, yang dihubungkan oleh jalan yang berada di sebelah selatan Australia. Selanjutnya diikuti oleh kesejukan di Middle Miocene, karena arus laut yang dikenal south ring stream, menemukan jalannya melalui glacier Drake Passage, di atas dimana ujung Amerika

Selatan berada, oleh sebab itu daerah antartika itu terisolasi selama 11-14 juta tahun lalu. Pendinginan yang terjadi 5-6 tahun yang lalu adalah disebabkan oleh naiknya tektonik setinggi ratusan meter (Kuasov dan Verbitsky 1981). Penimbunan es ini, dimana terjadi juga di Greenland, menyebabkan permukaan tanah runtuh, dengan tingkat penurutan yang semakin naik diplo-pleistocene semenjak adanya pelebaran gumpalan es di Amerika Utara dan Eurasia (Tenner, 1968).

Bidang permukaan laut selama masa quaternary lebih singkat dan dapat dibalik. Walaupun permukaan sekarang ini setinggi seperti yang diperkirakan dalam sebuah integrasional, hanya 16000 tahun BP, lau mungkin lebih dari 140m dibawah permukaan lautnya, dan mungkin 30m dibawah 8000 BP. Ribuan tahun lalu semua jarak, antara 2-6 telah menunjukkan bahwa permukaan baru dapat terjadi (Gambar 19C). Bukti nyata dari daerah stabil di sebelah selatan Florida menunjukkan bahwa permukaan laut belum akan naik di atas permukaan yang sekarang ini selama 4000-5000 tahun lagi. Kecenderungan hal itu telah terjadi antara 35,000 dan 18,000 tahun yang lalu adalah belum pasti. Permukaan laut terus naik dari bidangnya yang lebih rendah kira-kira 140m. Sehingga, Broecker menyimpulkan bahwa, permukaan laut mengalami penurunan antara 25000 dan 18000 tahun yang lalu, menggunakan bukti dari berbagai sumber, termasuk

permukaan laut sebelumnya di Great Basin.



Gambar 19. Contoh-contoh perubahan lahan yang relatif tetap di permukaan air dan permukaan air laut di masa post glasial

A. Lapisan kulit buai yang tertimbun oleh isostasi di daerah Soil Bardi, di korakal pada masa air laut naik. B. Lahan yang muncul di Stockholm, memperlihatkan modifikasi kecenderungan penimbunan oleh faktor-faktor estosi. C. Variabel lokal dan kecenderungan umum dari perubahan permukaan laut pada masa Post Glasial kemudian Glasial (Wisconsin atau Tevensian) maksimum sekitar 20000 tahun SM

Sumber : A. Grosswald, 1960; B. Asc, 1960; C. Sunamura 1978.

Transgresi, Regresi dan Garis Pantai

Pendapat para ahli geomorfologi tentang kealamiahannya dan pengertian global mengenai perubahan permukaan dasar dan kestabilan tergantung pada keterangan ahli geologi itu sendiri. Contohnya, pada tahun seribu sembilan ratusan Suess dan Chamberlin menyimpulkan bahwa, ketika gerakan kerak bumi terjadi, kulit bumi itu muncul diatas permukaan bumi dan tenggelam didasar lautan dan membuat permukaan laut itu menjadi meninggi. Pandangan ini menganggap bahwa pandangan kontinental akan membawa relief perunggundulan permukaan tanah,,atau siklus erosi.

Banyak bukti yang menerangkan penyebab transgresi dan regresi pada sedimen bagian tepian kontinental dan lembah Sungai Cratonic yang saat ini sedang terjadi di mana-mana. Biasanya perluasan dasar laut dapat meningkatkan volume sistem peredaran laut (Hallam, 1971). Kenaikan ini dapat memberikan gambaran tentang transgresi maksimum kira-kira 85 juta tahun yang lalu, yang tingginya naik 350 m dari permukaan laut saat ini, dan menenggelamkan 35-38% daerah Amerika Utara (Hallam, 1977).

Urutan kejadian regresi dapat dijelaskan dengan adanya kontraksi yang paling baru di daerah lautan yang mempunyai kedalaman menengah. Perkiraan tentang perubahan tingkat perluasan/peninggian tanah dari

2cm/tahun sampai 6cm/tahun adalah penghalang besar jika dibandingkan perubahan isi lautan (Pitman, 1978). Walaupun arah penjelasan daerah dari pendapat yang muncul di awal abad ini, penjelasan itu menjelaskan bahwa perubahan dasar lautan lebih cocok dengan urutan kejadian geofisika. Puncak dari transgresi diperkirakan 10-90m/sejuta tahun, dengan permukaan maksimum 95-170m/sejuta tahun dalam regresi (Hannock dan Kauffman, 1979).

Gejala-gejala Geographi

Kecepatan dan tingkat peninggian/kenaikan tanah mungkin saja bervariasi dalam tempo yang cukup pendek. Lengkungan berbentuk kapak mungkin saja terjadi secara paralel atau pada sudut kanan pantai. Sebagai contoh yang sudah cukup dikenal tentang kontinen downflexure marginal, lengkungan (arahnya kebawah) di pantai yang datar dan dasar kontinental di bagian timur USA didokumentasikan secara detil. Daerah ini, khususnya di tepian Mississippi bentuk sedimennya adalah melengkung, tapi seimen yang ada di atas tanah sudah mengalami peninggian. Delta Godavari di India telah ter-progradasi oleh stillstand di tepian delta (Rao dan Vaidyanadan, 1979). Penyesuaian isotatik terhadap timbunan sedimen merupakan faktor yang penting, ciri-ciri tepian pantai relief dapat merubah permukaan, karena adanya

lengkungan yang mengarah padanya. Contoh, ada tiga bentuk di permukaan zona permukaan pantai Peru yang terjadi pada waktu zaman Pleistocene, yang ditunjukkan banyaknya endapan di atas binatang-binatang karang laut. Ini adalah platform mancora, talera dan lobitos yang kira-kira 270,150 dan 20m di atas permukaan laut di Cabo Blanco. Tetapi kalau pantai itu di lalui yang permukaannya berubah. Ciri-ciri yang sama didiskripsikan pada pantai pusat Baja California, Meksiko, dimana daerah yang paling rendah, Tamatal sudah berumur 120000 tahun dan lebarnya = 1km. Acropuerto adalah daerah yang paling tinggi, panjangnya 4,5 km di atas permukaan tanah dan melereng di Tenggara pada 0,2m/km.

Gejala geografi merupakan ciri-ciri utama adanya gundukan isotatik. Kecepatan maksimum pengembalian keadaan seperti semula mungkin terjadi di daerah yang ditutupi es dari pada di daerah priphoral. Jumlah gundukan cenderung terjadi paling besar sedangkan lapisan esnya adalah yang paling tipis. Maka dari itu, kenaikan tanah di Norwegia adalah paling besar pada hulu sungai fiord (sungai kecil yang dalam di antara dua bukit) yang dalam, dan berakhir di pantai yang terbuka. Garis pantai yang tertinggi yang menandai batas laut adalah 220m di daerah Fiord Oslo dan Trondheim.

Kesimpulan

Karena adanya perubahan glasio isotatik di permukaan laut dan di daerah tektonik yang lain, posisi permukaan laut sebelum akhir zaman Pleistocene hanya dapat dibentuk bila adanya bukti-bukti yang meyakinkan dan kemudian mungkin hal ini hanya akan berarti bagi daerah baru yang saling berdekatan. Bahkan petunjuk yang telah disepakati mengenai posisi permukaan laut pada awal era Pleistocene sekarang dianggap kurang jelas jika dibandingkan dengan yang diteliti 20 tahun yang lalu. Akan menjadi lebih berguna menganggap garis pantai yang referensi permukaan secara global dan lokalisasi seperti daerah di pegunungan Lomond di Pantai Malibu, menunjukkan tingkat platform yang tinggi yang dipisahkan oleh eustatik yang tinggi (Braidly dan Griggs, 1976). Stillsand terjadi ketika peninggian tanah ditunda oleh munculnya eustatik dan memberikan ciri berakhirnya periode kenaikan permukaan laut yang lambat. Tetapi dalam prakteknya, peninggian platform yang sekali-sekali terjadi di daerah pantai, yang tidak pernah terjadi di daerah lain. Ironisnya, banyak tingkat ketinggian platform membutuhkan pemeliharaan yang baik terhadap proses kenaikan yang cepat dimana ketinggian platform itu sendiri membuat beban yang menyulitkan proses perubahan

eustatik (Machida, Nakagawa dan Pirazolli, 1976), platform itupun punya lereng yang curam yang terutannya berada ditepi pantai. Kalau dipikir berdasarkan ilmu yang ada, tidaklah realistis untuk memisahkan perubahan permukaan dasar dari urat nadi erosi.

SUSUNAN, PROSES DAN TAHAP

Pendahuluan

Tidak ada kata yang pantas untuk diulang kecuali pernyataan W.M.Davis's yang menyatakan bahwa bentuklahan merupakan fungsi susunan, proses dan tahapan. Tetapi, implementasinya kedalam penelitian geomorfologi secara khusus membutuhkan penelitian yang hati-hati. Kadang-kadang ada tekanan pada salah satu elemen trilogi ini akan membuat perkiraan yang lebih tepat seperti apa yang diminta. Perbedaan pengertian pada salah satu elemen akan membuat perbedaan pandangan mengenai geomorfologi. Pembagian menjadi dua bagian yang dihasilkan sejak adanya perhatian khusus terhadap salah satu elemen yang menghasilkan konsep yang berbeda tentang sebuah subjek agar bisa berjalan secara paralel, asal tidak bertumbukan. Penekanan khusus W.M.Davis Cycle of Erosion adalah pada tahap, yang mana susunan (pembentukan) dan prosesnya jarang disebut-sebut. Bahkan struktur baku yang sekarang ini, dengan

mengenalkan roses dan bentuk pada tahap awal menyarankan bahwa perhatian boleh diabaikan dari struktur geologi dan tahap bentuklahan.

