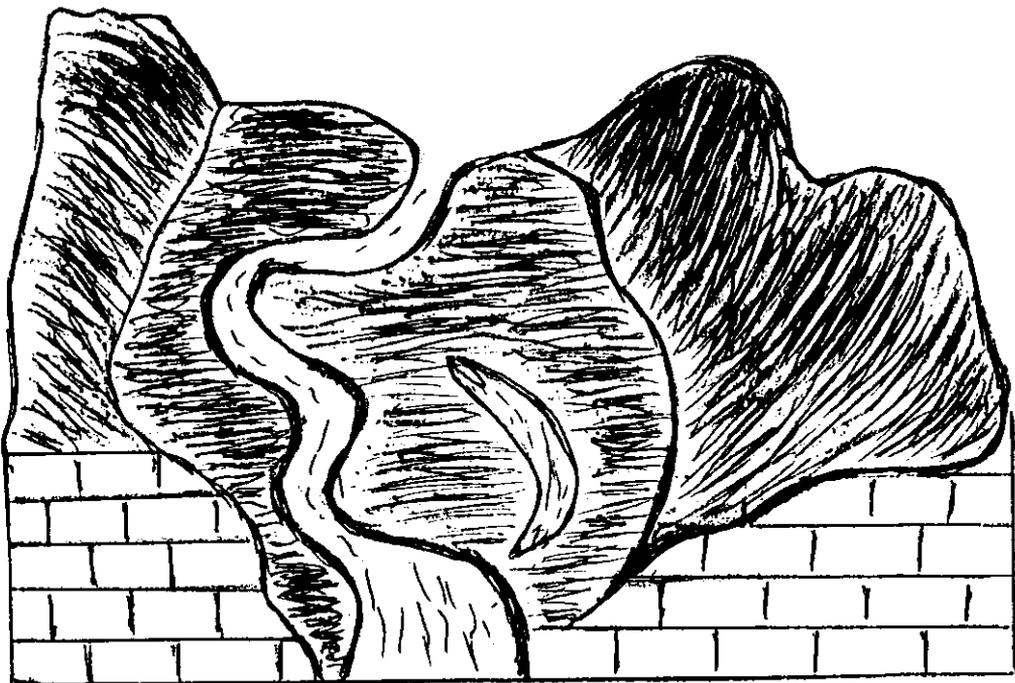


Dra. Hj. Ramani Nazaruddin

GEOMORFOLOGI

Daerah Fluvial, Danau, Karst, Pantai
Daerah Proses Angin, Daerah Gletsyer (Glasial)



Diterbitkan Oleh :
FPIPS IKIP Padang
Bekerjasama dengan
IKIP Padang Press.

PERPUSTAKAAN IKIP PADANG

TANGGAL	27.9.95
NAMA NIKAH	h1
KETERANGAN	KKI
NO. DAFTAR	1528/h1/ps.g.(2)
NO. KOTAK	551.4 m2 g1

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

KATA PENGANTAR

Kita sebagai Staf Pengajar (Dosen) di IKIP Padang disamping memberikan perkuliahan juga mewajibkan dan menganjurkan mahasiswa membaca dan mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan materi pelajaran yang kita berikan sebagai tugas mandiri.

Maka saya menyusun buku Geomorfologi daerah Fluvial, Danau, Karst, Pantai, Proses Angin dan Gletsyer dalam rangka usaha untuk mengatasi masalah tersebut khususnya melengkapi bahan perkuliahan Geomorfologi pada jurusan Geografi FPIPS IKIP Padang. Buku ini merupakan lanjutan dari buku Geomorfologi tentang tenaga dan proses Geomorfologi, Patahan, Lipatan dan Vulkanisme. Bahan-bahan yang disajikan dalam buku ini disesuaikan dengan Silabus Geomorfologi jurusan Geografi FPIPS 91/92 FPIPS IKIP Padang.

Buku-buku ini juga dipergunakan oleh masyarakat yang menyenangi ilmu Geomorfologi.

Akhirnya penulis menyadari bahwa buku ini banyak kekurangannya, maka penulis banyak mengharapkan saran-saran yang sifatnya membangun sehingga buku ini dapat memenuhi kebutuhan yang kita harapkan dan bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan pada umumnya.

Padang, Juni 1994

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
BAB I : MORFOLOGI DAERAH FLUVIAL (MORFOLOGI DAERAH PENGALIRAN SUNGAI)	
A. PENGERTIAN LEMBAH SUNGAI	1
B. PERKEMBANGAN PENAMPANG LEMBAH SUNGAI	3
C. KLASIFIKASI LEMBAH SUNGAI	12
D. POLA PENGALIRAN SUNGAI	19
E. TEKSTUR PENGALIRAN SUNGAI	23
F. PEREMAJAAN LEMBAH SUNGAI	24
G. PERGESERAN BATAS ALIRAN DAN PEMBAJAKAN SUNGAI	30
H. BENTUK-BENTUK BENTANGAN ALAM FLUVIAL	36
I. MEANDER SUNGAI	46
J. AIR TERJUN	50
K. PENEPLAIN DAN BENTUK - BENTUK YANG BERSAMAAN	52
BAB II : MORFOLOGI DANAU	
A. PENGERTIAN DANAU	58
B. HYDROLOGI DANAU	59
C. MORFOLOGI DANAU	64
D. KLASIFIKASI DANAU SECARA GENETIK	69
BAB III : MORFOLOGI DAERAH KARST	
A. PENGERTIAN KARST	77
B. SYARAT TERBENTUKNYA KARST	78

C. PERGERAKAN AIR DI DALAM KAPUR	81
D. SIKLUS MORFOLOGI DAERAH KARST	88
BAB IV : MORFOLOGI PANTAI	
A. PANTAI DAN PESISIR	91
B. JENIS PANTAI MENURUT LATAR BELAKANG STRUKTUR DARATAN DAN PERUBAHAN PERMUKAAN AIR LAUT ...	92
C. FAKTOR - FAKTOR YANG MEMPENGARUHI MORFOLOGI PANTAI	93
D. PERKEMBANGAN EROSI PADA COAST LINE	99
E. BENTUK - BENTUK HASIL PENGENDAPAN MARINE DIPESISIR ATAU DIPANTAI	102
F. KLASIFIKASI PANTAI	107
G. SIKLUS GARIS PANTAI SUB MERGENCE	113
H. SIKLUS GARIS PANTAI EMERGENCE	116
BAB V : PROSES MORFOLOGI DAERAH ASAL ANGIN (PROSES EOLIS)	
A. EROSI ANGIN	119
B. EOLIS DEPOSIT	121
C. PENGENDAPAN KARENA ANGIN	124
D. TYPE ENDAPAN PASIR	125
E. SIKLUS DARI DUNES	132
F. STRUKTUR DEPOSIT PASIR	133
BAB VI : MORFOLOGI DAERAH GLETSYER (GLASIAL)	
A. PENGERTIAN GLETSYER (GLASIAL)	139
B. TUMBUHNYA SUATU GLASIAL	142
C. PEKERJAAN GLASIAL	143
D. BENTUK-BENTUK GLETSYER (GLASIAL)	147

Daftar Bacaan

B A B I

MORFOLOGI DAERAH FLUVIAL

(MORFOLOGI DAERAH PENGALIRAN SUNGAI)

A. PENBERTIAN LEMBAH SUNGAI

Sebuah sungai dapat dibedakan dari massa air yang lain, karena :

- a. Mengalir menurun.
- b. Pengalirannya tidak tetap, ada kalanya deras, kadang-kadang lambat, membuat kelokan, menghilang ke bawah tanah dan sebagainya.
- c. Mengangkut suatu beban, dari mulai lumpur yang halus, pasir, kerikil sampai batu-batu guling.
- d. Mengalir mengikuti saluran tertentu yang dikanan kirinya dibatasi oleh suatu tebing yang biasa curam.

Saluran seperti ini biasanya disebut lembah.

Sungai, adalah massa air yang secara alami mengalir pada suatu lembah. Saluran irigasi tidak dapat digolongkan sebagai sungai, karena pengalirannya tidak secara alami.

Lembah sendiri dapat didefenisikan sebagai berikut : "Lembah adalah bentuk permukaan bumi yang negatif hasil pengikisan oleh air mengalir yang bentuk ukurannya bermacam-macam dan digunakan oleh sungai mengalir secara tetap atau sewaktu-waktu".

Antara kedua pengertian itu (sungai dan lembah) kerap kali terkacaukan. Sering pula terdapat penamaan berbagai bentuk dengan perkataan lembah. Dalam buku ini istilah lembah digunakan seperti defenisi tersebut.

Suatu sungai dengan anak-anak sungainya merupakan saluran air dari suatu daerah aliran. Jadi yang dinamakan " daerah aliran " suatu sungai adalah keseluruhan daerah yang berpelepasan ke sungai yang bersangkutan beserta anak-anak sungainya. Kita bisa berbicara tentang daerah aliran sungai Kapuas, daerah aliran sungai Citarum, daerah aliran sungai Serayu, daerah aliran sungai Brantas dan sebagainya.

Antara dua daerah yang berdampingan terdapat suatu batas, yang dinamakan batas aliran sungai (stream divide, watershed). Biasanya stream divide itu berupa punggung.

Kita akan sering berjumpa dengan istilah daerah aliran hulu, daerah aliran tengah dan daerah aliran hilir. Biasanya yang dimaksud dengan aliran hulu adalah daerah di mana erosi vertikal yang memegang peranan penting, disini daerahnya bergunung-gunung atau berbukit-bukit dan didasar lembah tampak berbatu-batu berbongkah-bongkah besar, kadang-kadang masih bersudut lancip, lembahnya sempit dan umumnya langsung bertepi tebing-tebing curam. Daerah aliran tengah itu adalah daerah dengan bagian lembah yang kira-kira vertikal dan erosi lateral sama kuat, lembah-lembah lebar, dikanan kirinya terdapat dataran yang lebar dan pengalirannya tidak begitu deras lagi, jeram-jeram tidak terdapat. Dasar lembah berbatu guling yang tidak besar lagi. Secara keseluruhan daerahnya umumnya miring dengan landai. Daerah aliran hilir ditandai dengan pengaliran yang lambat sekali. Dasar lembah umumnya tertutup pasir. Lembah sangat berbelok-belok. Daerah keseluruhannya berupa dataran.

B. PERKEMBANGAN PENAMPANG LEMBAH SUNGAI

Oleh kegiatan sungai (mengambil bahan lepas, mengangkut, mengikis dan mengendapkan), suatu lembah sangat tidak tetap, selalu mengalami perubahan-perubahan, baik perubahan panjangnya, dalamnya atau lebarnya.

a. Pertambahan panjang suatu lembah dapat berlangsung karena berbagai hal :

1. Erosi mudik (headward erosion) menyebabkan perpanjangan lembah ke arah hulu.
2. Penurunan muka laut (danau) tempat sungai bermuara atau pengangkatan dasar laut di muara menjadi daratan dan pembentukan delta menyebabkan suatu lembah bertambah panjang ke arah hilir.
3. Lembah dapat pula bertambah panjangnya oleh karena penambahan liku-likunya di bahagian tengah.

Dari uraian diatas, mudah dipahami bahwa ada cara-cara yang memungkinkan suatu lembah dapat bertambah pendek. Cara-cara apakah itu ?

b. Pelebaran Lembah

Yang dimaksud lebar suatu lembah ialah jarak mendatar antara tepi-tepi lembah yang biasanya di gambarkan dengan irisan melintang. Batas sebelah luar atau sebelah atas kadang-kadang tidak jelas. Yang jelas hanyalah sampai setinggi permukaan air.

Perlebaran lembah dapat berlangsung melalui beberapa cara :

1. Erosi mendatar (lateral) disebut juga erosi kesamping.

2. Masswasting pada tepi-tepi lembah (longsoran pada tepi-tepi lembah).
3. Pengikisan pada tepi lembah dan pembentukan parit-parit kecil pada tepi lembah oleh air yang mengalir memasuki lembah yang bersangkutan.

c. Pertambahan dalam suatu lembahpun dapat terjadi melalui beberapa cara :

1. Hydraulic action.
2. Korasi dan abrasi pada dasar lembah.
3. Korasi (pelarutan) pada dasar lembah.

Pada jeram-jeram sering terdapat cekungan-cekungan akibat pengerjaan gabungan. Tetapi pendalaman suatu lembah tidak dapat terus menerus, karena suatu ketika akan terhenti, yaitu apabila tercapai suatu batas. Batas ini merupakan batas erosi vertikal biasanya disebut "base level" atau batas erosi.

Ada dua macam batas erosi, yaitu :

- 1) Batas erosi lokal atau temporer atau sementara (temporary lokal base level) berupa danau atau penghalang terdiri atas batuan keras. Di daerah aliran tengah atau aliran hulu dinamakan batas erosi lokal, karena hanya berlaku untuk membatasi pendalaman lembah arah ke hulu dari padanya, dan dinamakan batas-batas erosi sementara karena pada suatu ketika danau itu akan kering atau batuan keras itu akan habis / lapuk hingga batas erosi itu tidak berlaku lagi.
- 2) Batas erosi umum (generasi base level) berupa permukaan laut yang berlaku untuk saluran daerah aliran suatu

sungai dan berlaku untuk setiap sungai. Erosi Vertikal akan terhenti apabila perkembangan sungai aliran telah sama tinggi dengan permukaan laut.