Ada sebuah pernyataan, contoh khusus adalah penelitian proses penyesuaian di sebelah timur Jamaica. Anak-anak sungai yang mengalir ke arah utara disebabkan oleh hujan, sungainya dalam, terowongan mandernya berlantai bulat dengan tepian sungainya yang curam (Gupta, 1975). Aliran anak sungai yang mengarah ke selatan adalah kebalikannya, musim penghujan dan kemarau, terowongan meandernya berlantai datar, dangkal dan tepian sungainya landai (Gambar 2F). Walaupun ada penyaluran dari air hujan, gerakan kulit bumi quaternari bisa saja terjadi. Dengan pantai utara yang tidak tenggelam dan pantai selatan yang tenggelam, perkembangan yang berbeda mungkin saja terjadi pada lereng-lerengnya (Wood, 1976). Perkembangan tambahan pada struktur, proses dan tahapan. Pertama, kemiringannya tidak nampak dalam penemuan Davis, tetapi kepentingannya adalah tergantung pada apakah lereng tunggal. sub kontinen atau pecahan pasir yang sedang diteliti. Pentingnya skala diperkeras lagi oleh kecenderungan untuk dihubungkan dengan rentang waktu, karena kebanyakan skala-skala kecil dihasilkan dan diperbaharui lebih cepat dibandingkan bentuk yang lebih besar. Kedua, kondisi sebelumnya adalah

menggambarkan kondisi yang kritis. Ini mungkin saja benar-benar berbeda dengan peneplain yang didatarkan, lapisan sedimen yang lembut diatas pantai datar yang ditinggikan, atau daerah-daerah lain yang diadopsi oleh pekerja yang terbaru. Bukan yang terakhir, keadaan sebelumnya mungkin saja sama dengan keadaan sekarang. Para ahli geomorfologi mungkin saja meremehkan betapa jauh proses yang telah dicapai, tetapi kesimpulan tidak relevan dicapai hanya sebagai hasil langsung dari pengertian dasar yang diadopsi dari keadaan sebelumnya.

ARTI PENTINGNYA STRUKTUR

Penelitian secara detil sering memcerminkan bahwa struktur merupakan suatu kontrol yang sering diabaikan pada area tertentu. Contohnya di Lembah Shenandoah, sifat geometrik kuala yang dikeringkan, bentuk-bentuk anak sungai dan ciri geomorfologi yang lain menunjukkan sebuah kebebasan pendapat bahwa pada struktur geologi dan pada distribusi, batu-batu karang yang mempunyai ciri-ciri pesik yang berbeda dan sifat kimianya yang berbeda-beda (Heck, 1965). Bagaimanapun juga tempat-tempat dimana kontrol struktur adalah faktor yang lebih besar, jarang ditemukan dalam kebutuhan geomorfologi, suatu kecenderungan yang meminta beberapa penjelasan. Mungkin ada lima kemungkinan alasan mengapa aspek-aspek tektonois dinamis struktur dan kontrol litologi statis

tidak selalu dibutuhkan oleh para ahli geomorfologi. Pertama, penjajaran struktur yang terkontrol dan bagian-bagian permukaan tanah adalah dimana-mana. Tapi dimana-mana bentuklah selalu mengabaikan struktur, dan dari sinilah mulanya kontrol struktural yang sring menarik para ahli geologi. Para promotor baik proses atau tahapan cenderung menganggap struktur pengaruh minor, skunder dan sementara yang akan dihapus oleh proses dan perjalanan sang waktu. Yang kedua, kontrol struktural sering nyata. Praduga mengenai struktural yang terkontrol pada bentuk permukaan tanah nampaknya tumpah, kurang memberikan bukti-bukti yang jelas. Yang ketiga, saran apapun mengenai arti pentingnya struktur pada perkembangan lembah, merupakan pengembalian yang kuno, bahkan sejak Lyell (1830), uniformitarianism pernah mengatakan bahwa sungai-sungai dapat mengikis lembah. Maka dari itu mengawasi bentuk-bentuk anak sungai yang terkontrol di Australia dengan sifat-sifat dan lingkungan dan lipatan-lipatan yang terjadi saat ini (Hills, 1961,) menyadari bahwa ia mungkin muncul untuk mengambil langkah mundur dalam menyarankan bahwa sungai-sungai ini ditentukan oleh gangguan kulit bumi. Yang keempat, gerakan kulit bumi secara terus-menerus tidak hanya dapat diterima ketika mengaplikasikan model cycle of erosion. Itu juga untuk mempertahankan pikiran/pendapat para pengamat Baconian yang telah

mendarah daging dan pendiriannya untuk memilih untuk mempertimbangkan sebuah faktor. Yang kelima, barangkali yang paling mendasar, pengaruh-pengaruh geologi dapat dianggap sebagai komplikasi lokal, sebelum bentuk global yang berkaitan dengan susunan bumi dipikirkan akhir-akhir ini. Masalah-masalah mengenai pantai dapat digunakan lagi, dalam contoh ini untuk menunjukkan implikasi, lembaran tektonik bagi penyamarataan geomorfologi. Sebelumnya klasifikasi telah mengikuti dua kategori prinsip mengenai pantai-pantai jelas yang tenggelam dan yang muncul, jelaslah bahwa sesuai dengan permukaan laut yang terjadi pada saat ini. Pembagian yang kedua tergantung pd apakah proses erosi dan pengendapan itu dominan atau tidak. Akhir-akhir ini, Inman dan Nordstrom (1971) menyarankan bahwa aspek-aspek relief yang mengolah pada daerah pantai, pada lebar 1000km atau lebih 1000km panjangnya, adalah dihubungkan posisinya pada gerakan plat permukaan air laut. Pantai-pantai yang betubrukan semuanya adalah lurus dan bergunung-gunung dengan lereng laut, daerah-daerah yang menanjak dan dasar kontinental yang sempit, yang dibentuk oleh pantai-pantai bagian barat Amerika Selatan, ujung-ujung yang terseret diketahui pada gerakan benua yang menjauhi pusatnya, dan bentuk yang lain terjadi, pada sisi kontinental tepian laut yang dibentuk oleh jelas busaran pulau. Jika ujung kontinen

yang bertubrukan dengan plat-plat yang lain , kelanjutan kehadiran gunung-gunung membentuk daerah pengeringan yang paling besar di ujung pantai yang terendam seperti di Mississipi dan Amazona. Maka dari itu, 28 dari sungai yang terbesar di dunia ini, yang dibentuk oleh daerah yang kekeringan, terpisah dari pantai yang terendam atau tepian pantai, Sungai Colombia di pantai barat Amerika Utara, hanya menduduki ranking ke 29, adalah yang paling besar yang mengalir pada pantai yang bertabrakan. Karena kuala kecil, yang kering pantai yang bertubrukan menerima sedikit sedimen dari pada pantai yang ujungnya terendam, tetapi prosentasinya lebih tinggi yang disebabkan oleh relief yang lebih besar. Pada skala $\pm 100\text{km}$, gerakan ombak mendominasi pantai yang bertubrukan, sedangkan fenomena pengendapan lebih umum terjadi di pantai yang ujungnya terendam, dan aliran sungai yang lebih kecil akan membentuk sebuah delta.

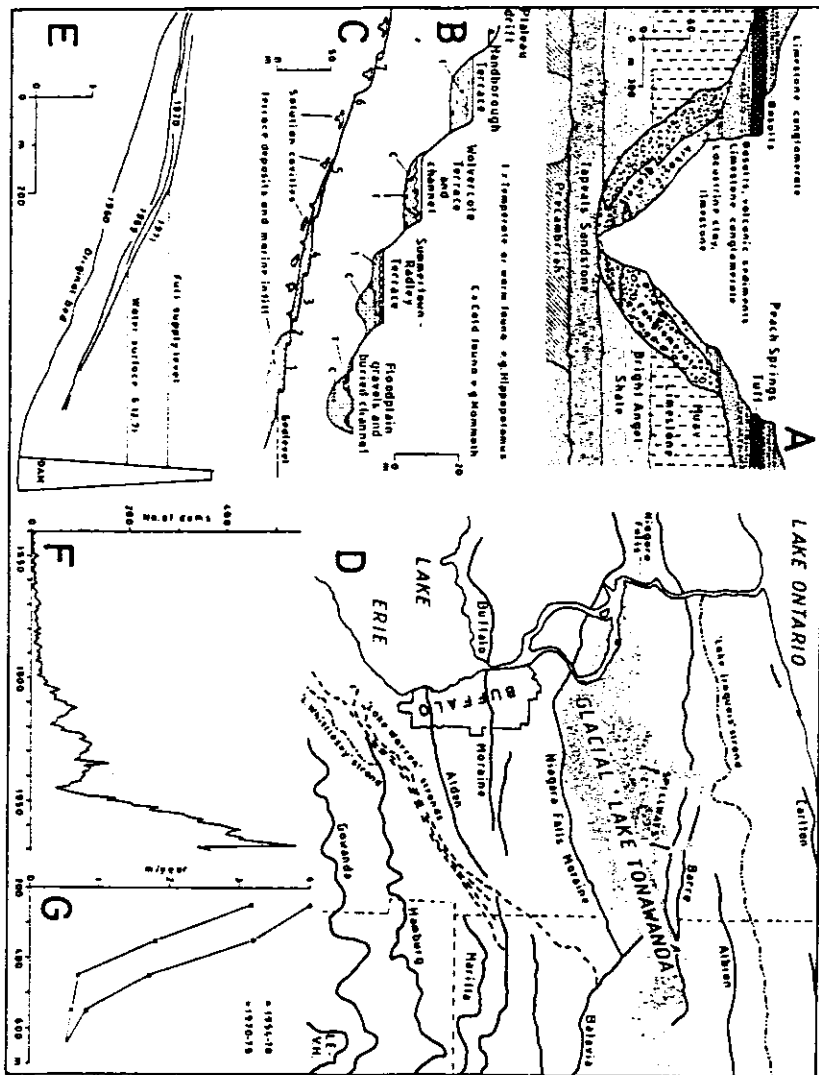
Clearly Ollier dan Pain (1978), mendemonstrasikan struktur geomorfologi yang dominan terjadi di Pulau Woodlark, Papua Nugini, banyak kendala dan pengertian-pengertian baru dalam menguji kontrol, struktur. Bagi kebanyakan daerah yang stabil, seperti masalah-masalah yang selalu ditunjukkan oleh karst geomorfologi (Warwick, 1976), struktur dan proses mungkin saja tak terpisahkan.

Pengertian mengenai tahap adalah salah satu ciri yang

memperdayakan cycle of erosion karena memudahkan pendekatan geologi yang menarik antara perubahan bentuklahan dengan evolusi organisme Darwin. Dalam reaksinya menentang geomorfologi Davis, tahapan seperti kubu yang sering dipilih untuk ujian silang, hukuman dan pembuangan. Tak dapat disangkal lagi. Cycle mengidealkan dan membesar-besarkan arti pentingnya urutan-urutan perubahan. Tetapi banyak daerah yang berisi bentuklahan yang dihasilkan oleh satu episode atau lebih di waktu lampau terhadap arti tahapan dapat diaplikasikan (Gambar 20). Akhirnya, banyak proses geomorfologi dapat dimengerti tanpa acuan waktu, hal sebenarnya, merupakan masalah dalam geomorfologi fluvial dimana permukaan air dibiarkan pada tahapan dan ini jelas dan selama kegiatan vulkanik berlangsung. Ilmu mengenai perubahan yang terjadi terus menerus dan secara temporal dalam faktor-faktor pengendalian proses-proses geomorfologi telah mengalami kemajuan yang menyolok pada dekade yang lalu. Walaupun pada umumnya terjadi pada waktu bersamaan, tiga aspek perubahan dapat diketahui. Ini adalah merupakan gejala kemajuan serta perubahan kontinyu pada arah yang sama pada rentang waktu tertentu, oskilasi tentang keadaan yang jelek yang terjadi dalam waktu tertentu dapat dilihat dan begitu juga perubahan sporadis, walaupun terjadi pada waktu yang tak tentu atau tak beraturan.