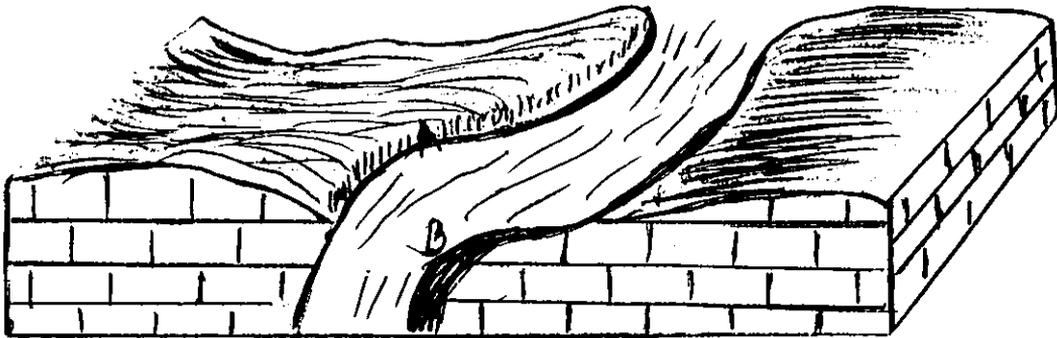
Irisan Melintang

Pada umumnya irisan melintang suatu lembah dikatakan berbentuk huruf V. Hal ini sebenarnya tidak tepat benar mengingat perbandingan antara lebar dengan dalamnya tidak seperti lebar dalam huruf V. Hanya apabila batuannya tahan terhadap pelapukan dan masswasting atau apabila batuannya berlapis-lapis dengan kedudukan lapisannya hampir tegak. Perbandingan seperti huruf V itu dapat dicapai.

Tetapi irisan melintang suatu lembah jarang sekali yang simetris, karena :

1. Tikungan luar suatu lembah selalu lebih curam dari tikungan dalam, hal ini disebabkan oleh karena kekuatan utama dari air mengalir dalam lembah ditujukan kepada kelokaan sebelah luar agak kehilir, sehingga disitu terdapat erosi yang kuat. Karena itu pula sungai selalu menggeser-geser lembahnya kearah tikungan luar.
2. Tikungan luar suatu lembah selalu lebih curam dari tikungan dalam, hal ini disebabkan oleh karena kekuatan utama dari air mengalir dalam lembah ditujukan kepada kelokan sebelah luar agak ke hilir, sehingga disitu terdapat erosi yang terkuat. Karena itu pula sungai selalu mengeser-geser lembahnya ke arah tikungan luar.

GAMBAR 1
IRISAN LEMBAH PADA TIKUNGAN



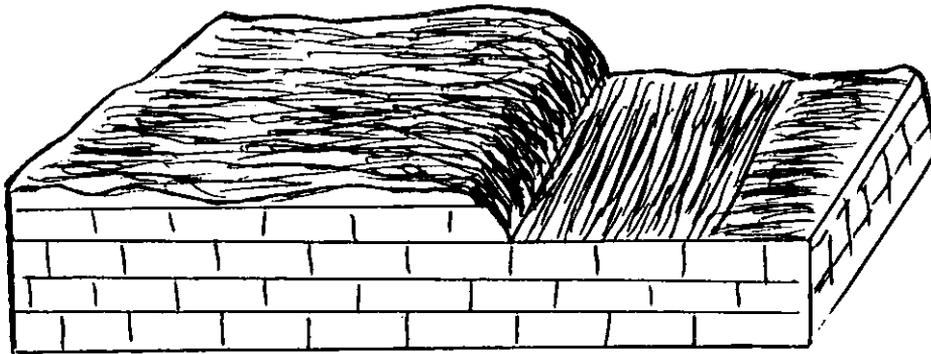
Keterangan : ————— arah kekuatan

A : Undercut slope

B : Slip off slope

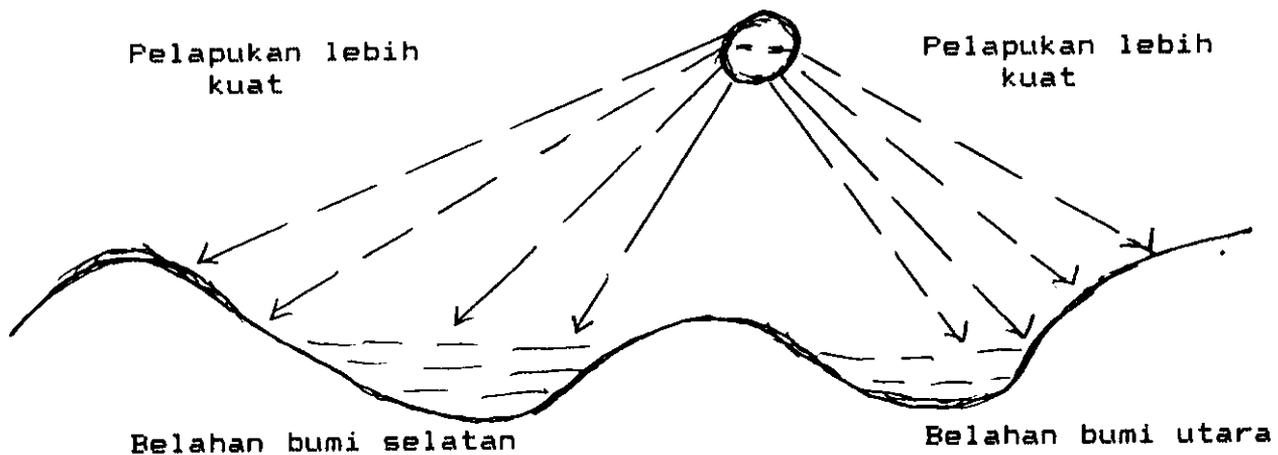
Tepi curam pada tikungan luar itu disebut undercut slope (tepi curam) sedangkan tepi landai pada tikungan dalam disebut slip off slope (tepi luncuran).

GAMBAR 2
IRISAN LEMBAH DI DAERAH BERLAPIS-LAPIS MIRING



3. Hal lain yang menyebabkan tidak simetrisnya irisan melintang suatu lembah adalah arah sungai yang memanjang barat-timur didaerah lintang sedang dan daerah lintang besar. Lereng yang menghadap kearah datangnya sinar matahari, karena lereng yang pertama mengalami pelapukan yang lebih kuat.

GAMBAR 3
PENGARUH PENYINARAN MATAHARI PADA
IRISAN LEMBAH



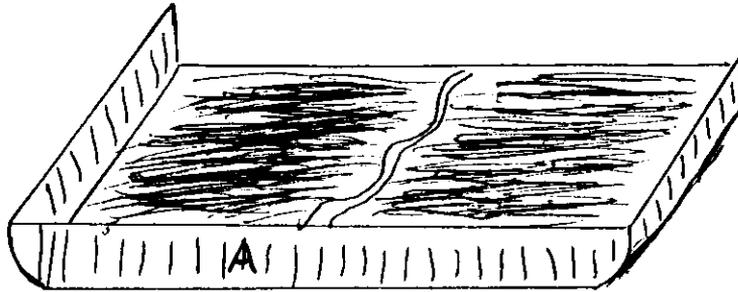
4. Faktor geologis berpengaruh pula terhadap terjadinya irisan melintang lembah yang simetris. Kalau batuan ditepi yang satu lebih tahan terhadap pelapukan dan masswasting dari pada tepi yang lain, maka lereng yang berbatuan lebih tahan itu tentu lebih curam dari pada yang lain.

Untuk mengetahui debit suatu sungai, maka pengetahuan tentang luas irisan melintang lembah yang digunakan oleh air mengalir dan kecepatan pengalirannya sangat diperlukan. Debit suatu sungai, adalah volume suatu air yang dialirkan dalam tiap satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam bilangan dalam liter tiap detik. Misalnya 275 l/detik.

Yang dimaksud dengan kecepatan pengaliran ialah berapa jarak yang ditempuh oleh setiap "butir" air dalam tiap satuan waktu misal 2 M/detik. kalau irisan melintang itu 10 M^2 dan kecepatan pengaliran $1/2 \text{ M/detik}$ maka debit sungai $10 \times 1/2 \text{ m}^3 = 5 \text{ M}^3/\text{detik}$ atau 500 L/detik biasanya hal ini dilakukan dengan rumus : $Q = AV$

Q = debit, A = penampang melintang daerah aliran,
 V = kecepatan pengaliran

GAMBAR 4
GAMBARAN PENGALIRAN PADA SEBUAH SUNGAI



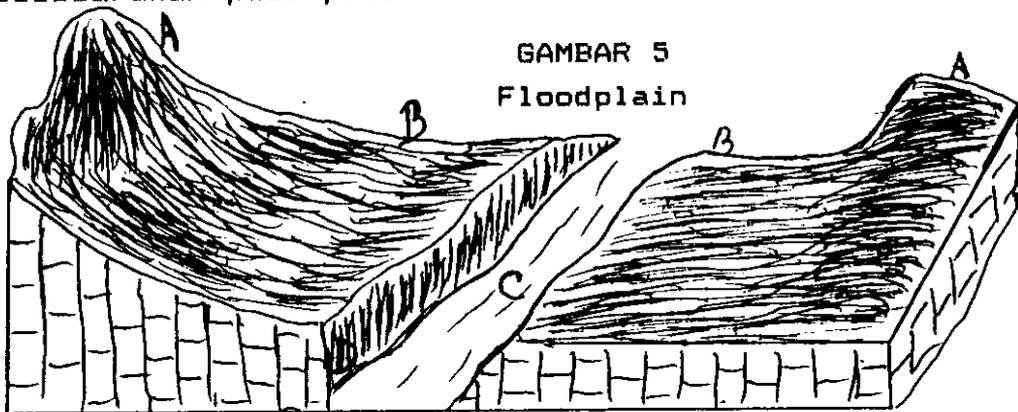
Dengan demikian jelas sekali bahwa debit suatu sungai akan dapat rerubah-rubah, karena A (irisian melintang) sangat berubah-berubah ; setelah hujan dan dalam musim kemarau berlainan sekali. Dengan merangkaikan angka-angka debit harian/bulanan/tengah bulanan dalam satu tahun dapat diketahui sikap pengaliran suatu sungai. Ini biasa disebut regim sungai.

Ada yang memperlihatkan suatu perbedaan yang besar sekali antara debit terkecil dengan debit terbesar, ada pula yang tidak berapa besar. Hal ini tergantung kepada : (1) Faktor iklim yang berlaku disuatu daerah, (2) relief, (3) Faktor geologis dan, (4) Vegetasi yang bersangkutan.

1. Iklim berpengaruh dalam hal jenis curahan, suhu dan penyebab curahan itu dalam setahun.
2. Relief menentukan kecepatan pengaliran, artinya apakah setelah hujan air dialirkan seluruhnya atau sebagian ditahan.
3. Geologis berhubungan dengan banyak tidaknya air hujan yang jatuh dipermukaan bumi yang meresap ke dalam tanah yang akan menjadi air tanah sebagai cadangan untuk pengaliran diwaktu lain.
4. Vegetasi juga mempengaruhi besarnya pengaliran setelah hujan turun.

Kearah tepi suatu lembah, ada bagian yang biasanya berupa dataran yang terisi oleh bahan yang di endapkan oleh sungai itu. Bagian ini disebut Floodplain Sungai. Tempat Floodplain terbentuk, secara teoritis adalah suatu daerah yang dasarnya batuan induk hasil pengirisan sungai yang bersangkutan. Bentuk semacam ini disebut Valley Flat (dalam bahasa Inggris). Mungkin nama floodplain diberikan oleh karena daerah ini kadang-kadang tergenang oleh banjir yang bersangkutan. Di daerah pertanian banyak floodplain sungai yang dijadikan persawahan. Pada floodplain itu pula suatu sungai berpindah-pindah pengalirannya kearah samping, merupakan sungai liar. Sedangkan tepat di pingiran lembah-lembah yang digunakan oleh air mengalir sering kali terdapat tanggul yang tumbuh secara alami oleh pengendapan sungai yang bersangkutan. Oleh karena itu tanggul ini dinamakan : Tanggul alam (Natural Levee). Tentang pembentukannya akan dibicarakan pada bagian lain.

Selain dari itu, dibagian luar lembah seringkali terdapat teras-teras sungai, mengenai hal ini juga akan dibicarakan pada pasal lain.



- Keterangan :
- A. Tanggul alam
 - B. Floodplain
 - C. Sungai
 - D. Valley falt

Irisan Memanjang

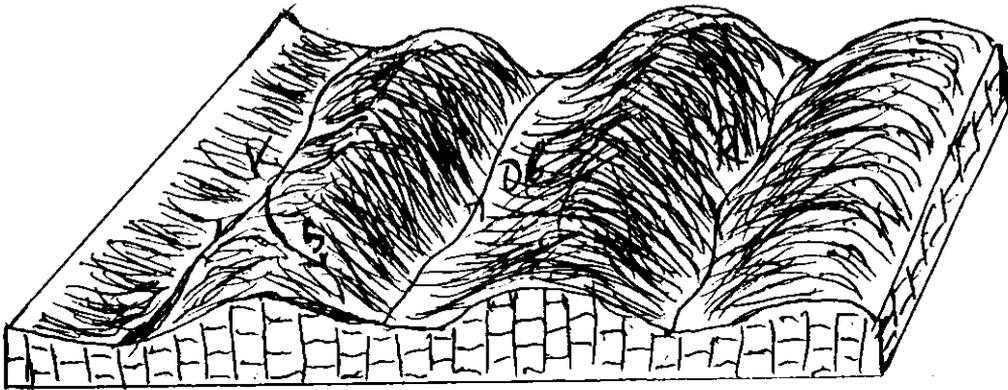
Irisan memanjang suatu lembah adalah garis yang menghubungkan titik-titik yang menunjukkan ketinggian bagian-bagian tertentu dari lembah yang bersangkutan diukur dari permukaan laut. Garis itu akan merupakan garis lengkung yang merupakan grafik ketinggian sepanjang lembah yang bersangkutan (lihat gambar 6).

Dari irisan itu tampak bahwa bagian hulu menunjukkan lengkungan yang lebih curam, yang menggambarkan pengaliran yang lebih deras. Mungkin dibahagian ini terdapat jeram-jeram. Dibahagian tengah lebih landai dibahagian hilir sekali lebih landai lagi. Pada garis besarnya irisan memanjang itu akan memperlihatkan bentuk bagian hiporbola, meskipun secara mendetail jauh dari pada itu. Dalam hal irisan memanjang suatu sungai harus diperhatikan perbedaan skala mendatar (memanjang) dengan skala tegak. Kemiringan bagian irisan memanjang suatu lembah biasa dinyatakan dalam derajat atau persen atau meter per kilometer.

C. KLASIFIKASI LEMBAH SUNBAI

1. Menurut kejadiannya (genese), kita mengenal beberapa lembah, yaitu :
 - 1.1. Lembah konsekwen (consequent valley), yaitu lembah yang mengikuti kemiringan (dip) lereng yang mula-mula, jadi yang arahnya sejalan dengan kemiringan lereng yang mula-mula.
 - 1.2. Lembah subsekwen (subsequent valley), yaitu lembah yang arahnya berubah dari mengikuti dip menjadi mengikuti strike dari pada struktur. Oleh karena itu, lembah ini biasa disebut : strike valley atau longitudinal valley (lembah membujur).
 - 1.3. Lembah obsekwen (obsequent valley), yaitu lembah yang berlawanan arah dengan arah kemiringan asal, jadi juga berlawanan arah dengan lembah konsekwen mula-mula.
 - 1.4. Lembah resekwen (resequent valley), yaitu lembah baru yang arahnya sama dengan lembah yang konsekwen semula.
 - 1.5. Lembah insekwen (insequent valley), yaitu lembah yang arahnya tidak ditentukan oleh faktor-faktor khusus. Ini banyak terdapat pada daerah batuan sedimen yang homogen atau batuan beku. Untuk jelasnya perhatikan gambar berikut ini :

GAMBAR 7
JENIS LEMBAH MENURUT GENESANYA



2. Jenis lembah menurut struktur dari daerah alirannya.

2.1. Di daerah berstruktur patahan dan retakan, kita kenal :

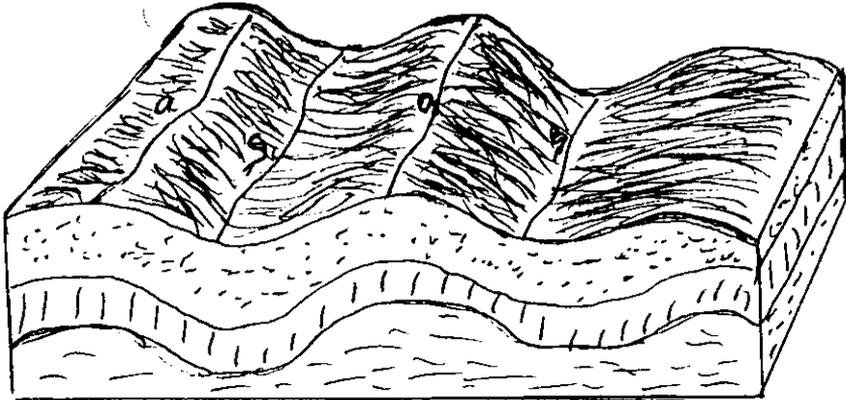
- a. Fault valley, yaitu lembah yang mengikuti garis patahan.
- b. Joint valley juga hampir sama dengan fault valley, yaitu mengikuti garis patahan.
- c. Fault valley, ialah fault valley yang telah mengalami pergeseran ke samping dari kedudukannya semula.

2.2. Di daerah berstruktur lipatan :

- a. Lembah homoklin atau lembah monoklin, yaitu strike valley yang terdapat pada sayap lipatan, memanjang mengikuti strike lipatan itu.
- b. Lembah sinklin, yaitu lembah yang terdapat pada sinklin dengan arah memanjang dengan mengikuti arah sinklin itu.
- c. Lembah antiklin, yaitu lembah yang terletak pada sumbu antiklin dan memanjang mengikuti arah antiklin itu.

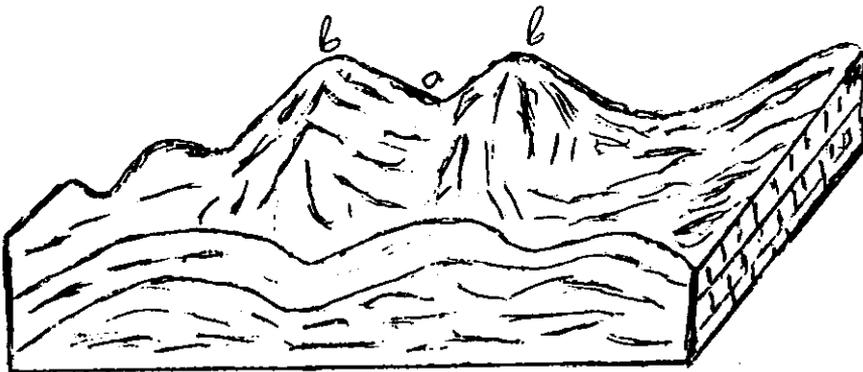
Dalam hal ini perlu dicamkan bahwa antiklin tidak usah merupakan punggung saja dan sinklin tidak usah merupakan lembah saja. Perhatikan gambar di bawah ini :

GAMBAR 8
HUBUNGAN TOPOGRAFI DAN STRUKTUR LIPATAN



keterangan : a. antiklin semua terdapat di
b. sinklin daerah pedataran

GAMBAR 9
PEMBALIKAN RELIEF

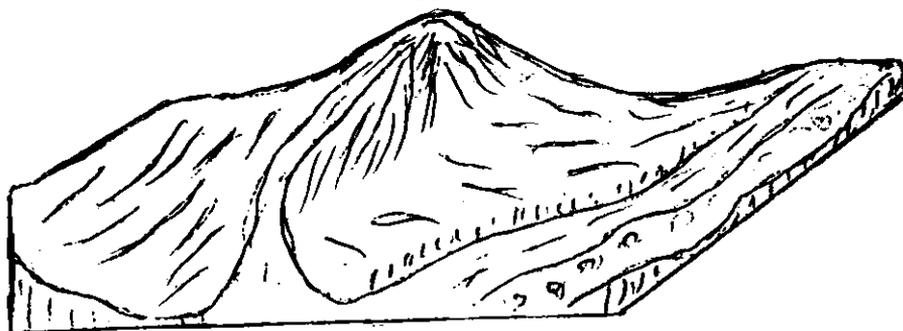


Keterangan : a. Justru pada lembah
b. Pada pundak

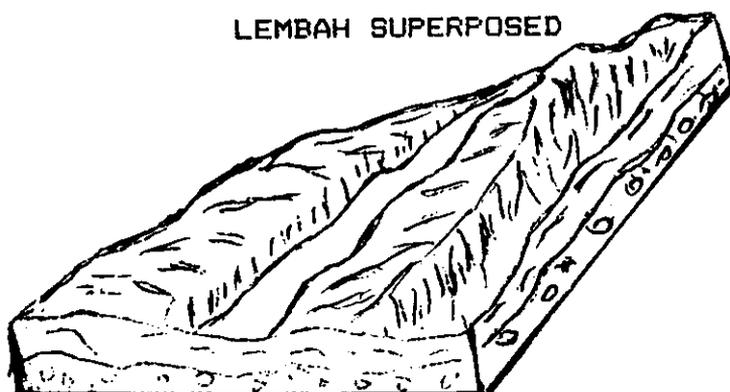
3. Disamping lembah-lembah yang sejalan dengan struktur ada-pula lembah yang memotong struktur, yang terpenting adalah lembah anteseden (antesedent valley, dan lembah superposed (superposed valley).

1. Lembah anteseden adalah lembah yang terbentuk mendahului pembentukan struktur dari daerah yang dilaluinya / diirisnya, tetapi sementara pembentukan struktur itu berlangsung, ia dapat mempertahankan pengalirannya, misalnya selama pembentukan lipatan, kubah atau bentuk lainnya.
2. Lembah superposed (superimposed) adalah lembah yang memotong struktur yang telah ada sebelum lembah itu sendiri terbentuk. Pada permulaan pembentukan lembah, struktur itu dalam keadaan tertutup oleh sedimen lava atau penutup yang lain dan oleh pengikisannya itu struktur tersebut tersayat / teriris lagi.
3. Masih ada proses pembentukan lembah melintang yang lain, yaitu dengan erosi mudik atau oleh pembentukan cekungan tektonis.

GAMBAR 10
ANTESEDEN



GAMBAR 11
LEMBAH SUPERPOSED



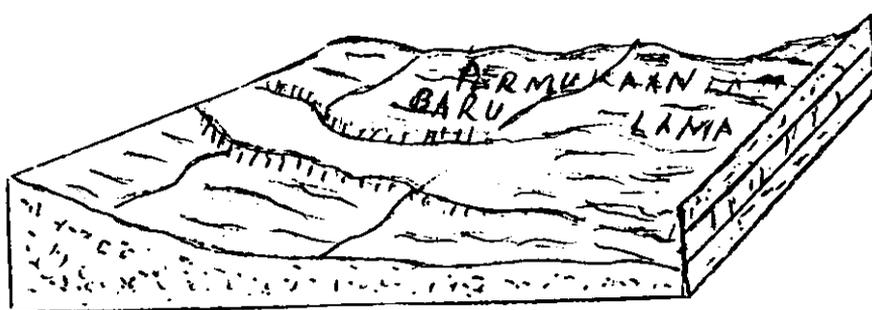
3. Jenis lembah menurut perubahan relatif permukaan laut (perubahan eustatis).

Ke dalam golongan ini dapat kita bagi menjadi dua macam lembah yaitu :

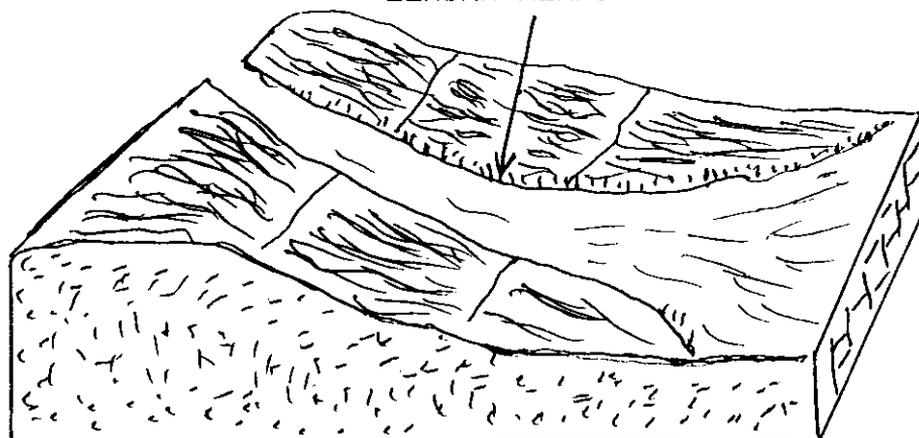
3.1. Lembah tenggelam (drawned valley) yaitu lembah yang terjadi sebagai akibat naiknya permukaan laut, hingga lembah lama tenggelam di bawah permukaan laut.

3.2. Lembah remaja (rejuvenated valley) yaitu lembah yang terjadi sebagai akibat menurunnya permukaan laut, sehingga lembah sungai diperpanjang lagi ke arah laut.