Gejala-gejala kemajuan jarang menjadi perhatian, gejala-gejala kemajuan yang terus berlangsung dan tidak

dapat dijangkau adalah merupakan perubahan horizontal yang tidak dapat ditawar-tawar lagi pada kontinen yang tenggelam.



Gambar 20. Contoh-contoh tingkatan dalam geomorfologi
 A. Peninggalan kembali lembah yang terkubur, Milkweed Canyon 2 km dari pinggir Hualapai

Plateau di bagian selatan Grand Canyon.

Tingkat 1. Periode sebelum tuff dari penimbunan dan pengikisan batu dasar pra kambrium dengan deposit krikil dari sistem drainase aliran kuno di bagian utara yang menyilang garis baru Colorado di elevasi yang lebih tinggi

2. Drainase yang terganggu oleh patahan dan vulkano serta lembah yang nasdir terpotong oleh tuapukan krikil;

3. Deposit dari peach springs tuff sekitar 17-18 juta tahun SM

4. Penggalan kembali oleh lembah penggundulan knick point dirubuhkan dengan torenan berangsur-angsur dari Colorado moder di pertengahan dan akhir masa Pliosen, selanjutnya keruntuhan di tepi timur dari great basin atau penimbunan plato.

B. Skema teras di Upper Terrace, Flato Drift dapat dihubungkan dengan aktivitas fluvial di masa glasial, mungkin anglian. Dibangun dengan material Jurassic lokal dari hard brought terrace, dorongan tak menentu yang bersumber dari Wolverine Terrace, lebih dari 30 m ke utara, yang berbentuk pada tingkat glasial Wolstonian. Fasal yang lebih rendah dari teras summit town radley mungkin seumur dengan Wolstenian, tetapi bagian atas dihubungkan dengan glasial yang terakhir (Kislichian) galian bagian bawah dari penimbunan dari seluruh yang terjadi sebelum krikil didepositkan pada glasial akhir (Devesian). C. Skema teras marin di Somers, Nederland Antilles hampir menotong, dan di bagian yang dibentuk oleh deposit karang, selanjutnya pradominan permukaan air laut turun, demikian pemecanan rongga menggambarkan naungan penurunan permukaan dari 70 m - 20m sebelum transgresi yang lebih lanjut mencapai 50 m. D. Moraines dan Ganan garis pantai diringgalkan oleh mundurnya goyangan patahan yang terakhir di barat New York di bagian selatan Ontario. Kemudian pengurangan es Alacornit 51200 tahun BP. Terrace Ganas Eric mengering selanjutnya Ganas Tonawanda pada sistem multi saluran. Vire-vire 10900 tahun SM pengeringan hanya di fokuskan pada di jelaskan pada Niagara George. Dari beberapa nama moraines, U.S.-V.R adalah singkatan dari Lake Escarpment Vadley Heads Moraine. E. Kekosongan reservoir Mtstahuly Tancinia, 1950-1971. Dengan hal semen tahunan 729 m³/kaf, kekosongan pada angka 10200 m³/tahun akan sempurna ke-eringan sepanjang tahun. F. Pola keneraian konstruksi dan tingkatan pada periode sebelum tahun 1910 dan 1942 dapat diidentifikasi. G. Pengurangan rata-rata tahunan keledihan glasial Osterdal Eiaan Norway.

Sumber : Disadur dari A Young dan Brennan, 1974; B. Sandford, 1954; C. Beredien dan Murray, 1974; D. Dalvin dan Brett, 1978; E. Repp, Gk, 1972; F. Banmont, 1978; G. Knudsen dan Theale Stone, 1951.

karena sesuai dari bagian-bagian kulit bumi terus mempengaruhi evolusi sirkulasi lautan dan iklim dunia. Ketetapan sifat-sifat lautan dan iklim pada era Cretaceous terjadi, tetapi fragmentasi lautan telah mengarahkan pada kenaikan energi perubahan garis lintang yang tidak memadai. Pada akhir era Oligocene, ±22 juta tahun lalu, kuala lautan telah menunjukkan bentuk dan ujudnya yang modern. Sedangkan suhu di daerah tropis tetap stabil selama Tertiary, garis

lintang yang tinggi dan akibatnya suhu pada air yang dalam terus menurun (Schitnker, 1980).

Semenjak permulaan es di Australia di dorong kembali ke Cenozoic dan sejauh Eocene (Margolos dan Kenneth, 1971), akan ada kemajuan jika hujan yang tak menentu yang terjadi akhir-akhir ini yang jauh dipermukaan laut merupakan gejala global. Perubahan sporadik mungkin telah berlangsung ketika sebuah pelatuk memulai kondisi penuh glasial pada pertengahan era Pliotocene, 3,2 juta tahun yang lalu, yang kemudian menutupi ismsth di Panama. Ini berarti mengakhiri perubahan garis lintang rendah pada air dan energi antara lautan Atlantik dan Kuala Pasifik. Penutupan juga mengakibatkan juga naiknya volume dan kecepatan air di anak sungai (teluk) 3,8 juta tahun yang lalu, (Kaneps, 1979). Sangat penting untuk mempertimbangkan evolusi bentuklahan melawan latar belakang perubahan lingkungan tetapi tanpa mengantifikasi bahwa beberapa sifat bentuklahan tertentu boleh dihubungkan dengannya. Juga gejala-gejala itu mungklin merupakan ciri-ciri khusus dari sistem geomorfologi yang lebih besar, yang bebas dari perubahan iklim atau gerakan-gerakan struktur tanah, seperti sungai-sungai yang mengalir Sebagai contoh, endapan yang berada pada dataran tinggi di sekitar daerah antara pertemuan sungai Orange dan Vaal menunjukkan bahwa sungai Orange berpindah sejauh

30km ke arah utara selama era Miocene dan Pleitocene (Helgren, 1979).

Osilasi tentang keadaan yang buruk Mengenai perubahan iklim yang disebabkan oleh ciri-ciri adanya perputaran tata surya bumi. Terdapat keanehan pada orbit itu, dengan priode rata-rata 93000 tahun, kemiringan sumbu bumi antara 22,1° dan 24,1° di atas priode rata-rata 41000 tahun, dan perubahan siang dan malam pada sumbu bumi, dengan priode 21000 tahun. Menurut teori Milankovitch, usia es berlangsung ketika jumlah radiasi tata surya selama setengah tahun selama musim semi dan panas pada garis lintang tertentu di sebelah utara adalah pada suhu minimum (Weertman, 1976). Variasi Milankovitch dalam radiasi tata surya adalah sama dengan kontrasi utara-selatan pada garis lintang 1000km.

Perubahan sporadik Perubahan endoganik adalah perubahan yang terjadi secara sporadis bersamaan dengan berubahnya waktu, seperti yang dicontohkan episode kegiatan gunung berapi. Contohnya, di Guatemala, di daerah yang tinggi, adanya lapisan thepra mungkin menunjukkan semakin banyaknya intensitas letusan bersamaan dengan perubahan waktu.

Walaupun banyak, episode geomorfologi terjadi yang brlawanan dengan latarbelakang iklim, astronomi

dan perubahan struktur, adalah dalam era Quaternary bahwa tahapan mulai dikenal. Tidaklah heran bahwa Quaternary adalah umur tahapan.

Manusia dan Teknologi Sebagai Sebuah Langkah Geomorfologi

Berapa perubahan dan perkembangan bentuklahan, seperti bukti-bukti yang kita lihat adalah disebabkan oleh manusia baik disengaja maupun tidak. Contoh mengenai hal tersebut diatas dapat dilihat di Kerajaan Roma. Contoh di daerah Lago de Monteresi 40km utara Roma, susunan tanah mengalami erosi dengan tingkat rata-rata dari 2-3cm/1000 tahun sampai 20cm/1000 tahun. Pengaruh manusia dapat dilihat di beberapa daerah pinggiran kota yang ada di dunia ini, dimana banyak kegiatan pembangunan sebagai akibat tahapan perubahan bentuklahan yang sangat cepat.

Pengkategorian manusia dan teknologi sebagai langkah dalam perkembangan bentuklahan adalah baik sekali, karena perubahan bentuklahan itu menampung aktivitas manusia dalam wadah ilmu pengetahuan alam.

Waktu Terjadinya Pembentukan Permukaan Tanah

Ada dua pendapat yang masuk mengenai waktu terjadinya pembentukan bentuklahan, keduanya bermaksud membeberkan kelemahan yang nyata oleh pendekatan Davison dalam

penekanannya pada urutan perubahan. Yang pertama, Hack (1960) telah menyegarkan pendapat mengenai keseimbangan dinamis yang diperkenalkan dari ilmu fisik untuk penelitian bentuklahan di akhir Abad 19 oleh G.K Gilbert yang percaya pada osilasi geomorfologi dunia di bumi dan angkasa.

Alasan kedua yang mendukung pendapat bahwa bentuklahan mungkin saja terjadi kapanpun. Jaringan kuala yang kering diatas batu-batu karang yang homogen menunjukkan bahwa adanya hubungan yang dekat antara parameter seperti jumlah aliran sungai, panjang dan frekwensi pertemuan antara anak-anak sungai. Hubungan ini memberikan contoh Hukum Horton's dengan menunjukkan sifat-sifat yang tak berubah-ubah pada kuala yang kering.