GAMBAR 12
LEMBAH TENGGELAM



GAMBAR 13
LEMBAH REMAJA



Mengenai bentuk lembah-lembah ini akan dibicarakan lebih jauh pada pasal-pasal yang akan datang.

1528/Ind/95-g.1(2)

551,4
17 Mei
g.1

4. Jenis lembah dilihat dari segi usia relatif (tingkat dalam siklus perkembangannya), kita kenal :

4.1. Lembah muda, dengan ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Berupa lembah konsekwen yang mempunyai sedikit anak sungai. Biasanya pola pengairannya denritis, artinya anak-anak sungai bermuara ke sungai induk dengan membentuk sudut yang bermacam-macam besarnya (sudut runcing, siku-siku dan tumpul).
- b. Irisan melintang membentuk huruf v. Dalam ataupun dangkalnya tergantung pada ketinggian atas permukaan laut.
- c. Kurang adanya floodplain.
- d. Daerah antara sungai yang satu dengan yang lain cukup luas. Draniaga buruk, banyak rawa-rawa atau danau kalau terletak di daerah dataran rendah.
- e. Banyaknya terdapat air terjun dan riam.
- f. Batas aliran yang tidak jelas.
- g. Kemungkinan telah adanya meander, tetapi jarang terdapat.

4.2. Lembah dewasa, dengan ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Lembah-lembah saling bergabung hingga merupakan satu kesatuan pengaliran yang lebih luas.
- b. Terbentuknya strike valley karena lembah-lembah mulai menyesuaikan diri kepada faktor-faktor lithologis.
- c. Batas aliran sangat sempit, merupakan punggung yang runcing.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS PADJANG

- d. Sungai besar mencapai tingkat seimbang, danau-danau dan air terjun hilang.
 - e. Ada floodplain.
 - f. Meander lebih banyak, dan umumnya berupa meander bebas.
 - g. Relief daerah aliran mencapai tingkat maksimum ; permukaan sangat teriris-iris, sehingga selayang pandang yang tampak hanyalah lereng-lereng melulu.
- 4.3. Lembah tua dengan ciri-ciri sebagai berikut :
- a. Anak sungai lebih sedikit dari tingkatan dewasa, tetapi lebih banyak dari tingkatan muda.
 - b. Irisan melintang landai, juga irisan memanjang.
 - c. Floodplain luas, sehingga beberapa lebar meander. Pada floodplain sering terdapat sisa-sisa meander (danau dan rawa bukan diantara sungai-sungai).
 - d. Daerah antara sungai yang satu dengan yang lain di rendahkan hingga batas aliran tidak punggung yang lancip lagi.
 - e. Daerah yang luas mencapai general base level, atau mendekatinya.
 - f. Pengaruh faktor lithologis terhadap arah pengaliran tidak sekuat pada tingkat dewasa. perubahan dari tingkat muda ke tingkat dewasa dan tua, merupakan siklus fluvial.

D. POLA PENGALIRAN SUNGAI

Yang dinamakan pola pengaliran ialah bentuk keseluruhan dari sistem jaringan sungai beserta anak-anak sungainya yang terdapat di suatu daerah.

Dalam pembentukannya ada beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu :

- a. Kemiringan semula, dari daerah alirannya.
- b. Perbedaan kekerasan aliran.
- c. Struktur batuan.
- d. Diastropisma yang resen (recent).
- e. Sejarah geologi dan morfologi daerah aliran.

Dengan melihat pola pengaliran yang ada, kita dapat menafsirkan faktor-faktor apakah yang terkuat mempengaruhi pembentukannya.

Macam-macam Pola Pengaliran Sungai

1. Pola Dendritis

Ciri-ciri dari pola pengaliran ini ialah bahwa anak-anak sungainya bermuara pada induk sungai secara teratur, yaitu membentuk sudut yang berlain-lain besarnya dan tidak tentu besarnya. Jadi ada yang membentuk sudut lancip (beberapa macam) sudut siku-siku dan sudut tumpul yang meliputi beberapa macam pula meskipun pada umumnya kurang dari 90° .

Pola ini terdapat didaerah yang uniform dan menunjukkan tidak adanya pengaruh struktur. Seringkali pada batuan sedimen yang horizontal atau didaerah yang berbatu-batu beku, tetapi dapat pula terjadi pada batu metamorf.

2. Pola Pinnate

Ini adalah bentuk khusus dari pola dendritis, ciri-cirinya adalah : anak-anak sungainya hampir sejajar dengan sungai induk dan bermuara pada sungai induk dengan membentuk sudut lancip. Ini menunjukkan kecuraman lereng yang besar. Jadi daerah dengan berpola pengaliran ini mempunyai kemiringan yang curam.

3. Pola Trellis

Sungai-sungai memperlihatkan letak yang paralel menurut strike atau topografi. Anak-anak sungainya yang sekunder bergabung secara tegak pada sungai-sungai yang paralel tadi. Pola ini terdapat pada daerah yang berstruktur lipatan. Bentuk yang khusus dari pola ini adalah fault trellis pattern yang terdapat pada suatu seri patahan yang paralel yang menyebabkan lapisan yang keras berdampingan dengan lapisan yang lunak.

4. Barbed Drainage Pattern

Pola ini hanya meliputi daerah yang tidak begitu luas, terutama daerah aliran hulu dari suatu sungai, anak-anak sungai bergabung dengan sungai induk dengan sudut yang meruncing ke arah hulu. Kebanyakan berasal dari stream piracy (pembajakan arus).

5. Pola Rektanguler (rektanguler pattern)

Pada pola ini, sungai induk dengan anak-anak sungainya membelok dengan membentuk sudut 90° . Ini memperlihatkan pengaruh retakan atau sistem patahan. Sejenis dengan hal ini ialah angulate pattern, yang terjadi apabila

perpotongan antara retakan atau patahan itu tidak tegak lurus melainkan membentuk sudut miring.

6. Pola Kompleks

Kalau menunjukkan variasi-variasi sehingga tidak bisa di golongankan kepada salah satu yang telah dibicarakan tadi.

7. Deranged Drainage Pattern

Menunjukkan pengaliran yang tidak teratur, yang mengalir keluar masuk danau atau rawa dan hanya punya anak sungai yang pendek. Daerah di antara sungai itu berawa-rawa, dan sungai-sungai itu merupakan penghubung yang melalui rawa tadi.

8. Pola Memusat (centripetal)

Terdapat pada suatu depresi, seperti cekungan, kawah dan lain-lain.

9. Pola Radial

Yaitu pola yang tersebar dari suatu puncak, seperti pada kubah, gunung berapi, bukit terpencil dan lain-lain.

10. Pola Sejajar

Pola ini terdapat pada lereng yang sangat curam

11. Pola Annular (pola melingkar)

Terdapat pada kubah yang telah mengalami pengirisan yang lanjut dan dikelilingi oleh lapisan yang bergantian antara keras dan lunak. Pada keseluruhannya pola ini hampir membentuk cincin.

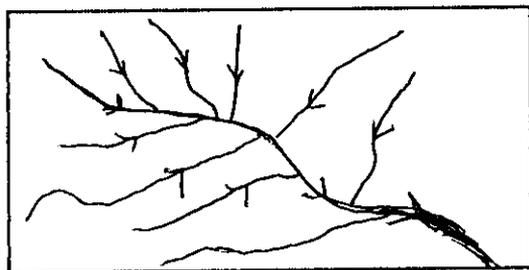
12. Pola Teranyam (braided pattern)

Pada pola ini, sungai terpecah-pecah oleh pulau-pulau sebagai akibat dari pengendapan yang terjadi oleh kekurangan

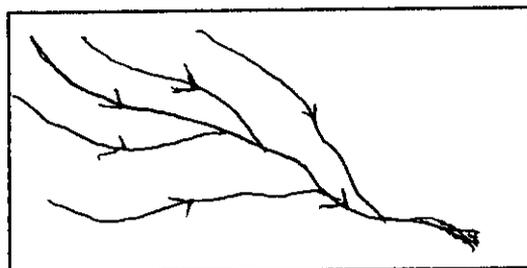
daya angkut dari sungai yang bersangkutan. Hal ini terjadi bila sungai itu tiba-tiba mencapai dataran.

Untuk jelasnya perhatikan gambar macam - macam pola pengaliran pada halaman berikutnya.

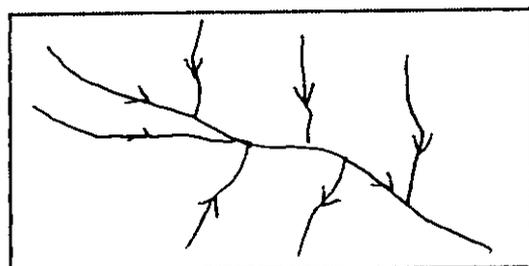
GAMBAR 14
MACAM-MACAM POLA PENGALIRAN



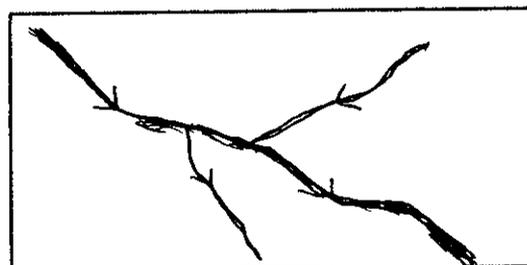
1. Pola Dendritis



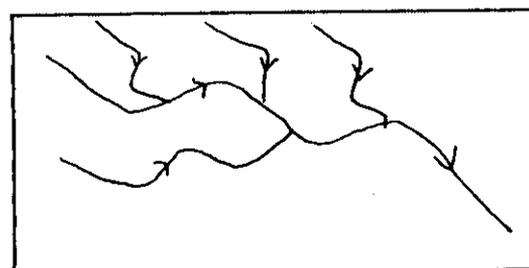
2. Pola Pinnate



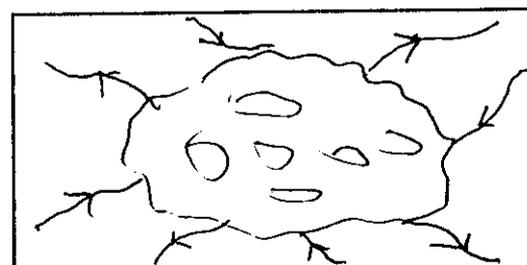
3. Pola Trellis



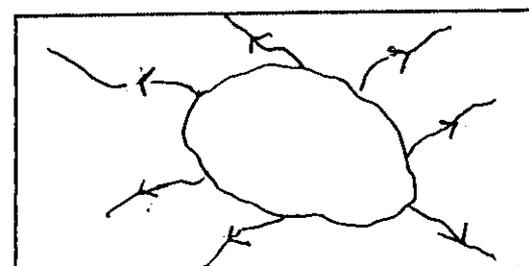
4. Barbed Drainage Pattern



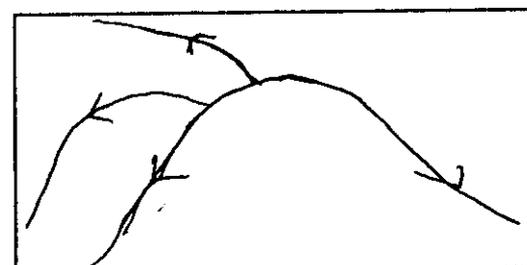
5. Pola Rektanguler



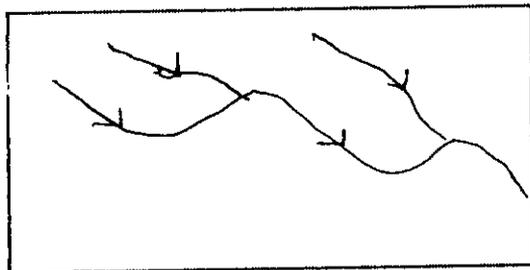
6. Pola Drainage pattern



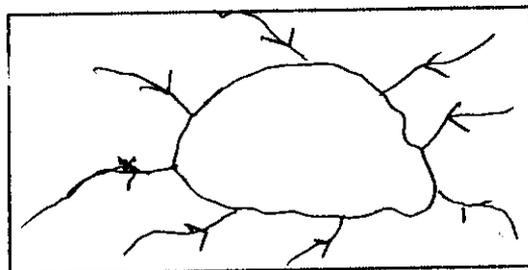
7. Pola Radial



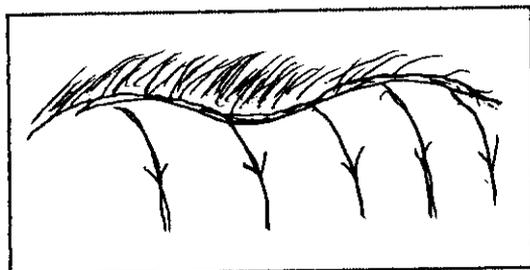
8. Pola Annular melingkar



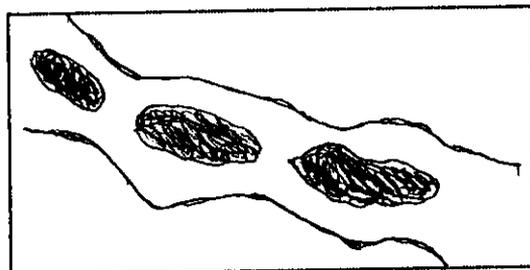
9. Pola Angulate Pattern



10. Pola Memusat



11. Pola Sejajar



12. Pola Teranyam

E. TEKSTUR PENGALIRAN SUNGAI

Yang dimaksud dengan tekstur pengaliran adalah jarak relatif antara sungai yang satu dengan yang lain. Kalau sungai-sungai itu berdekatan, dikatakan tekstur halus dan kalau berjauhan disebut tekstur kasar. Batas-batas antara keduanya tidak jelas.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tekstur pengaliran ialah :

1. Iklim, terutama jumlah dan jenis curahan. Kalau curahan lebat/banyak, maka tekstur halus. Banyak air kurang meresap.
2. Tumbuh-tumbuhan, kalau tumbuh-tumbuhan renggang, maka tekstur halus karena air kurang yang meresap.
3. Permeability (daya serap) batuan di daerah aliran. Daya serap yang tinggi menyebabkan tekstur kasar atau sebaliknya.
4. Relief, Di daerah yang reliefnya tak teratur, tekstur pengaliran halus pasti terdapat dan sebaliknya.

Untuk mendapatkan gambaran yang bisa diperhitungkan dengan angka-angka. Morton menggunakan istilah drainage dentity dan stream frequency.

Drainage Dentity adalah panjang seluruh sungai yang terdapat di daerah dibagi dengan luas daerah yang bersangkutan.

Stream Frequency adalah jumlah semua sungai yang terdapat disuatu daerah dibagi dengan luas daerah itu.

F. PEREMAJAAN LEMBAH SUNGAI

Yang dimaksud dengan peremajaan lembah (rejuvenation) adalah proses yang menyebabkan lembah yang telah mencapai tingkat seimbang kemudian memperdalam dirinya kembali.

Ada tiga faktor yang menyebabkan berlangsungnya proses ini, yaitu faktor-faktor dinamis, eustatis dan statis. Oleh karena itu ada tiga macam peremajaan pula.

1. Peremajaan Dinamis, adalah peremajaan yang disebabkan oleh adanya gerak pengangkatan disebagian atau seluruh daerah aliran. Akibat pengangkatan ini adalah bertambahnya tinggi terjun yang menyebabkan terbukanya kesempatan bagi lembah yang telah seimbang untuk memperdalam dirinya kembali melalui erosi vertikal.
2. Peremajaan Eustatis, adalah peremajaan yang disebabkan oleh penurunan permukaan laut yang berlaku untuk seluruh permukaan. Gerak ini dapat terjadi oleh dua sebab, dan oleh karenanya ada dua macam peremajaan eustatis.
 - a. Diastropic Eustatis, yaitu yang disebabkan oleh diastrofisma yang menyebabkan bertambahnya daya tampung cekungan lautan, misalnya ada permohonan pada dasar

laut. Hal ini akan menyebabkan penurunan permukaan laut yang berakibat penambahan tinggi terjun sungai-sungai selanjutnya menyebabkan peremajaan pada sungai yang bersangkutan.

- b. Glacio Eustatis, yaitu penurunan muka laut sebagai akibat dari pembekuan besar-besaran di daerah kutub dan pegunungan-pegunungan tinggi. Inipun akan mengakibatkan peremajaan pada semua lembah yang bermuara ke laut karena terjadinya penambahan tinggi terjun. Baik glacio eustatis maupun diastrophic eustatism, akan menimbulkan peremajaan pada semua sungai yang bermuara ke laut, karena penurunan laut itupun berlaku diseluruh dunia.

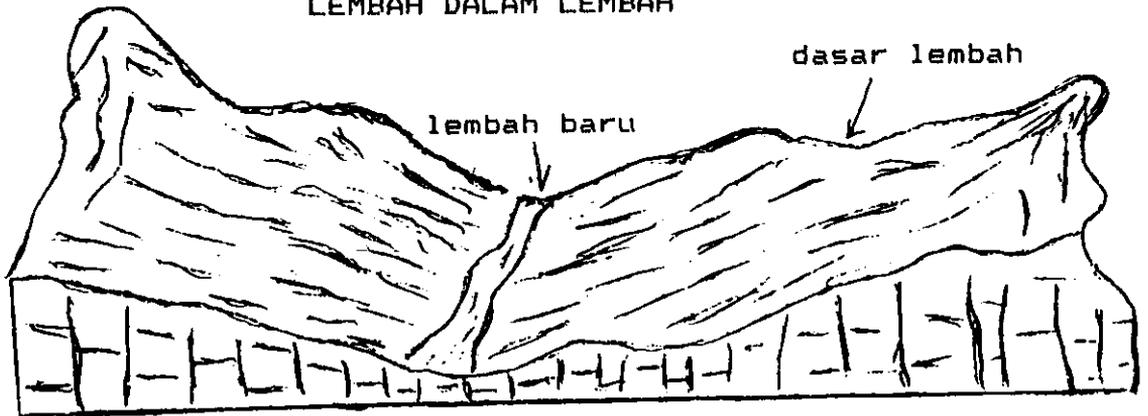
3. Peremajaan statis, adalah peremajaan yang tidak ada hubungannya dengan penurunan permukaan laut ataupun pengangkatan daratan (daerah aliran). Hal ini disebabkan :

- a. Bertambahnya aliran sungai akibat bertambahnya hujan atau karena bergabungnya sungai liar. Penambahan pengaliran berarti penambahan kekuatan air untuk mengangkut beban dan mengikis.
- b. Karena jumlah beban yang diangkut oleh suatu sungai sangat berkurang. Hal ini terjadi misalnya pada akhir masa glasial pada waktu gletsyer mengikis, beban yang diangkut banyak yang selanjutnya diangkut oleh air pencairannya. Kalau massa glasial ini berakhir, maka beban yang harus diangkut berkurang. Ini berarti adanya tenaga cadangan untuk mengikis dan mengangkut beban yang digunakan untuk memperdalam lembah terjadi meremajakannya.

Tanda-tanda daerah yang telah mengalami peremajaan :

1. Adanya gejala "Valley In Valley" atau lembah dalam lembah atau lembah bersusun.

GAMBAR 15
LEMBAH DALAM LEMBAH



Bagian atas menunjukkan bekas lembah lama, antara keduanya dipisahkan oleh pundak (teras).

2. Ke arah memanjang juga tampak adanya tekikan yang mungkin berupa air terjun atau riam yang memisahkan bagian hilir yang telah diremajakan dengan bahagian hulu yang belum diremajakan, tetapi dalam hal ini haruslah hati-hati, karena tekikan seperti itu juga terjadinya akibat adanya perbedaan dalam batuan.
3. Adanya meander irisan juga menunjukkan telah berlangsungnya proses peremajaan.
4. Adalah logis pula kalau didaerah yang telah mengalami peremajaan terjadi kejanggalan topografis, yaitu lembah muda dihilir, sedangkan lebih ke hulu terdapat lembah dewasa atau tua.

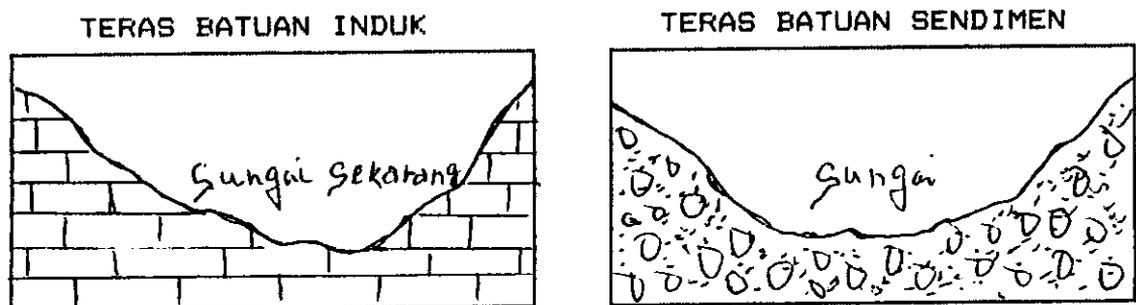
4. Teras sungai

Jelaslah bahwa pembentukan teras sungai ada sangkut pautnya dengan peremajaan sungai. Dengan adanya peremajaan yang baru yang akan menghasilkan bentuk lembah-lembah muda dewasa dan tua secara berturut-turut. Tetapi kadang-kadang suatu siklus flufial yang belum selesai telah dipotong oleh adanya proses yang menyebabkan proses baru dimulai. Oleh karena itu peremajaan dapat dipandang sebagai pemutusan atau gangguan siklus flufial.

Di atas telah dikemukakan secara singkat mengenai pengertian pembentukan suatu teras sungai. Teras sungai dapat diberi defenisi sebagai suatu dataran yang rata yang dibatasi oleh bidang yang naik di suatu pihak oleh bidang yang turun dilain pihak. Ia melukiskan tempat dan bekas dasar sungai pada massa lampau. Pada pokoknya faktor pembentukannya yang terpenting adalah erosi, yaitu erosi literal dan vertikal. Tanpa erosi vertikal tak akan terbentuk teras sungai, oleh karena erosi dapat terjadi pada batuan sedimen, maka demikian pulalah teras sungai biasa terdiri atas bantuan induk dan batuan sedimen.

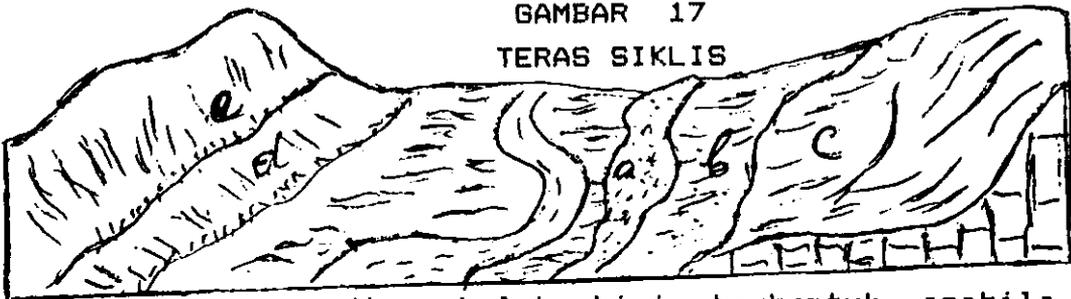
Teras batuan induk disebut bendreek terrace dan teras batuan sendimen disebut alluvial terrace (lihat gambar)

GAMBAR 16



Pembentukan teras sungai bisa terjadi oleh pengangkatan yang terus menerus atau yang terputus-putus. Apabila pengangkatan berlangsung terus menerus. Maka erosi vertikal akan berlangsung bersama-sama dengan erosi lateral. Dalam hal ini lembah diperdalam sambil menggeser kesamping, teras yang dibuatnya tidak berpasangan, artinya pembentukan teras sebelah kiri sungai tidak bersamaan dengan sebelah kanan. Ini juga menunjukkan bahwa teras itu terbentuk pada satu siklus fluvial, dan oleh karenanya dapat dinamakan teras siklis.

GAMBAR 17
TERAS SIKLIS



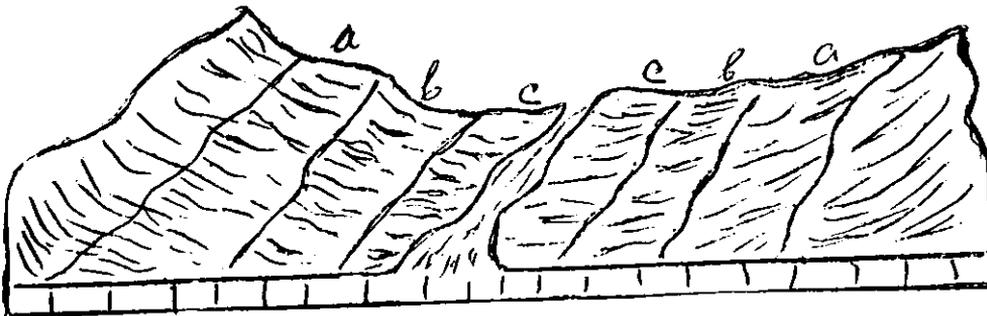
Teras a di sebelah kiri terbentuk apabila sungai bergeser ke sebelah kanan, sehingga di sebelah kanan tidak ada teras a, teras d disebelah kanan terbentuk bila sungai bergeser ke sebelah kiri dan seterusnya. Dengan demikian di sebelah kiri ada teras a, b, c, dan seterusnya. Dengan demikian disebelah kiri ada teras d, e dan seterusnya.

Apabila pengangkatan berlangsung terputus-putus, artinya ada saat-saat terjadi pengangkatan yang disertai dengan erosi vertikal yang kuat dan saat-saat pengangkatan terhenti yang disertai dengan erosi lateral (erosi vertikal relatif terhenti), maka teras yang terbentuk akan berpasangan. Pembentukan teras a disebelah kiri sungai bersamaan dengan pembentukan teras d, di kanan sungai. Jadi selalu a, b, c, dan seterusnya di sebelah kiri berpasangan dengan a, d, e, dan seterusnya di

sebelah kanan. Teras berpasangan disebut juga teras non siklis. (lihat gambar 18).