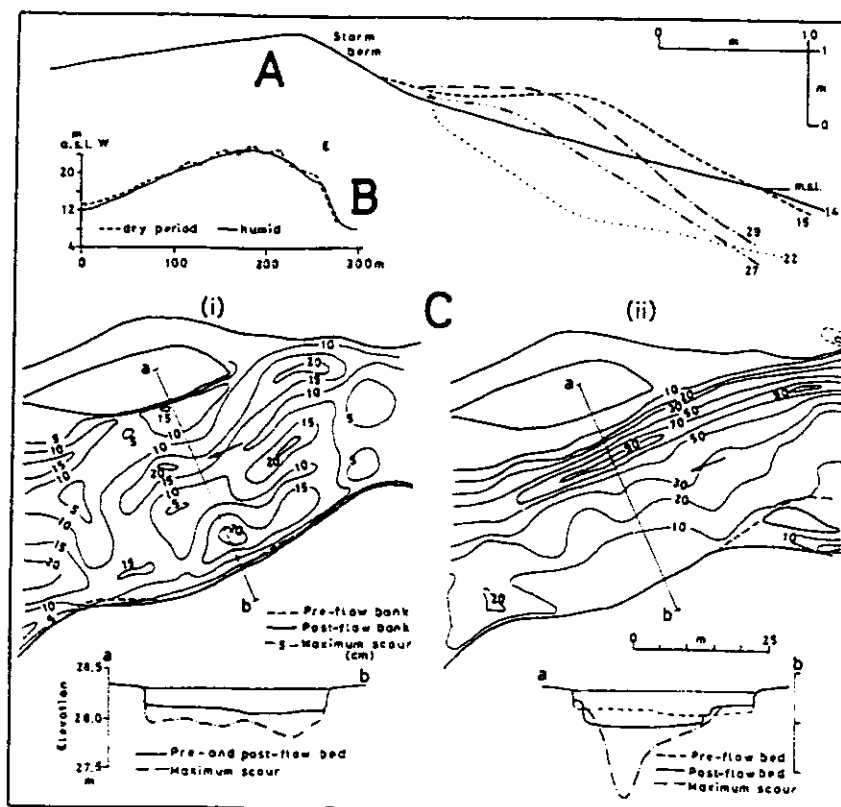
Pola yang konstan ini pada dasarnya merupakan suatu pengawasan geologi yang tersendiri. Kurangnya petunjuk struktural dan litologikal untuk mengetahui daerah yang kering pada suatu bantuan tertentu merupakan pengaruh yang dominan bagi permukaan daratan tersebut untuk mengeringkan dan menyalurkan air melalui lereng pada arah yang telah terbentuk. Arus parameter dan saling keterkaitannya dapat bebas mengikuti hukum-hukum stochastik, yaitu : rata-rata, kesempatan dan kemungkinan.

Ada dua bentuk daratan yang indpenden, yang mana

masing-masingnya menyatakan ekstrim-ekstrim yang berlawanan. Dengan kata lain suatu permukaan daratan mungkin saja sangat resisten sehingga daratan tersebut tidak termodifikasi oleh pembukaan sub-areal selama periode waktu geologi yang diperpanjang. misalnya permukaan daratan canadian shield yang sedikit direndahkan, pola dan bentuk dasar batuan dataran permukaan serta konfigurasinya dapat dilihat dari keaslian struktur batuan tersebut (Codard, 1979). Di Australia Selatan, permukaan daratan yang merah di daerah teluk berlangsung selama 200 juta tahun dengan iklim sub-areal. Demikian juga dengan bentuk permukaan daratan granit. Residu di dasar Laut Eyre yang berlangsung selama berjuta-juta tahun. Pada ekstrim yang berbeda, permukaan daratan tidak memberikan gerakan yang berlawanan (Gambar 21). Disini struktur kontrol merupakan materi-materi yang tidak koheren yang kemudian menyebabkan pasang naik dan pasang surut, aliran arus serta pusaran angin. Gundukan-gundukan pasir berbentuk sesuai dengan hukum-hukum fisik yang telah dijabarkan sebagai sistem fisikal dan bentuk-bentukan ini hampir setua bentuk Canadian Shield.

Jelaslah bahwa waktu independen pembentukan permukaan daratan sama rentangan waktunya dengan pembentukan proses geomorfologi. Masalah keterkaitannya dapat diselesaikan dengan menggunakan teori Davis yang

sederhana namun ini merupakan rumus yang mendasar.



Gambar 21. Bentuk-bentuk goyangan selama pengerjaan kembali dari material-material lepas

A. Profil-profil pantai dan Half way road, Delaware nomor profil menunjukkan tanggal pengukuran pada bulan Juni 1976. Deretan memperlihatkan kresasi angin topan sebelumnya sampai 14 Juni, dengan pasang surut baru dan konstruksi pantai Cuso pada hari berikutnya, namun ini kemudian lenyap. Pada 22 Juni gelombang mengikis permukaan dataran pasang surut kemudian diandaikan pada 29 Juni. B. Profil panjang dari bukit pasir di Sicinaki National Park, Polandia. Perpindahan mesobarchan-mesobarchan 8-60 km panjang dan tinggi 3-2 m berkembang pada periode kering di permukaan bukit pasir. Akumulasi material pada lereng bukit pasir lepas selama periode-periode basah sebab aliran air menarik ke bawah dan akan berkurang oleh eliminasi mesobarchan. C. Penggosakan maksimum setelah banjir di Guartai Creek, Ventura Country, California (i) Januari 1974, (ii) Desember 1974. Penggosakan maksimum dihitung pada perbedaan antara sebelum permukaan batu karang dan permukaan batu karang memperlihatkan bahwa aktivitas saluran stabil; pada banjir karang.

Sumber : Disadur dari A. Dubois, 1973; S. Borowkan, 1980; D. Foky, 1978.

Masing-masing dari keempat kategori bentuk-bentuk waktu independen merupakan suatu fungsi struktur.

PENTINGNYA PENYEDERHANAAN KERUMITAN GEOMORFOLOGI

Pendahuluan

Sulit untuk menangkap gejala-gejala alam yang lebih komplisit apakah kompleksitasnya secara verbal, statikal, temporal atau spasial. Keempat-empat aspek ini tercakup dalam geomorfologi. Penelitian belakang ini khususnya tentang stream canel geologi menggambarkan inspirasi dari penelitian Gilbert dan kebenaran dari kesimpulannya menyatakan bahwa perkembangan dalam kompleksitas dalam kompleksitas itu sendiri menyatakan bahwa hubungan alam yang aktual dapat diuraikan dengan metoda-metoda empiris (Gilbert, 1924). Sebaliknya, teori lain tidak begitu komperhensif untuk meramalkan dimensi dan bentuk-bentuk permukaan dataran. Misalnya sedimen-sedimen yang terdapat di Muara yang terkikis oleh pasang naik,

suatu kelemahan dari sebahagian teori adalah ketidakmampuannya menalar kompleksitas hidraulik pintu-pintu masuk pasang naik. Pasang-pasang, angin, gelombang dan badai, efek-efek koriolis, kecuraman horizontal dan vertikal, air tawar yang mengalir dan aliran yang tidak seragam semuanya bergabung mempersulit analisa yang akurat (Ludwick, 1974).

Jika ditambahkan pada beberapa variabel seperti gerakan-gerakan tektonik, litologi yang dikontrasikan, perubahan-perubahan suhu, pengaruh teknologi dan bentuk dataran yang tidak teratur kedalam ilmu geomorfologi maka hal ini akan membutuhkan penilaian yang lebih mendalam. Sebaliknya bila tingkat kesulitan ini diabaikan sebagai aspek yang fundamental maka kajian dan penelitian tentang geomorfologi yang sebenarnya tidak akan dapat dicapai.

Klasifikasi

Data-data informasi harus disusun sedemikian rupa bila kita ingin mengadakan penelitian tentang ilmu geomorfologi ini kedalam beberapa kategori dan klasifikasinya biasanya, berupa sistem yang berubah-ubah dirancang untuk memudahkan penanganan dan penyusunan gejala-gejalanya dalam mengantisipikasi akibat-akibat yang ditimbulkan oleh beberapa penyimpangan atas kebenaran dan keabsahan ilmu ini (Sparks, 1971). Beberapa perbedaan karakteristiknya juga termasuk dan terdapat dalam skema ini dan juga terdapat klasifikasi pendekatan realita yang lebih komplit. Klasifikasi yang akurat biasanya akan diperoleh tergantung pada kemampuan membedakan tipe-tipe gejala alam yang berbeda. Dalam geomorfologi, gradasi yang berkesinambungan cenderung merupakan

klasifikasi yang tersendiri.

Setelah genetik klasifikasi tidak berlaku lagi, beberapa klasifikasi tentang geomorfologi kembali muncul, sebagai pengumpul data yang telah diperoleh secara khusus. Fluvial canal khususnya juga diklasifikasikan (Gambar 22). Klasifikasi lereng-lereng bukit morfometri di New Zealand menyatakan bahwa ukuran atau panjang dan bentuk dari kejadian gejala alam merupakan hal yang sangat penting untuk diperhitungkan (Blong, 1975). Bagaimanapun kajian-kajian tentang bentuk daerah pantai di Venezuela menyatakan bahwa belum ada klasifikasi yang benar-benar akurat yang berdasarkan bentuk-bentuk daratan dan perkembangan bentuk daerah pantai (Ellenberg, 1976).

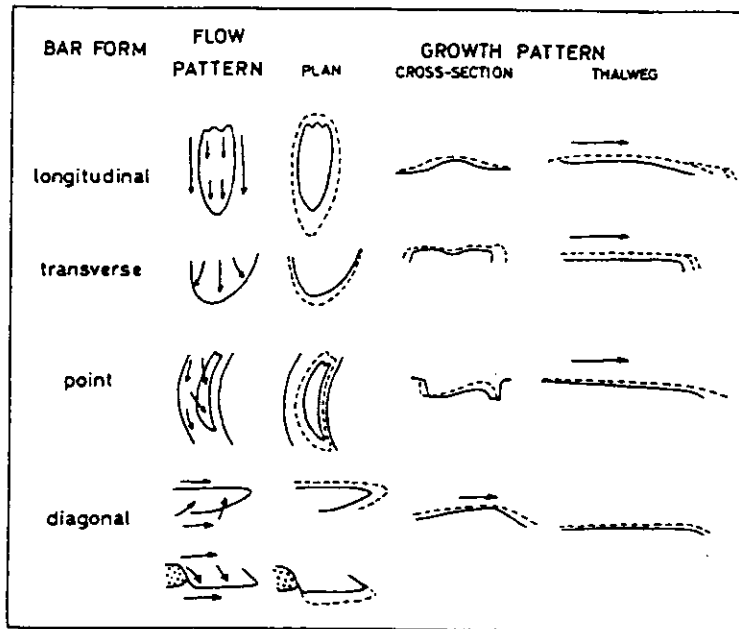
Variasi regional yang terdapat pada bentuk-bentuk dataran menyatakan bahwa pengklasifikasiannya mungkin masih harus relevan pada tingkat tertentu, karena klasifikasi yang akurat tergantung pada data yang memadai, maka klasifikasi re-emerge merupakan indeks dari satu pengukuran yang terkumpul dalam cabang ilmu penelitian tentang bentuk permukaan daratan.

Contoh-contoh klasifikasi (Gambar 22) bentuk daratan dengan suatu proses yang terorientasi pola-pola aliran dan pertumbuhannya yang membentuk batangan canal stream. Garis-garis yang terdapat pada gambar ini menunjukkan pertumbuhan paling longitudinal, saluran-

saluran yang dangkal dimana tumpukan sedimen berada tidak mempengaruhi aliran arus, garis melintang, dengan garis aliran yang dicabangi oleh canal yang diperlebar, dimana kedalaman abrupski lebih meningkat atau dimana terdapatnya persimpangan dari dua canal dengan kekuatan aliran yang berbeda. Point-point palang terdapat pada canal-canal yang berkelok dengan sedimen luar yang bisa terkikis. palang-palang diagonal terdapat pada canal persimpangan arus yang terpisah secara simetris, Sumber : (Smith, 1974).