Di alam sukar sekali untuk membedakan apakah teras itu berpasangan atau tidak, lebih-lebih kalau jarak tegak antara dua buah teras itu tidak berapa besar. Untuk menyelidikinya di adakan korelasi, yaitu dengan membandingkan ketinggian, yang dibantu dengan fosil, batuan, derajat pelapukan, derajat pengirisan. Tetapi korelasi ini tidak mudah, yang lebih sukar lagi adalah mengadakan korelasi antara teras dari dua buah sungai. Hal ini harus dipelajari sampai titik pertemuan antara kedua buah sungai itu, atau sampai kedua sungai itu bermuara pada sungai lainnya yang sama. Kalau jarak antara kedua sungai itu terlalu jauh, maka kesukarannya akan lebih besar sekali. Untuk itu hanya mungkin dengan membandingkan ketinggian.

GAMBAR 18
TERAS BERPASANGAN



Irisan melintang suatu teras tidak pernah mendatar lagi karena telah dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti diastropisma pengikisan oleh sungai kecil, penimbunan dan sebagainya. Terhadap erosi, teras yang terdiri dari pasir atau kerikil lebih tahan dari pada teras yang terdiri batuan induk, karena permeabilitynya lebih besar, sehingga

pengirisannya sangat sedikit tetapi hal tersebut tidak tahan terhadap penimbunan.

Biasanya makin ke hulu teras itu makin tinggi, tetapi oleh berbagai sebab bisa terjadi sebaliknya, makin ke hilir makin tinggi. Dari keadaan ini dapat ditaksir, berapa besar perubahan yang terjadi, meskipun tidak mutlak.

Apabila terdapat dua buah atau lebih permukaan teras tepi sebuah lembah, maka jangan harap akan melihat permukaan yang paralel, melainkan kadang-kadang merapat, kadang-kadang merenggang. Kalau kita ke hilir, dua teras makin merapat, maka disebut teras konvergen, yang sebaliknya disebut teras divergen. Teras konvergen menunjukkan pengangkatan yang berkurang derajatnya atau massa antara dua peremajaan yang tidak sama. Teras divergen menunjukkan hal yang sebaliknya.

Kesejajaran antara permukaan teras dengan permukaan air yang sekarang ada, juga sangat kurang. Hal ini menunjukkan perubahan regim sungai yang diantaranya disebabkan oleh perubahan iklim. Tetapi kalau hal ini terjadi di daerah yang tektonis aktif, mungkin juga disebabkan oleh perubahan kemiringan akibat patahan atau lipatan lokal.

6. PERGESERAN BATAS ALIRAN DAN PEMBAJAKAN SUNGAI

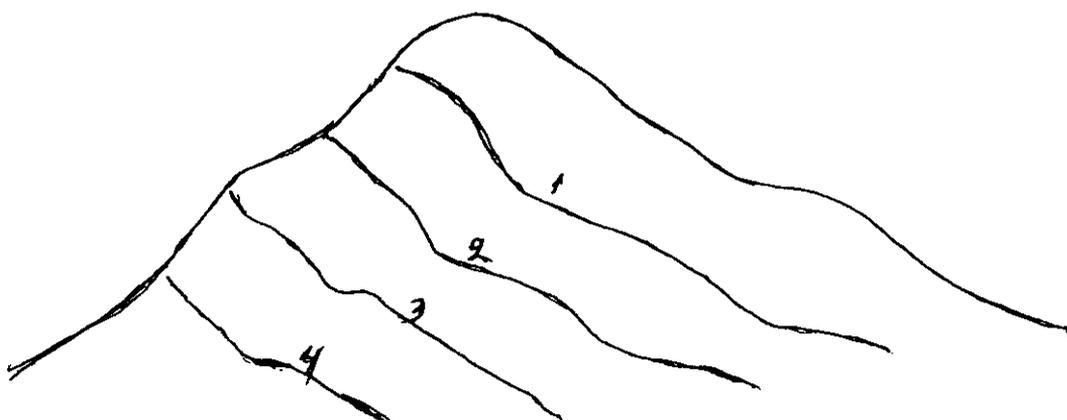
Pada pasal 1 bab ini telah dibicarakan mengenai batas aliran (stream divides, watershed), yaitu suatu daerah yang biasanya berupa punggung yang memisahkan dua buah daerah aliran yang berdampingan.

Kedudukan batas aliran itu tidak tetap, cepat atau lambat, ia mengalami pergeseran ke arah salah satu daerah aliran.

Pergeseran yang lambat itu mungkin disebabkan oleh perbedaan derajat kemiringan lereng di sebelah menyebelah stream divide itu atau oleh perbedaan dalam jumlah curah yang di terima.

Kalau kemiringan di sebelah menyebelah dari stream divide itu berbeda, maka stream divide akan bergeser ke arah yang lebih landai, karena erosi di daerah kemiringan yang curam itu akan lebih kuat (lihat gambar pada halaman berikutnya).

GAMBAR 19
PERGESERAN AKIBAT DERAJAT KEMIRINGAN LERENG



Perhatikan bahwa stream divide bergeser kesebelah kanan (kedudukan 1,2,3,4 dan seterusnya). Kalau curah hujan antara dua daerah aliran yang berdampingan itu berbeda (antara daerah hadap angin dan daerah bayangan hujan), maka erosi akan lebih kuat di daerah hadap angin. Dengan demikian batas aliran akan mengalami pergeseran ke arah daerah yang curah hujannya lebih kecil (daerah bayangan).

Pergeseran cepat dari batas aliran yang disebabkan oleh dua hal, yaitu akibat pengerjaan sungai yang bersangkutan (stream diversion) dan akibat pengerjaan hal-hal di luar pengaruh dari sungai yang bersangkutan (stream rearrangement).

Yang pertama terjadi oleh pembajakan sungai (stream piracy) dan pembendungan akibat pengendapan dari bahan-bahan yang diangkut oleh sungai-sungai yang bersangkutan.

Pembajakan sungai berarti pemindahan sebagian dari pengaliran suatu sungai ke sungai lain. Hal ini bisa terjadi akibat erosi mudik sungai pembajakan yang mendekati sungai yang dibajak, hingga pembajak itu berlangsung (lihat gambar 20).

GAMBAR 20
PEMBAJAKAN OLEH EROSI SUNGAI



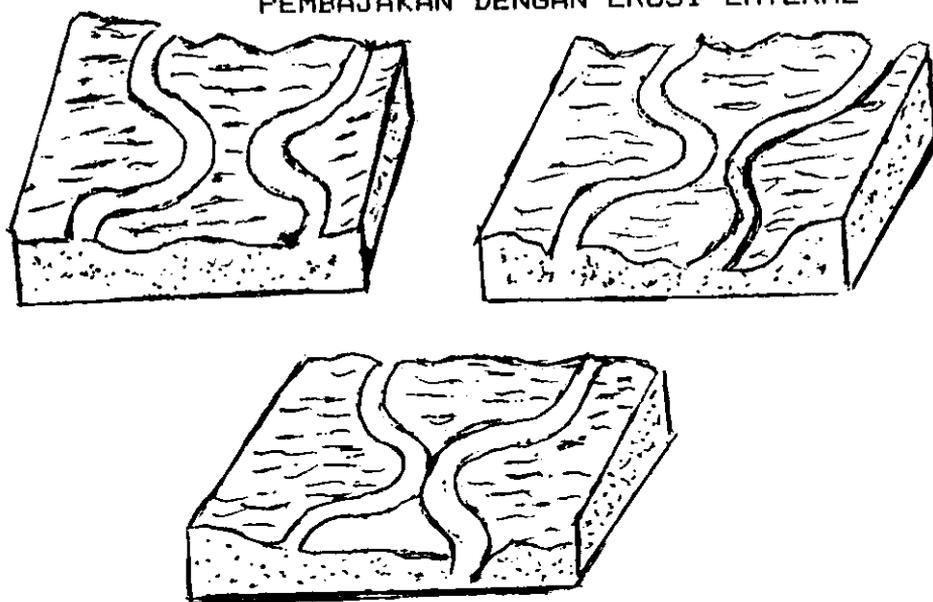
Perhatian perpindahan batas aliran I (b, a I) kebatas aliran II (b, a, II) yang dapat terjadi akibat pembajakan pada c, kelokan tempat terjadi (c) dinamakan sudut pembajakan (elbow of capture)

Arah kehilir dari sudut pembajakan, berubah menjadi kering tak berair lagi karena airnya dibajak oleh sungai lain. Kalau lembah yang kering itu berupa ngarai, biasa di sebut Windgap (celah angin), sedangkan pada waktu berair, dinamakan Watergap. Pembajakan semacam ini dapat terjadi kalau ada sungai yang memotong struktur dan yang lain mengikuti strike, maka yang mengikuti strike lebih kuat mengerosi dan menjadi pembajak.

Hal semacam itu juga dapat terjadi kalau daerah aliran yang satu lebih rendah dari pada daerah aliran yang lain. Yang mengalir di tempat yang lebih rendah itu akan menjadi pembajak.

Demikian batas aliran itu mempunyai lereng yang tidak sama kemiringan, maka sungai di daerah yang curam itu akan mengikis lebih kuat hingga jadi pembajak. Pembajakan juga dapat terjadi oleh erosi lateral, yang terutama di lakukan oleh sungai yang bermeander. Dalam hal ini cara sungai yang satu mendekati yang lain dengan cara menggeser lembahnya kesamping dan berakhir dengan terjadinya pembajakan.

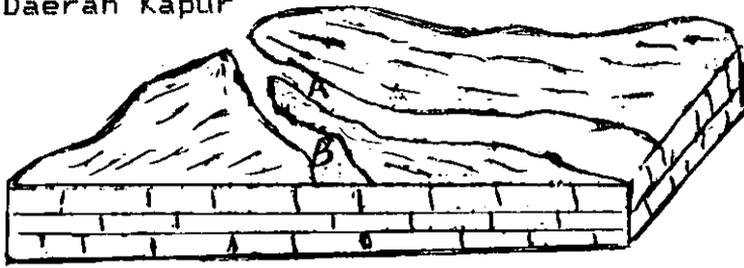
GAMBAR 21
PEMBAJAKAN DENGAN EROSI LATERAL



Semacam pembajakan lagi ialah melalui peresapan air dari sungai yang satu yang kemudian air meresap tadi di tampung oleh sungai lain, karena keluar sebagai mata air atau muncul dari sungai di bawah tanah, cara ini lebih terkenal dengan istilah : penyadapan sungai, yang bisa terjadi di daerah kapur yang mudah diresapi air.

GAMBAR 22
PENYADAPAN SUNGAI

Daerah Kapur

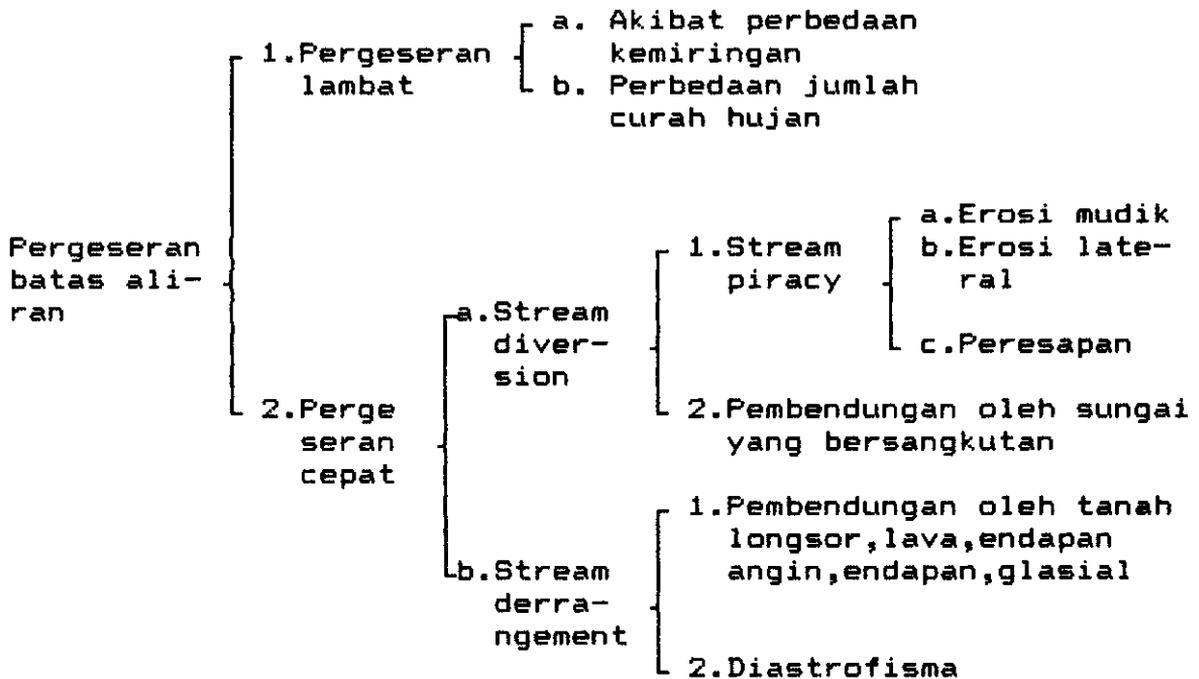


Keterangan :
arah peresapan
dari sungai A
kesungai B

Pemindahan arah pengaliran biasa terjadi pula sebagai akibat pembendungan lembah oleh bahan yang di angkut oleh sungai yang bersangkutan. Oleh adanya pembendungan itu terpaksa sungai tersebut mencari jalan lain.

Pengaruh dari luar sungai itu sendiri bisa juga menyebabkan perpindahan pengaliran, misalnya terbendung oleh tanah longsor, oleh lava dari suatu gunung berapi yang meletus, Oleh bahan yang diendapkan angin (endapan eolies), oleh diastropisma (patahan, lipatan, pengangkatan) atau pembendungan akibat pengerjaan gletsyer mungkin juga di lakukan oleh manusia. Kelompok ini disebut stream derrangement.

Jadi dapatlah kita buat bagan sebagai berikut :

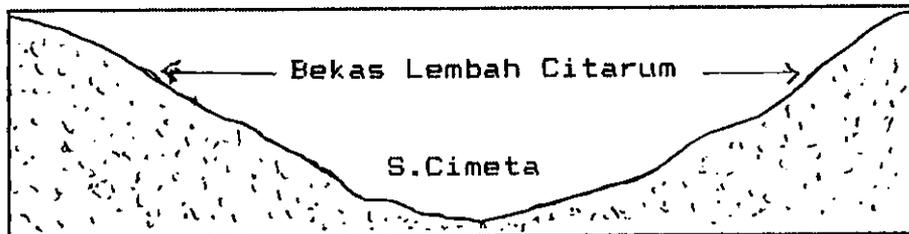


Suatu hal yang penting sebagai akibat dari pembajakan sungai atau derangement adalah tampaknya gejala misfit rivers. Yang disebut misfit river adalah gejala tidak sesuainya besar lembah dengan pengaliran di dalamnya. Mungkin lembahnya terlalu besar untuk pengaliran yang kecil (underfit) atau sebaliknya, lembah terlalu kecil untuk pengaliran yang besar (overfit).

Jadi gejala misfit river itu ada dua macam, yaitu underfit dan overfit rivers, gejala overfit itu hanya sementara karena pengikisan / pelebaran akan segera mengakhirinya. Suatu gejala underfit yang paling jelas di Jawa Barat adalah sungai Cimeta di sebelah barat Bandung. Mula-mula lembah Cimeta digunakan oleh sungai Citarum. Tetapi pembendungan sungai Citarum oleh lava Gunung Tangkuban Perahu menyebabkan sungai Citarum mengalir kearah lain, sedangkan lembah lama menjadi kering dan hanya di

aliri oleh sungai Cimeta yang jauh lebih kecil. Jadi pada bekas lembah Citerum yang lebar / besar, hanya mengalir sungai Cimeta yang kecil.

GAMBAR 23
GEJALA UNDERFIT PADA SUNGAI CIMETA



Akan tetapi gejala nisfit river ini bukan hanya terjadi akibat piracy dan darrangement saja, karena pencairan dan pembekuan gletsyer juga dapat terjadi. Hal ini akan terjadi pada sungai-sungai yang berhulu di daerah yang tertutup gletyser.

H. BENTUK-BENTUK BENTANGAN ALAM FLUVIAL

Morfologi Akibat Pengendapan Sungai

Seperti telah kita ketahui, bahan-bahan yang diangkut oleh air mengalir, pada suatu waktu akan diendapkan pada suatu tempat, entah untuk sementara entah untuk jangka waktu yang lebih lama. Pengendapan besar-besaran dapat terjadi apabila :

1. Lembah telah menjapai tingkat seimbang
2. Ada sebab-sebab dinamis yang berlawanan dengan hal-hal yang menyebabkan peremajaan, yaitu :
 - a. Adanya pemerosotan daratan hingga lembah-lembah dekat laut menjadi tenggelam. Disini terjadi pengendapan.
 - b. Adanya pemerosotan daratan di pedalaman yang menyebabkan lembah sungai menjadi lebih landai.

3. Ada sebab-sebab eustatis yang dalam hal ini berupa kenaikan muka laut. Hal ini terjadi pada akhir masa glasial atau akibat pengangkatan didasar laut, sehingga daya tampungnya berkurang.
4. Ada beberapa sebab lain yang dapat digolongkan ke dalam sebab-sebab statis, misalnya :
 - a. Berlangsungnya perubahan iklim, yaitu perubahan pada masa glasial keantar glasial, perubahan dari musim penghujan ke musim kemarau. Pada masa glasial dan musim penghujan bahan-bahan yang diangkut berjumlah sangat banyak karena adanya daya kikis dan daya angkut gletsyer dan air pada masa itu sangat kuat. Pada masa antar glasial dan musim kemarau daya angkutnya jauh lebih kecil lebih jelas lagi yang terjadi pada waktu yang lebih pendek, dari saat air bah keair surut atau dari pencairan glasial ke pembekuan kembali. Oleh karena itu pada musim peralihan itu terjadi pengendapan besar-besaran.
 - b. Perubahan dalam penutupan vegetasi. Dalam hal ini lebih tepat kalau diartikan daerah yang dilampai. Di daerah gundul / tandus, erosi kuat, sedang didaerah yang bervegetasi lebat, bahan yang diangkut diendapkan tetap dapat pula diartikan bahwa didaerah yang bervegetasi erosi kecil, jadi sedimentasi juga kecil sedangkan didaerah yang gundul, erosi kuat jadi sedimentasi dari bahan yang diangkutnya ditempat lain juga kuat.

c. Perubahan relatif daerah yang dilalui, dari curam ke daratan. Kalau di simpulkan maka sedimentasinya itu terjadi apabila :

1. Daya angkut sungai sangat berkurang akibat dari berkurangnya kecepatan pengaliran atau pengaliran terhenti sama sekali. Pengurangan kecepatan pengaliran itu dapat disebabkan oleh gradient lembah yang sangat berkurang, lembah bertambah lebar, adanya rintangan-rintangan seperti bendungan dan kecepatan pengaliran berkurang.
2. Beban yang diangkut terlalu banyak, hingga melebihi daya angkut sungai yang bersangkutan.

Morfologi akibat pengendapan sungai kurang menarik perhatian untuk dipelajari dibandingkan dengan morfologi akibat pengikisan. Pertama, hal ini disebabkan oleh karena bentukan-bentukan hasil, erosi lebih jelas, baik diatas peta topografi ataupun di lapangan. Kedua, bentukan-bentukan hasil erosi itu meliputi daerah yang lebih luas dipermukaan bumi ini. Bentukan bentukan yang khas akibat pengendapan sungai ada enam macam, yaitu :

- a. Floodplain
- b. Pengendapan sekitar meander
- c. Pengendapan dirawa-rawa
- d. Endapan braided stream
- e. Delta
- f. Alluvial fans dan bayada

a. Floodplain

Kalau lembah sungai merupakan bentukan utama akibat

erosi, floodplain adalah akibat utama dari pengendapan. Seperti lembah pua. Floodplain dapat dibedakan yang muda, dewasa dan tua.

Floodplain muda terdiri dari bahan-bahan kasar. Floodplain yang lebih lanjut "usia" nya terdiri dari bahan-bahan yang lebih halus, lebih lebar dan mempunyai bentuk-bentuk pengendapan seperti : channel bars, meander bars dan delta bars. Nama-nama ini dibeda-bedakan menurut letaknya dan asalnya.

1. Channel bars terletak ditengah lembah sungai, yang istimewa bentuknya terdapat pada pola braided stream (sungai teranyam). Akan tetapi tidak hanya terdapat pada pola demikian saja.
2. Meander bars ialah bentuk pengendapan yang terdapat pada tikungan dari suatu meander.
3. Delta bars dibentuk oleh suatu anak sungai pada tempat ia bermuara pada sungai lain.
4. Tanggul alam yaitu yang merupakan punggung rendah di tepi sungai yang arahnya sejajar dengan sungai itu. Bentuknya tinggi di tepi sungai itu dan merendah semakin jauh kesamping. Ada yang lebarnya mencapai 1,5 kilo meter atau lebih. Terbentuknya ialah pada waktu banjir, di tempat persinggungan antara arus deras yang mengangkut beban dengan air yang mengalir di tepi dengan tenang. Melintang pada tanggul alam ini seringkali terdapat lembah-lembah dangkal yang dipergunakan untuk pengaliran pada waktu banjir.

Pada floodplain sering juga terdapat "meander scar" yaitu bekas meander yang ditinggalkan akibat kejadian pemenggalan meander. Telah dikemukakan bahwa meander scar bisa berupa oxbow lakes atau oxbow swams.

Sungai kecil yang bermuara kesungai lain pada floodplain biasanya tidak menuju sungai induk itu dengan langsung, tetapi lebih dahulu mengalir hampir sejajar dengan sungai induknya. Dalam geomorfologi sungai demikian disebut juga "Jazooriver".

b. Pengendapan di sekitar meander.

Pengendapan disekitar meander ada beberapa macam, yaitu

1. Point Bar, yaitu bentukan hasil pengendapan yang terletak di bagian dalam dari kelokan suatu meander. Tumbuhnya perlahan-lahan dari bahan yang diangkut meander itu. Ada yang menyebut "meander bar atau meander scroll", karena bentuknya lengkung seperti sabit. Pada peta topografi jelas terlihat punggung yang berganti-ganti dengan cekungan berupa rawa-rawa.
2. Channel Fillings, yaitu endapan pada lembah yang di tinggalkan karena terjadinya cut off. Menurut besarnya butiran ada yang disebut "sand plug" (kalau kasar) dan ada yang di sebut "clay plug" (kalau halus). Cut off (pemenggalan) suatu meander ada dua macam, yaitu :
 - a. Chute cut off, apabila pemenggalan melalui salah satu cekungan atau rawa dalam point bar yang menyebabkan punggung point bar menjadi pulau yang dikelilingi oleh air. Cut off yang sesungguhnya adalah apabila lembah utama tertutup sama sekali oleh clay plug.

b. Neck cut off terdapat pada leher meander. Dengan jalan itu sungai sangat diperpendek.

c. Pengendapan Rawa

Pengendapan ini terjadi pada rawa di belakang tanggul alam tadi. Bagian ini waktu sungai banjir tergenang oleh yang hampir tidak mungkin. Relief pengendapan rawa ini rendah dan biasanya mengikuti lembah sungai (bekas) yang ada di situ dan terdiri dari butiran-butiran yang halus sekali.

d. Endapan Braided Stream (Sungai Teranyam)

Seperti telah dikatakan, terjadi adalah akibat dari berkurangnya daya angkut sungai itu dengan tiba-tiba. Bedanya dengan delta bars adalah :

- 1) Bentuk endapannya seperti lensa.
- 2) Bahan endapan pada braided stream ini hanya sedikit mengandung bahan-bahan halus, karena bahan halus masih diangkut terus kehilir. Jadi para braided stream ini bahannya terutama kerikil.

e. Delta

Sebab utama dari pengendapan ini adalah berkurangnya kecepatan arus yang disebabkan oleh karena sungai mencapai danau atau laut. Tidak semua sungai membentuk delta, karena untuk terbentuknya delta diperlukan syarat-syarat sebagai berikut :

1. Cukup beban yang diangkut
2. Gelombang dan arus tidak besar
3. Pantai stabil, artinya dasar laut di tepi pantai stabil,

tidak mengalami pemerosotan yang lebih cepat dari kecepatan sedimentasi.

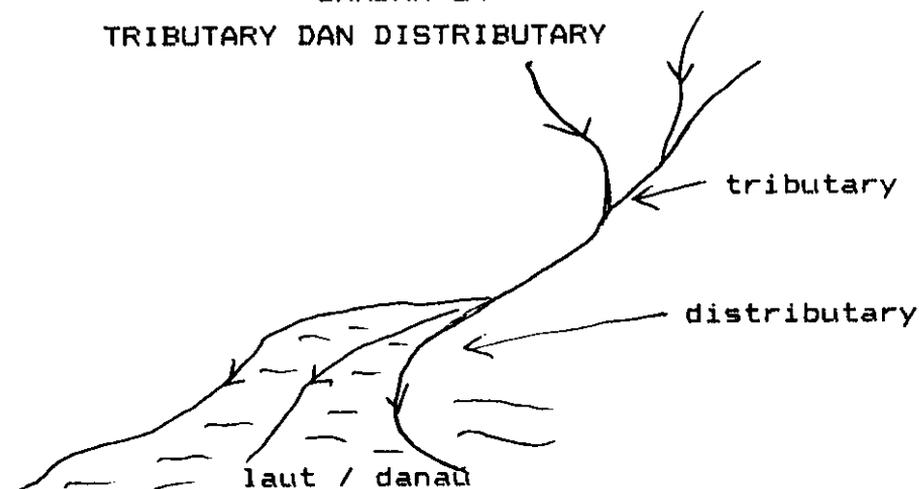
4. Bentuk pantai juga mempengaruhi bentuk delta yang terbuat padanya.