Konsepsi Model

Sebagai suatu pengganti untuk pengumpulan data kerja, suatu bentuk konsepsi mungkin dapat digunakan. Idealnya baik teori maupun konsepsi model ini saling bekerja sama seperti yang dikatakan sipembuat Model Klasik W.M Davis dimana ia menunjukkan daya nalar dan objek nyata dalam Model Siklus Erosi. Hasil penelitiannya mempunyai suatu metoda yang dapat dijadikan sebagai contoh, karena dalam penelitiannya ini terdapat suatu konsepsi model yang konsisten dan mengandung semua hasil penyelidikan yang relevan dan pengalaman serta cocok dengan data eksperimennya. Aspek sequensialnya menurut Davis dikenal sebagai suatu markovian properti dimana



Gamabr 22. Bar-bar yang membujur, yang disokong oleh lebar, saluran dangkal dimana debit air tidak mempengaruhi luapan, gosong transverse dengan garis-garis arus yang dibedakan oleh saluran yang diperlebar, kedalaman sorupel meningkat, atau kepada persimpangan dua saluran dengan dua kealaman arus yang berbeza. Point-point gosong terdapat pada saluran-saluran yang melengkung gosong debit air bagian luar yang dapat mengakibatkan erosi. Gosong-gosong diagonal terdapat pada persimpangan arus yang terpisah secara simetris.

Sumber : Sederer dari Smith, 1974.

bentuk permukaan dataran yang ada sekarang tergantung pada canal geomorfologi. Jika data yang baru tidak sesuai dengan model maka hal ini merangsang untuk melakukan eksperimen selanjutnya. Dalam kajian stream yang dilakukan Fisk, 1977, dimana model dilusi yang sederhana tidak bisa meramalkan variasi yang terdapat dalam konsentrasi soluit yang sederhana. Karena itu makna dari variabel tambahan harus dipostulatkan. Jika data yang baru cocok dengan model maka data ini tidak

mengganggu validitas model. Bahkan bila data yang diperoleh dari lapangan dapat dimasukkan dalam model hal ini tidak membuktikan bahwa model tersebut cukup memadai, karena data yang sama mungkin cocok dengan skema-skema lainnya. Karena itu mendefinisikan pertumbuhan daerah hulu dan cabang-cabangnya. Howard, 1970 menyimpulkan, bahwa semua model yang diujinya merupakan perkiraan yang bagus. Hal ini menyatakan bahwa hanya satu kesamaan luarnya yang telah ditetapkan. Suatu model yang akurat harus dapat menterjemahkan hal yang aktual. Karena itu para ahli geologi yang menyelidiki lapisan bumi secara alamiah menyatakan puas bahwa model dan proses alamiah mempunyai saling keterkaitan yang kuat dan dekat sekali.

Untuk memastikan konsistensi luar dalam menstruktur satu konsepsi model, teori sistem dan analisis digunakan untuk menentukan unit yang fungsional dan proses-proses pengontrolan dalam struktur interaksi yang komplit. Pendekatan ini didasarkan pada prinsip dasar yang memakai pola-pola ilmu pengetahuan secara keseluruhan. karena itu model-model ini dapat dikenal dalam beberapa cabang ilmu lainnya seperti Geomorfologi (Strahler, 1950), Geografik Fisik (Chorley dan Kennedy, 1971) atau Geografi secara menyeluruh (Chorley dan Bennett, 1978).

Dalam geomorfologi keseimbangan diperoleh dalam sistem-sistem terbuka. Misalnya seperti yang digambarkan M.W. Davis bahwa materi-materi keluar dari suatu lobang didaerah lereng mungkin seimbang dengan materi yang masuk. Dimana pernyataan keseimbangan ini dapat dipostulatkan, analisa sistem menggambarkan adanya suatu 'tetap'. Bahkan dalam dinamika lingkungan pantai yang tinggi dimana terdapat materi-materi yang tidak terkonsolidir dapat diperoleh kembali dengan mudah, sifat ketidakstabilan pada parameter sedimen dan gelombang hanya menyatakan bentuk yang termodifikasi dari kondisi-kondisi keadaan tetap. Bila parameter berubah-ubah dalam mengubah kondisi, keseimbangan dinamik akan tercapai. Bagaimanapun pada beberapa point dalam hal waktu geomorfologi, satu set gaya biasanya lebih kuat dari yang lainnya sehingga rangkaian peristiwa dapat dilihat (Gambar 21). Perbedaan ini tergantung pada rentangan waktu atas kondisi mana yang dipertimbangkan. Meskipun terdapat keseimbangan di daerah pantai pada rentangan waktu yang pendek ditahun-tahun belakangan ini, mungkin juga ada pengurangan persediaan pasir karena banyak yang longsor kelembah-lembah dalam laut.

Beberapa ahli geomorfologi sangat sulit menganalisa *keseimbangan dinamik* karena penggunaan istilah ini tidak membuat secara intrinsik, geomorfologi menjadi saintifik lagi atau tidak dapat mempermudah penjelasan tentang prinsip-prinsip dasar geomorfologi. Olier, 1968 menganjurkan bahwa bahaya penggunaan istilah *keseimbangan dinamik dan keseimbangan dinamik kimia* harus selalu diperhatikan agar kita tidak tertipu oleh kiasan kita sendiri.

Umpan balik mekanisme menggambarkan bentuk-bentuk perubahan (King, 1970). Bentuk-bentuk perubahan ini termasuk dimana proses-proses itu meluas sendiri (positif feedback) dan mengatur sendiri (negatif feedback). Contoh yang konkrit tentang meluas/mempertinggi sendiri adalah pengeringan yang mengakibatkan penciutan celah-celah dan retakan tanah liat dan tanah biasa. Sekali terjadi hal yang seperti ini maka celah-celah tersebut menyebabkan pengeringan selalu dan udara akan masuk kedalam horizon-horizon yang lebih dalam. Akhirnya sebuah proses penahanan sendiri akan membatasi kedalam celah-celah dan retakan tersebut dan kemudian walaupun orang berharap beberapa keseimbangan semu dapat mengembangkan kedua set proses ini namun masa kering ini mungkin berakhir sebelum kondisi ini dapat diselidiki. Suatu contoh yang akurat tentang penahanan sendiri ini dapat dilihat dari batasan ketinggian pasir

ditepi pantai. Bila gundukan-gundukan pasir ini semakin tinggi, perbedaan yang lebih besar terjadi antara kecepatan angin yang berhembus digundukan pasir tersebut dan dipalung-palungnya. Karena itu semakin tinggi gundukan pasir semakin besar pula kecenderungan pasir yang berada dipuncak gundukan tersebut akan terbawa kemudian dan akan tertumpuk dipalung-palungnya. Suatu contoh yang lebih komplis adalah konsep *auto-assechment* P. Pinchemel di Lembah kering Chalk. Identifikasi feedback kadang-kadang dapat menunjukkan perbedaan yang penting tentang interpretasinya. Misalnya erosi di daerah ketinggian pada skema perkembangan pengeringan W.M Davis merupakan suatu mekanisme penekanan sendiri, positif umpan baliknya dan pada akhirnya akan membawa ke daerah sungai. namun dalam suatu interpretasi lain tentang daerah lereng yang kering, erosi daerah ketinggian dianggap sebagai suatu hal yang tidak efektif, proses penahanan sendiri (Pitty, 1965). Data-data yang baru didapatkan Denver menyatakan kesimpulan bahwa :

karena jumlah cabang-cabang meningkat, maka handcut berbalik ke daerah hulu dimana air mengalir lebih sedikit dan tenaga pengikisan menurun karena panjang cabang sungai yang meningkat maka angka pengikisan dapat dikurangi. Hasil dari umpan balik negatif ini sebenarnya

adalah merupakan angka migrasi yang berkurang hampir sama dengan nol (Graff,1977).

Dimana semata-mata data yang relevan terdapat dan satu sistem yang konsisten dengan batas-batas yang bisa didefinisikan secara intern telah diidentifikasi, maka dengan ini konsepsi model dapat dikonstruksi dalam rumus-rumus matematika. Syarat utama hipotesa dalam pendekatan ini adalah banyaknya idealisasi yang diperlukan biasanya hanya penting untuk kemudahan matematikanya, namun tidak penting untuk objek-objek geomorfologi yang sedang diuji. Sebaliknya asumsi-asumsi yang diidealisasikan tidak perlu dibuat untuk aspek-aspek yang riil karena hanya merupakan suatu kelemahan untuk kemudahannya. Misalnya model-model matematika tentang bentuk-bentuk arus yang panjang hanya dapat dirumuskan bila 'komplikasi' seperti anak-anak sungai yang tidak terdapat atau diabaikan. Juga pengetahuan yang sangat minim tentang geomorfologi, khususnya tentang sejarah kejadian dan rangka kerjanya, membuat definisi tentang kondisi batas yang bersifat praduga dan keterangan yang lengkap tidak bisa diperoleh. Dalam rumus-rumus yang praktis data yang disyaratkan sering kurang atau tidak dapat diperoleh sama sekali. Karena itu banyak model matematika yang dibuat pada abad lalu hanya merupakan model yang tidak bisa digunakan untuk penyelidikan yang akurat.

Kesimpulan yang sama juga didapatkan dari aspek-aspek geografi lainnya (Floyd dan O'Brien, 1976).

Dalam hal besar, para ahli matematika memulai dengan suatu hukum yang komperhensif dan mencoba menarik kesimpulan tentang prinsip-prinsip dan generalisasinya dari rumusan tersebut (konsepsi model). Ketekunan terhadap pendekatan ini tergantung pada kemauan untuk menerima ketidak sesuaian antara hukum dan realita tanpa meragukan secara serius tentang validitasnya. Dalam geomorfologi jarak kredibilitas sering merupakan suatu jarak yang lebih lebar. Misalnya dinyatakan bahwa lautan endapan piroklastik sesuai dengan Hukum Crushing Rosin dimana ukuran partikel menurun secara eksponen. Bagaimanapun dalam penyelidikan EL Pajas menyatakan bahwa endapan yang terdapat di pusat Benua Amerika tak satupun yang dapat membuktikan kebenaran penyelidikan dan Hukum Rosin (Davies, Quearry dan Bonis 1978). Pendekatan ini seringkali dihubungkan pada canal stream geomorfologi. Bagaimanapun usaha untuk menerangkan rata-rata belokan liku-liku sungai atau untuk menerangkan kecenderungan perkembangan belokan sungai tersebut dengan memakai hukum statis termodinamik harus dilihat secara skeptikal karena keserampangan dan kesulitan mendefinisikan dan membahasnya (Hocke, 1975). Dalam contoh-contoh lainnya hukum dan teori bisa

membingungkan bila suatu hukum dipakai secara empiris tanpa menguji sifat-sifat alamnya. barangkali simplikasi yang sangat membingungkan adalah kesamaan geologikalnya yang dapat terabaikan atau kesamaan ini bisa hilang karena penyimpangan. Inilah suatu bukti dalam pernyataan klasik yang terdapat pada hubungan canel (James dan Krumbein, 1969).

Geografi Regional

pengetahuan tentang regional geografi dapat menyederhanakan kajian-kajian tentang bentuk-bentuk permukaan dataran dengan berbagai cara. Salah satu caranya adalah dengan keterangan dari teori-teori klasik dimana gejala-gejala alam diterangkan dan digambarkan dengan jelas. Misalnya keterangan tentang bumi dan saling keterkaitannya antara gerak tektonik dan bentuk raut permukaan bumi serta pengaruhnya pada erosi dan endapan, yang berasal dari penyelidikan yang terinci tentang gempa-gempa yang terjadi di California. Juga semua gejala proses pada dataran-dataran tinggi yang bertubrukan di kepulauan es telah diselidiki secara intensif di Jepang. Contoh lain, dataran es merupakan hal yang unik secara geologikal pada beberapa cara.

Ada perbedaan antara klasik area dan tipe area. Kategori yang sangat penting dari tipe-tipe area adalah

dimana informasi yang memadai tersedia sebagai suatu hasil dari usaha penyelidikan; sejarah yang panjang tentang penyelidikan geologi untuk mengeksploitasi ekonomi oleh Rhine Graben telah memberikan data tentang struktur retakan yang terjadi dipermukaan bumi. Karena alasan yang berbeda bentuk platform yang terdapat didaerah Pantai Malibu California terpelihara dengan baik yang disebut dengan platform Santa Cruse dimana kubis brussel tumbuh dengan subur disana. Lahan-lahan pertanian membuktikan bahwa tempat itu ideal untuk penyelidikan seismik (Bradley dan Grigs, 1976).

Dengan merobah interpretasi tentang bentuk-bentuk area tipe dan area klasik hanya akan menjadikannya sebagai suatu minat untuk menyelidiki latar belakang kejadiannya. Misalnya di Australia Barat masih dianggap sebagai suatu ukuran alamiah eustatik karena struktur stabilitasnya, sekarang bukti nyata menyatakan bahwa adanya proses pembentukan daratan melengkung disekitar episentrum gempa (pleistose) dan gempa-gempa bumi yang terjadi belakangan ini dianggap sebagai akibat peruntuhan dari retakan-retakan tebing lembah.

Dalam beberapa situasi geografi, ada suatu pengawasan natural yang menghilangkan suatu variabel seperti yang ditunjukkan oleh perbandingan antara daerah tepian danau dan laut. Tak adanya gelombang besar yang terjadi di pesisir danau maka bentuk delta

dan terra sering tercipta dengan bentuk kecil yang sederhana . Campuran air tawar dan air asin biasanya tidak terdapat dan zona pantai mengurangi kompleksitas daerah pasang. Di Sungai Nil tidak terdapat komplikasi pada perkembangan arus hilir karena hanya sedikit sedimen dan air yang mengalir di sungai tersebut karena berada di daerah gurun yang gersang. Bagaimanapun Aswan Adam telah memodifikasi perkembangan ini dimana ia menyelidiki bahwa pengawasan ilmiah geomorfologi ada kaitannya dengan aktivitas manusia. Para ahli geologi telah memperhatikan dimana campurtangan aktivitas manusia cenderung lebih sedikit, bila angka erosi yang dihitung dihubungkan juga ke kolom geologikal. Juga kajian yang sama merupakan hal yang vital bagi para penganalisa geografi, bila ingin menyusun suatu ambang semi-natural yang terdapat pada masa lalu di skala mana rentetan kejadian alam mempengaruhi aktivitas manusia. Bagaimanapun penggunaan terminologi/istilah yang bijaksana juga merupakan suatu hal yang vital karena untuk mengeliminasi orang bisa saja salah menginterpretasi. Demi-kian juga, keuntungan dari daerah yang bebas dari penanaman harus digambarkan dalam term-term yang tidak memperhitungkan pentingnya kajian tentang geologi.

Misalnya Huntley dan Bowen 1975, memilih Start bay, Devon selatan untuk suatu persiapan penelitian

mengukur kecepatan gelombang laut di tepi pantai. Disini, Pantai Slavon secara relatif mempunyai topografi yang sederhana di sepanjang tepi pantai tersebut. Argumentasi yang sama juga berkembang untuk pengukuran tebing-tebing di area-area yang konturnya merupakan garis lurus (Pitty, 1966). Pengawasan geometri natural yang banyak digunakan adalah skala yang dapat dengan mudah mengidentifikasi topik-topik yang diperoleh. Misalnya ukuran yang kecil dan angka gerakan yang rendah merupakan ciri-ciri khas dari banyak daerah lembah bekas tempat gletser, dan lembah Gletser di Skandinavia. Perubahan bentuk lembah glasier yang lebih besar melenyapkan bentuk struktur es. Kajian bentuk lerang perbukitan menurut Schumm, 1956, skala permukaan dataran yang lebih kecil merupakan hal yang penting di area-area yang bebas. Pada skala yang lebih kecil, para ahli sedimentasi mungkin mencari area-area dimana variasi pada ukuran grain lebih kecil untuk dapat menyelidiki efek-efek bentuk grain.

Sebagai pelengkap untuk pengawasan alamiah, seperti bukti-bukti dari faktor-faktor yang sama atau bentuk yang sama yang ada sekarang ini di lingkungan yang berbeda. Misalnya gundukan-gundukan pasir yang telah dilihat di dasar laut yang dalam. Liku-liku halus di Teluk Steam yang ter-dapat di dataran es kelihatan mirip sekali dengan liku-liku sungai. Faktor pentingnya

disini bahwa canel-canel dan samudra es menunjukkan liku-liku waktu tak terdapatnya hanyutan sedimen pada arus tersebut. arti penting abrasi dalam perkembangannya kelok-kelok arus diperkecil.

Batu-batu karang tertentu dapat memberi penjelasan tentang simplikasi yang penting dalam mempelajari bentuk-bentuk permukaan dataran. Pemecahan kajian tentang kajian batu kapur dapat dipelajari dari komposisi mono-mineral dari batuan tersebut. Di area-area tropis batu-batu kapur mem-berikan kesempatan terbaik. untuk mempelajari tentang erosi di pantai-pantai yang curam. Area-area dimana sedimen-sedimen yang tidak terkumpul diselidiki oleh para peneliti yang memakai sistem analisis dan model matematik dalam penyelidikan mereka. Tanpa perlu memptimbangkan fase per-siapan pelapukan, air dengan mudah dapat kembali menyatukan meteri-materi yang tidak terkonsolidasi, regularitas bentuk, serta keseimbangan proses dengan cepat berkembang dan terbentuk kembali.

Perbedaan iklim mungkin terdapat pada pengawasan. Misalnya, dalam mempelajari tentang tingkah laku hembusan angin di pasir, tidak adanya area yang ditanami merupakan keuntungan dibandingkan dengan gundukan-gundukan pasir yang terdapat di tepi pantai (Bagnold, 1914). Identifikasi struk-tur lineamen dan pula-pola geomorfologinya yang terassosiasi dijelaskan

oleh ciri-ciri lingkungan kutub, seperti tak adanya area yang bisa ditanami, rendahnya energi pantai dan adanya permafros (Short dan Wright, 1974). Barangkali yang meupakan kontrol alam yang sangat vital adalah perubahan cuaca dan musim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengarang dan Penerbit mengucapkan terima kasih atas izin mengopi kembali gambar-gambar kepada : American Geographical untuk Gambar 12 B; American Geophysical Union (dan W.B. Langlien dan S.A. Schum) untuk Gambar 10 D; American Journal of Seisha untuk Gambar 2F (dan A. Gupta), 8E (dan B. Reed, C.J. Galian dan J.P. Miller 18A (dan W.R. Farand).

DAFTAR PUSTAKA

- AGER, D. V. (1970) 'On seeing the most rock', *Proc. Geol. Ass.*, 81, 421-7.
- AKAGI, Y. (1980) 'Relations between rock type and the slope form in the Sonoran Desert, Arizona', *Zeit. f. Geomorph.*, 24, 129-40.
- ANDREWS, J. T. and ESTABROOK, G. (1971) 'Applications of information and graph theory to multivariate geomorphological analysis', *Four. Geol.*, 79, 207-21.
- ARNETT, R. R. (1972) 'The field measurement of lateral soil water movement', *Rev. Geomorph. Dyn.*, 21, 177-81.
- ASHWELL, I. Y. (1975) 'Glacial and late glacial processes in eastern Iceland', *Geogr. Ann.*, 57A, 225-45.
- BAGNOLD, R. A. (1941) *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes*, London, Methuen, 3rd edn 1960.
- BAKER, J. N. L. (1948) 'Mary Somerville and geography in England', *Geog. Four.*, 111, 207-22.
- BAKER, V. R. (1977) 'Stream-channel response to floods, with examples from central-Texas', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 88, 1057-26.
- BALLANTYNE, C. K. (1978) 'The Hydrological significance of nivation features in permafrost areas', *Geogr. Ann.*, 60a, 51-4.
- BANDOIN, C. A. and MURRAY, R. C. (1974) 'Pliocene-Pleistocene carbonate rocks of Bonaire, Netherlands Antilles', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 85, 1243-52.
- BERGHINZ, C. (1971) 'Venice is sinking into the sea', *Civ. Eng.*, 41, 67-71.
- BIRD, E. F. and DENT, E. F. (1956) 'Shore platforms on the south coast of New South Wales', *Aust. Geogr.*, 10, 71-80.
- BJORNSSON, H. (1975) 'Explanation of jökulhlaups from Grimsvötn, Vatnajökull, Iceland', *Fökuill (Ar)*, 24, 1-26.
- BLONG, R. J. (1975) 'Hillslope morphometry and classification: a New Zealand example', *Zeit. f. Geomorph.*, 19, 405-29.
- BOWLER, J. M. (1976) 'Aridity in Australia: age, origin and expression in aeolian landforms and sediments', *Earth-Sci. Rev.*, 12, 279-322.

- BRADLEY, W. C. and GRIGGS, G. B. (1976) 'Form, genesis and deformation of central California wave-cut platforms', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 87, 433-49.
- BROWN, J. A. F. (1972) 'Hydrologic effects of a bushfire in a catchment in south-eastern New South Wales', *F. Hydrol.*, 15, 77-96.
- BRUSDEN, D., DOORNKAMP, J., FOCKES, P. G., JONES, D. K. C. and KELLY, M. H. (1975), Large-scale geomorphological mapping and highway engineering design, *Quart. Jour. Eng. Geol.*, 8, 227-322.
- BRYAN, K. (1950) 'The place of geomorphology in the geographic sciences', *Ann. Ass. Amer. Geogr.*, 40, 196-208.
- BUNGE, W. W. (1973) 'The Geography', *Prof. Geogr.*, 25, 331-7.
- BULTON, G. S., MORRIES, E. M., ARMSTRONG, A. A. and THOMAS, A. (1979) 'Direct measurement of stress at the base of glacier', *F. Glaciol.*, 22, 3-24.
- BURKE, K. C. A. and DEWEY, J. F. (1973) 'An outline of Precambrian plate development', in D. H. Tarling and S. K. Runcorn (eds) *Continental Drift, Sea-floor Spreading and Plate Tectonics*, New York, Academic Press.
- BURTON, I. and KATES, R. W. (1964) 'The floodplain and the seashore: a comparative analysis of hazard-zone occupance', *Geog. Rev.* 54, 366-85
- CARTER, C. S. and HORLEY, R. J. (1961) 'Early slope development in an expanding stream system', *Geol. Geog.*, 98, 117-30.
- CATT, J. A. and HODGSON, J. M., (1976) 'Soils and geomorphology of the Chalk in south-east England', *Earth Surf. Proc.*, 1, 181-93.
- CHORLEY, R. J., DUNN, A. J. and BECKINSALE, R. P. (1964) *The History of the study of landforms, Vol. 1*, London, Methuen.
- DALZELL, D. and DURRANCE, E. M. (1980) 'The evaluation of the valley of Rocks, North Devon', *Trans. Inst. Brit. Geogr.* NS 5, 66-79.
- COOPER, R. G. (1980) 'A sequence of landsliding mechanism in the Hambleton Hills, Northern England, illustrated by features at Peak Scar Hawsby', *Geog. Ann.*, 62A, 149-56.
- CHURCH, M., STOCK, R. F. and RYDER, J. M. (1979) 'Contemporary sedimentary environments on Baffin Island, NWT, Canada: debris-slope accumulations', *Arctic Alp. Res.*, 11, 371-402.
- COOKE, R. U. and REEVES, R. W. (1972) 'Relations between debris size and the slope of mountain fronts and pediments in the Mojave Desert, California', *Zeit. f. Geomorp.*, 16, 76-82.

- CROWTHER, J. (1979) 'Limestone solution on exposed rock outcrops in West Malaysia', in A. F. Pitty (ed) *Geographical Approaches to Fluvial Processes*, Norwich, Geo Books, 31-50.
- COATES, D. R. (1973) *Environmental Geomorphology and Landscape Conservation*. Stroudsburg, PA, Dowden, Hutchinson and Ross, 3 vols.
- CONACHER, A. J. and DALRIMPLE, J. B. (1977) 'The nine-unit landscape model: an approach to pedogeomorphic research', *Geoderma*, 18, 1-154.
- COOKE, R. U. and DOORNKAMP, J. (1974) *Geomorphology in Environmental Management: An Introduction*. Oxford, Oxford, Clarendon Press.
- CUNNINGHAM, F. F. (1977) 'Lyell and uniformitarianism', *Can. Geogr.*, 21, 164-74.
- DAVIES, G. L. (1969) *The Earth in Decay; A History of British Geomorphology, 1578-1878*, London, Macdonald.
- DAY, D. G. (1978) 'Drainage density changes during rainfall', *Earth Surf. Proc.*, 3, 319-26.
- DAY, M. J., LEIGHT, C. and YOUNG, A. (1980) 'Weathering of rock discs in temperate and tropical soils', *Zeit. f. Geomorph. Dyn.* 21, 177-81.
- DEVDAIRANI, A. (1976) 'The profile of equilibrium and a regular regime', *Soviet Geog.*, 8, 168-83.
- DOORNKAMP, J. C. (1974) 'Tropical weathering and the ultra-microscopic characteristics of regolith quartz on Dartmoor', *Geog. Ann.* 56A, 73-82.
- DUNKERLEY, D. L. (1979) 'The morphology and development of Rillenkarren', *Zeit. f. Geomorph.*, 23, 332-48.
- DURY, G. H. (1976) 'Experimental study of river incision: discussion and reply', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 87, 319-20.
- DERBYSHIRE, E. and EVANS, I. S. (1976) 'The climatic factor in cirque variation', in E. Derbyshire (ed.) *Geomorphology and Climate*, Chichester, Wiley, 447-94.
- DOLAN, R. (1972) 'Barrier dune system along the outer banks of North Carolina: a reappraisal', *Scienc*, 176, 286-8.
- EDEN, M. J. and GREEN, C. P. (1971) 'Some aspects of granite weathering and tor formation on Dartmoor, England', *Geog. Ann.*, 53A, 92-9.
- ELLENBERG, L. (1978) 'Coastal types of Venezuela and application of coastal classifications', *Zeit. f. Geomorph.*, 22, 439-56.

- EPSTEIN, E. and GRANT, W. J. (1967) 'Soil losses and crust formation as related to some soil physical properties', *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 31, 547-50.
- EYLES, R. J. (1974) 'Bifurcation ratio—a useless index?' *NZ Geogr.*, 30, 166-71.
- EYLES, R. J. (1977) 'Birchams Creek: the transition from a chain of ponds to a gully', *Aust. Geog. Studies*, 15, 146-57.
- EYLES, R. J., CROZIER, M. J. and WHEELER, R. H. (1978) 'Landslips in Wellington City', *NZ Geogr.*, 34, 54-74.
- FERGUSON, R. I. (1973) 'Sinuosity of supraglacial streams', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 84, 251-6.
- FISK, H. N. (1977) 'Magnitude and frequency of transport of solids by streams in the Mississippi basin', *Am. Jour. Sci.*, 277, 862-75.
- FLOYD, B. and O'BRIEN, D. (1976) 'Whither geography? A cautionary tale from economics', *Area*, 8, 15-23.
- FOSTER, H. D. (1976) 'Assessing disaster magnitude: a social-science approach', *Prof. Geogr.*, 28, 241-7.
- FRENCH, H. M. (1976) *The Periglacial Environment*, London, Longman.
- FREEMAN, T. W. (1961) *A Hundred Years of Geography*, London, Duckworth.
- GILBERT, G. K. (1886) 'The inculcation of scientific method by example', *Am. Jour. Sci.*, 31, 284-99.
- GLEASON, R., BLACKLEY, M. W. L. and CARR, A. P. (1975) 'Beach stability and particle-size distribution, Start Bay', *Quart. Quart. Four. Geol. Soc.*, 131, 83-101.
- GRAF, W. L., TRIMBLE, S. W., TOY, T. J. and COSTA, J. E. (1980) 'Geographic Geomorphology in the 'eighties'', *Prof. Geogr.*, 32, 279-84.
- GROVE, J. M. (1972) 'The incidence of landslides, avalanches and floods in WESTERN Norway during the Little Ice Age', *Alp. Arctic Res.*, 4, 131-8.
- GOULD, A. S. (ed.) (1981) *Geomorphological techniques*, London, Allen & Unwin.
- GERASIMOV, I. P. (1976) 'Problems of natural environment transformation in Soviet constructive geography', *Prag. Geog.*, 9, 73-99.
- GOULD, P. (1979) 'Geography 1957-1977: the Augean period', *Ann. Ass. Amer. Geogr.*, 69, 139-51.

- HALLAM, A. (1971) 'Mesozonic geology and the opening of the North Atlantic', *four. Geol.*, 79, 129-57.
- HACK, J. T. (1965) 'Interpretation of erosional topography in humid temperate regions', *Am. Four. Sci.* 258A (Bradly volume), 80-97.
- HARRIS, C. D. (1979) 'Geography at Chicago in the 1930s and 1940s', *Ann. Ass. Amer. Geogrs.*, 69, 21-32
- HALLET, B., LORRAIN, R. and SOUCHEZ, R. (1978) 'The composition of basal ice from a glacier sliding over limestones', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 89, 314-20.
- HAZELHOFF, L., VAN HOOF, P., IMESON, A. C. and KWAAD, F. J. P. M. (1981) 'The exposure of forest soil to erosion by earthworms', *Earth Surf. Proc. Landform*, 6, 235-50.
- HICKIN, E. J. and NANSON, G. C. (1975) 'The character of channel migration on the Beatton river, north east British Columbia, Canada', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 86, 487-94.
- HIGGINS, C. G. (1980) 'Nips, notches and the solution of coastal limestone: an overview of the problem with examples from Greece', *Est. Coast. Mar. Sci.*, 10, 15-30.
- HOWARD, A. D. (1979) 'Effect of slope on the threshold of motion and its application to orientation on wind ripples', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 88, 853-6.
- HOOKE, J. N. (1979) 'An analysis of the processes of river-bank erosion', *J. Hydrol.*, 42, 39-62.
- HAILS, J. R. (ed.) (1977) *Applied Geomorphology*, Amsterdam, Elsevier.
- HUNTLEY, D. A. and BOWEN, A. J. (1975) 'Field observations of edge waves and their effect on beach material', *Quart. Four. Geol. Soc.*, 131, 69-81.
- IMESON, A. C., VIS, R. and de WATER, E. (1981) 'The measurement of water-drop impact forces with a piezo-electric transducer', *Catena*, 8, 83-96.
- IVES, J. D., MEARS, A. I., CARRARA, P. E. and BOVIS, M. J. (1976) 'Natural hazards in mountain Colorado', *Ann. Ass. Amer. Geogrs.*, 66, 129-44
- JAMES, P. E. and MATHER, C. (1977) 'The role of periodic field conferences in the development of geographical ideas in United States', *Geog. Rev.*, 67, 446-61.
- JENNINGS, J. N. and SWEETING, M. M. (1963) 'The limestone ranges of the Fitzroy Basin, Western Australia: a tropical semi-arid

- karst', *Bonner Geog. Abhandl.*, 32, 1-60.
- JAKUCS, L. (1978) 'Physical-geographical and geological aspects of the exploration of the hydrocarbon reserves of the South Hungarian Plain, *Acta Geographica*.18,91-105.
- JOHNSON, R.H. (1980) 'Hillslope stability and landslide hazard—a case study from longdendale, north Derbyshire, England,' *Proc. As. Geol.* 91,315-25.
- KENNEDY, W.Q. (1962) 'Theoretical factors in geomorphological analysis', *Geol. Mag.*, 99,304-12.
- KING, C.A.M. (1959) *Beaches and Coastal*, London, Arnold, 2nd ed 1972.
- KERSHAW, A. P. (1976) 'A Late Pleistocene and Holocene pollen diagram from Lynh's Crater, north-eastern Queensland, Australia', *New Phytol.*, 77, 469-98.
- KREIGER, M. H. (1973) 'What's wrong with plastic trees?', *Science*, 179,446-55.
- LANGBEIN, H. E. and SCHUMM, S. A (1958) 'Yield of sediment in relation to mean annual precipitation', *Trans. Am. Geophys. Union.*, 39,1076-84.
- LEDGER, D.R., LOVELL, J.P.B. and CUTTLE, S. P. (1980) 'Rate of sedimentation in Kelly Reservoir, Strathc', *Scot. Jour. Geol.*, 16,281-5.
- LEGRAND, H. E. (1962) 'Perspective on problems of hydrogeology', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 73,1147-52.
- LEOPOLD, L. B. and LANGBEIN, W. B. (1962) 'The concept of entropy in landscape evolution', *Us. Geol. Surv. Prof. Paper* 500-A.
- LUDWICK, J. C. (1974) 'Tidal currents and zigzag sand shoals in a wide estuary entrance', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 85,717-26.
- MARKER, M. E. (1972) 'Karst landform analysis as evidence for climatic change in the Transvaal, South Africa', *S. Afr. Geogr.*, 54,152-62.
- MEISLER, H. (1962) 'Origin of erosional surfaces in the Lebanon Valley, Pennsylvania', *Bull. Geol. Am.*, 73,1071-82.
- MITCHELL, C. W. (1973) *Terrain Evaluation*, London, Longman.
- MOORE, T.R. (1979) 'Rainfall erosivity in East Africa', *Geog. Ann.*, 61A, 147-56.

- MOORE, T. R. (1979) 'Rainfall erosivity in East Africa', *Geog. Ann.*, 61A, 147-56.
- OLLIER, C. D. (1977) 'Terrain classification—methods, applications and principles', in J.R. Hails (ed) *Applied Geomorphology*. Amsterdam, Elsevier, 277-316.
- O'RIORDAN, T. (1971) 'Environmental management', *Prog. Geog.*, 3, 173-231.
- ORME, A.R. (1980) 'Energy-sediment interaction around a groin', *Zeit. f. Geomorphg.*, suppld 34, 111-28.
- OSTERKAMP, W. R. (1978) 'Gradient, discharge and particle-size relations of alluvial channels in Kansas, with observations on braiding', *Am. Jour. Sci.*, 278, 1253-68.
- PARK, C. C. (1978) 'Channel-bank material and cone penetrometer studies: an empirical evaluation', *Area*, 10, 227-30.
- PARKES, J., PARKES, G. M. and DAY, J. C. (1975) 'The hazard of sensitive clays: a case study of the Ottawa-Hull area', *Geog. Rev.*, 65, 198-213.
- PARSONS, J. J. (1977) 'Geography as exploration and discovery', *Ann. Ass. Amer. Geogrs.* 67, 1-16.
- PEMBERTON, M. (1980) 'Earth hummocks at low elevations in the Vale of Eden, Cumbria', *Trans. Inst. Brit. Geogrs.* NS 5, 487-501.
- PETTIJOHN, F. J. (1956) 'In defense of outdoor geology', *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, 40, 1455-61.
- PINCHEMEL, P. (1954) *Les Plaines de craine du nord-ouest du Bassin Parisien et du sud-est du Bassin de Londres et leurs bordures*. Paris, Armand Colin.
- PITTY, A. F. (1969) 'A scheme for hillslope analysis: 1. Initial Consideration and calculations'. University of Hull, *Occ. Papers in Geog.*, 9.
- PITTY, A. F. (1971) *Introduction to geomorphology*. London, Methuen.
- PITTY, A. F. (1979) 'Conclusions', in A.F. Pitty (ed) *Geographical Approaches to Fluvial Processes*, Norwich, Geo Books, 261-80.
- PRICE, R. J. (1976) *Highland Landform*. Edinburgh, Morison & Gibbs.
- REID, I. (1979) 'Seasonal changes in microtopography and surface depression storage of arable soils', in G.E. Hollins (ed) *Man's impact on the Hydrological Cycle*, Norwich, Geo Books, 19-30.

- RICHARDS, K. S. (1977) 'Channel and flow geometry: A geomorphological perspective', *Prog. Phys. Geog.*, 1, 65-102.
- ROBINSONS, G. (1963) 'A consideration of the relations of geomorphology and geography', *Prof. Geogr.*, 19-30.
- SCHUMM, S. A. and LICHTY, R. W. (1965) 'Time, space and causality in geomorphology', *Am. Jour. Sci.*, 15, 13-17
- SCHEIDEGGER, A. E. (1971) *Theoretical Geomorphology*, Berlin, Springer.
- SCHEIDEGGER, A. E. (1979) 'Orientationstruktur der Schweiz', *Geog. Helvetica*, 34, 9-16.
- SHEPHERD, R. G. and SCHUMM, S. A. (1974) 'Experimental study of river incision', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 85, 257-68.
- SHORT, A. D. and WRIGHT, L. D. (1974) 'Lineaments and coastal geomorphic patterns in the Alaskan Arctic', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 85, 597 - 646.
- SMITH, R. J. (1978) 'The origin and geomorphic implications of cliff-foot recesses and tafoni on limestone namadas in the north-west Sahara', *Zeit. f. Geomorph.*, 22, 21-43.
- SPARKS, B. W. (1971) *Rocks and Relief*, London, Longman.
- STRAHLER, A. H. (1950) 'Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis', *Am. Jour. Sci.*, 248, 673-96; 800-14.
- STEINKER, D. C. (1979) 'The undergraduate field program as an essential element in geological education', *Jour. Geol. Ed.*, 27, 162-4.
- STERNBERG, R. W. and MARSDEN, M. A. H. (1979) 'Dynamics, sediment transport and morphology in tide-dominated embayment', *Earth Surf. Proc.*, 4, 117-39.
- STREET, F. A. and GEOVE, A. T. (1979) 'Global maps of lake-level fluctuations since 30,000 yr BP', *Quat. Res.*, 12, 83-118.
- SUNAMURA, T. (1975) 'A laboratory study of wave-cut platform formation', *Jour. Geol.*, 83, 389-97.
- SWAN, S. B. St. C. (1970) 'Relationships between regolith, lithology and slope in humid tropical region: Johor, Malaya', *Trans. Inst. Brit. Geogr.*, 51, 189-200.
- TAMBURI, A. J. (1974) 'CREEP OF SINGLE ROCKS ON BEDROCK', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 85, 351-6.

- TERNAN, J. L. and WILLIAMS, A. G. (1979) 'Hydrological pathways and granite weathering on Dartmoor', in A. F. Pitty (ed) *Geographical Approaches to Fluvial Processes*, Norwich. Geo Books, 5-30.
- THORN, C. E. (1976) 'Quantitative evaluation of nivation in the Colorado Front Range', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 87, 1169-78.
- THORN, C. E. and HALL, K. (1980) 'Nivation: an arctic-alpine comparison and reappraisal', *J. Glaciol.*, 25, 109-23.
- THORNES, J. B. and BRUNSDEN, D. (1977) *Geomorphology and Time*, London, Methuen.
- TORRY, W. I. (1979) 'Hazards, hazes and holes: a critique of *The Environment as Hazard* and general reflections on disaster research', *Can. Geog.* 23, 368-83.
- TROEH, F. R. (1965) 'Landform equations fitted to contour maps', *Am. Jour. Sci.*, 263, 616-27.
- TRUDGILL, S. T., LAIDLAW, I. M. S. and SMART, P. L. (1980) 'Soil-water residence times and solute uptake on a dolomitic bedrock: preliminary results', *Earth Surf. Proc.*, 5, 91-100.
- TUTTLE, S. D. (1975) 'How many peneplains can sit on the top of a mountain?', in W. N. Melhorn and R. C. Flemel (eds) *Theories of Landform Development*, New York, Binghamton, 299-306.
- TWIDALE, C. R. (1978) 'Early explanation of granite boulders', *Rev. Geomorph. Dyn.*, 27, 133-42.
- UNWIN, D. J. (1973) 'The distribution and orientation of corries in northern Snowdonia, Wales', *Trans. Inst. Brit. Geogr.*, 58, 85-97.
- VINCENT, P. J. and CLARKE, J. V. (1976) 'The terracete enigma—a review', *Biul. Peryglacjalny*, 25, 65-77.
- WATKINS, N. D. and WALKER, G. P. L. (1977) 'Magnetostatigraphy of eastern Iceland', *Am. Jour. Sci.*, 277, 513-84.
- WAYLEN, M. J. (1979) 'Chemical weathering in a drainage basin undeline by Old Red Sandstone', *Earth Surf. Proc.*, 4, 167-78.
- WELCH, D. M. (1970) 'substitution of space for time in a study of slope development', *Four. Geol.*, 78, 234-9.
- WEISS, D. (1974) 'Late pleistocene stratigraphy and paleocology of the Lower Hudson River estuary', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 85, 1561-70.
- WERRITY, A. and FERGUSON, R. I. (1980) 'Pattern changes in Scottish braided river over 1,30 and 200 years', in R. A. Cullingford, D. A.

Davidson and J. Lewin (eds), *Timescales in Geomorphology*, Chichester, Wiley, 53-68.

- WHALLEY, W.B. (1976) *Properties of materials and Geomorphological Explanation* London, Oxford University Press.
- WILHELMY, T. J. and BUNTING, B. T. (1975) 'Overland transport of sediment by rill water in a periglacial environment in the Canadian High Arctic', *Geog. Ann.*, 57A, 105-16.
- WHELEER, D. A. (1979) 'The overall shape of longitudinal profiles of streams', in A. F. Pitty (ed.) *Geographical Approaches to Pluvial Processes*, Norwich, Geo Books, 241-60.
- WILLIAMS, M. A.J. (1978) 'Termites, soils and land-scape equilibrium in the Northern Territory of Australia', in J.L. Davies and M.A.J. Williams (eds) *Landform Evaluation in Australasia*, Canberra, Australian National University Press, 128-41.
- WILLIAMS, A.T., GRANT, C.J. and LEATHERMAN, S.P. (1977) 'Sedimentation patterns in Repulse Bay, Hong Kong', *Proc. Geol. Ass.*, 89, 183-200.
- WHITNEY, M. I. (1978) 'The role of vorticity in developing lineation by wind erosion', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 89, 1-18.
- WRIGHT, L. D. and THOM, B.G. (1977) 'Coastal depositional landforms: a morphologic approach', *Phys. Geog.*, 1, 412-59.
- YOUNG, R. A. and BRENNAN, W. J. (1974) 'Peach springs tuff: its bearing on structural evolution of the Colorado plateau and development of cenozoic drainage in Mohave country, Arizona', *Bull. Geol. Soc. Am.*, 85, 83-90.
- YOSHIKAWA, T. (1974) 'Denudation and tectonic movement in contemporary Japan', *Bull. Dept. Geog. Univ. Tokyo.*, 6, 1-14.
- ZAKRZEWSKA, B. (1976) 'Trends and methods in landform geography', *Ann. Ass. Amer. Geogr.*, 57, 128-65.
- ZIEMNICKI, S. and REPELEWSKA-PEKOLOWA, J. (1972) 'Investigations into present-day geomorphological processes in the loess of the Lublin Plateau', *Geog. Polonica*, 23, 63-76.