Suatu delta mudah dikenal, karena ketinggiannya tidak jauh berbeda dengan ketinggian permukaan laut atau danau tempat pembentukannya dan padanya banyak percabangan sungai (distributaries).

Catatan : Distributary berlainan dengan tributary. Tributary berarti anak sungai, sedangkan distributary berarti percabangan sungai, dari satu menjadi beberapa buah

Untuk jelasnya perhatikan gambar di sebelah ini.

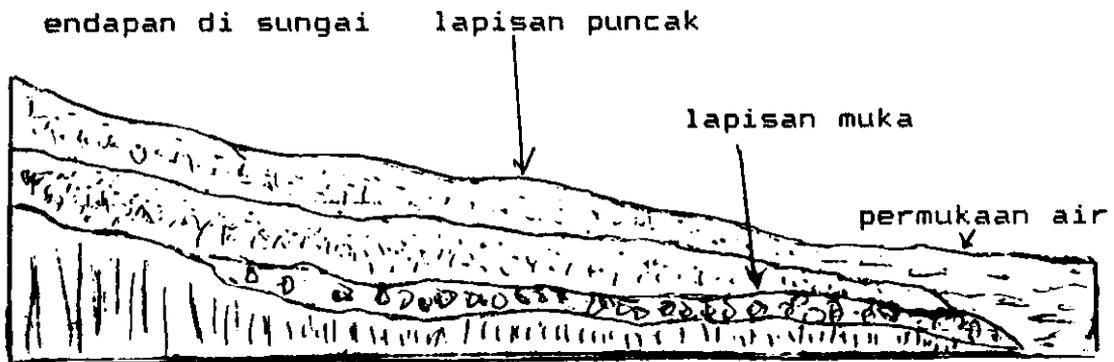
GAMBAR 24
TRIBUTARY DAN DISTRIBUTARY



Pada proses perkembangannya, bahan-bahan kasar/berat di endapkan lebih dahulu, sedangkan bahan-bahan halus dan ringan di endapkan kemudian. Proses ini dikenal dengan sebutan pengendapan selektip. Bahan yang diangkut, baik jumlahnya ataupun besar butirannya sangat tergantung kepada daya angkut sungai yang bersangkutan. Jadi ada hubungannya dengan perubahan musim juga, Oleh karena itu suatu irisan

delta akan memperlihatkan lapisan-lapisan yang dapat di gambarkan sebagai berikut :

GAMBAR 25
P E N A M P A N G D E L T A



Berdasarkan bentuknya kita dapat membedakan empat macam delta, yaitu :

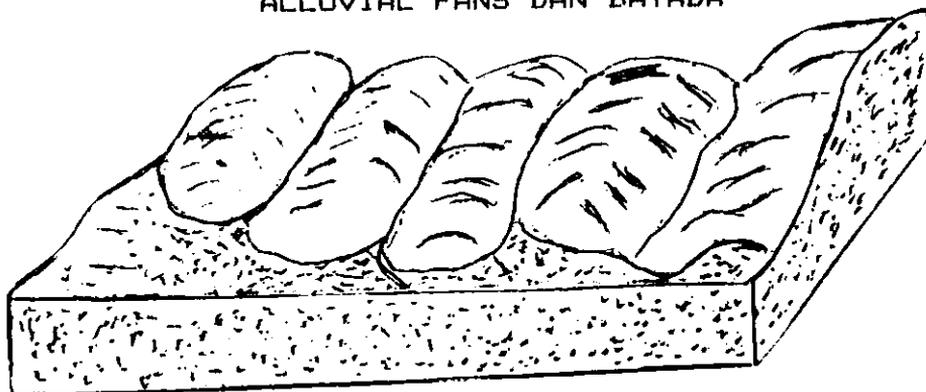
1. Delta Cembung, atau berbentuk kipas. Delta ini mempunyai ujung yang runcing menghadap ke hulu dan yang cembung menghadap ke laut (arcuate or fan shape delta). Contohnya : delta Rhine, delta Mahakam.
2. Delta Kaki Burung, (bird foot delta). Contohnya : delta Mississippi.
3. Cuspate Delta (delta runcing), terdapat pada pantai yang lurus, di mana terjadi pemecahan gelombang, maka bahannya disebarakan.
4. Delta Pengisi Estuaria (estuarium delta), seperti banyak di Sumatera timur.

"Bayada". Kadang-kadang sebuah bayada mencapai panjang beberapa kilometer. Pembentukan fans terutama terjadi pada waktu banjir, sedang pada waktu tidak ada hujan sungai-sungai itu kering atau sebagian besar airnya meresap ke dalam fans, saluran-saluran air yang memotong fans biasa disebut washes.

Pembentukan fans menjadi bayada disebabkan oleh perpindahan pengaliran kesamping, sebagai akibat dari terbentuknya lembah oleh kerikil.

Oleh karena banyak mengisap air maka daerah hilirnya fans dan bayada ini merupakan tempat cadangan air yang penting.

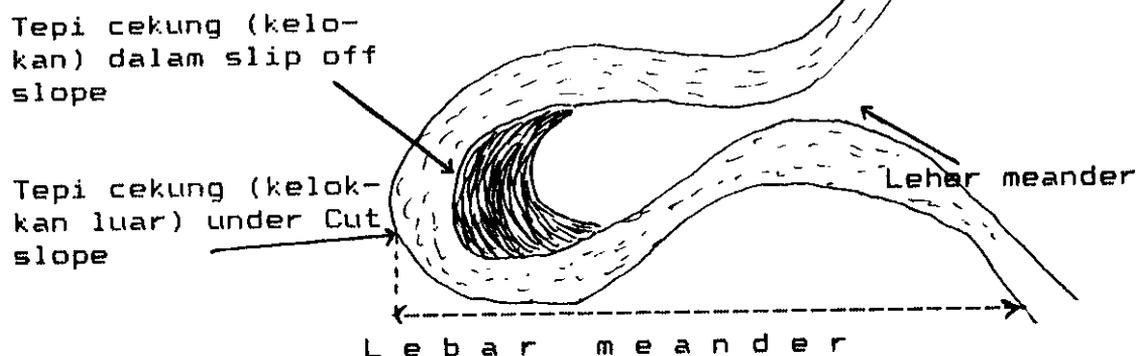
GAMBAR 27
ALLUVIAL FANS DAN BAYADA



I. MEANDER SUNGAI

Lembah yang berkelok - kelok berturut-turut dengan teratur dan setiap kelokan merupakan setengah lingkaran, disebut meander.

GAMBAR 28
M E A N D E R

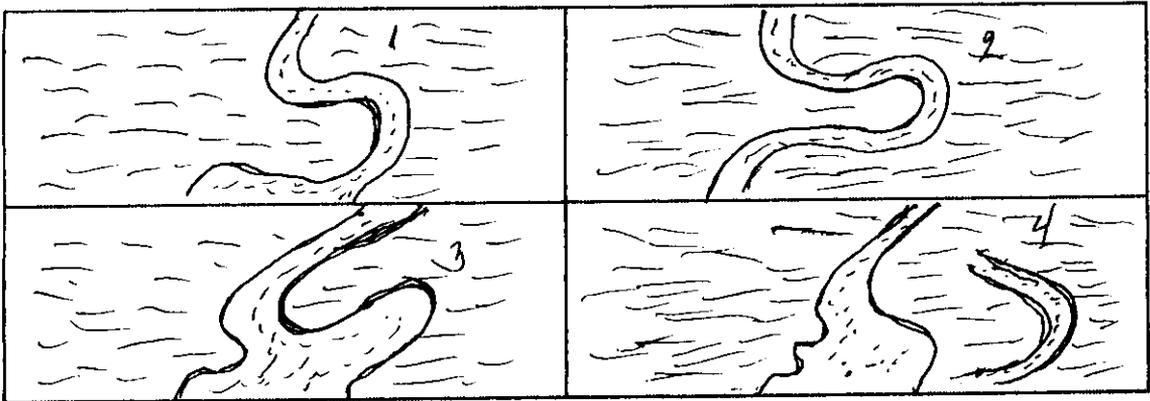


Meander biasa terdapat pada bagian hilir suatu lembah yaitu di daerah yang erosi lateralnya lebih kuat dari pada erosi vertikal. Letak lembah yang bermeander itu bergeser-geser ke arah luar dan ke arah hilir, karena kekuatan air diarahkan ke arah tikungan. Hal inilah yang menyebabkan terbentuknya under cut slope dan slip off slope (tepi curam dan tepi luncuran) seperti yang telah dibicarakan.

Oleh pergeseran keluar dan ke hilir itu, meander sangat berubah-ubah. Perubahan yang sangat jelas adalah akibat pemenggalan meander (meander cut off). Ada dua macam pemenggalan meander, yaitu : (1) Neck cut off dan (2) Chute cut off.

Neck cut off berarti pemenggalan pada leher meander. Prosesnya dapat digambarkan sebagai berikut :

GAMBAR 29
 PROSES PEMENGGALAN LEHER MEANDER
 (Neck cut off)

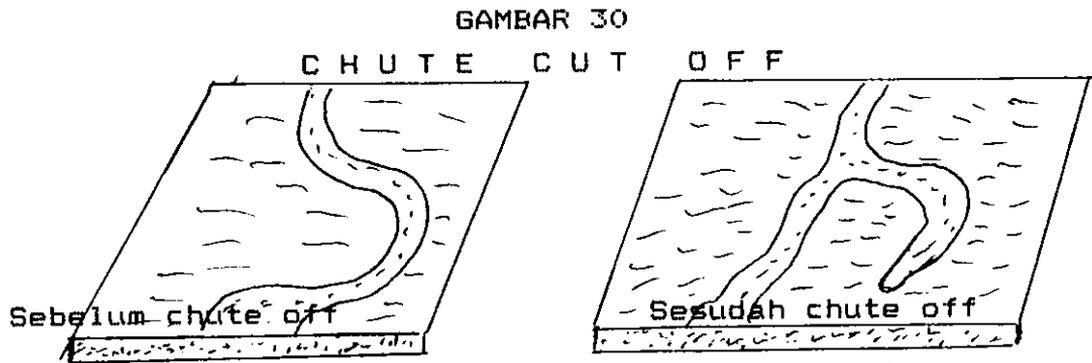


Akibat pemenggalan meander itu paling jelas adalah :

1. Air memperpendek jarak perjalanan
2. Pada tempat pemenggalan itu dapat terjadi riam (riak)
3. Terbentuknya bekas lembah yang merupakan rawa-rawa atau danau yang berbentuk lengkung seperti kuda (ex blow lake, exbow swamp) yang keseluruhannya disebut meander scar (sisa meander).
4. Terbentuknya bukit liku, yaitu sisa punggung yang terletak pada kelokan meander semula, yang sekarang terpisahkan akibat pemenggalan meander itu.

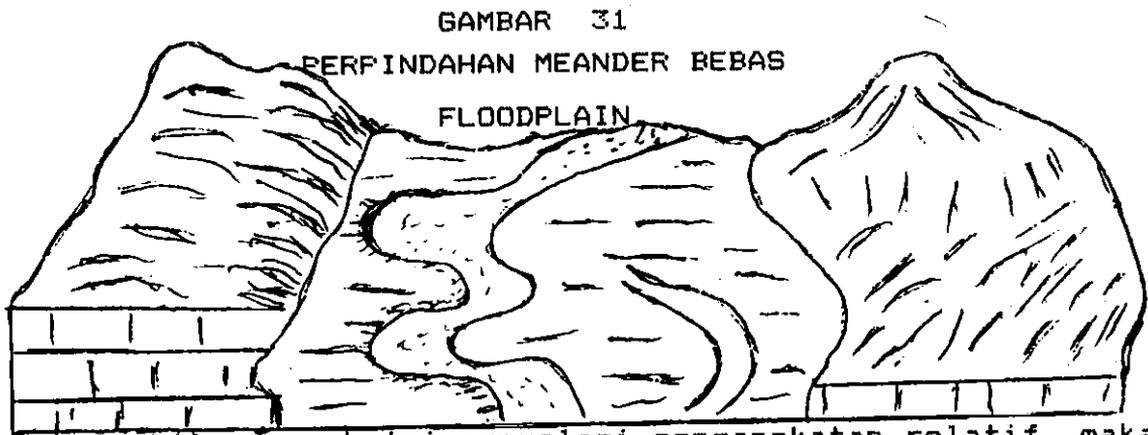
Chute cut off adalah pemenggalan melalui salah satu bekas lembah lama pada tikungan dalam yang telah ditinggalkan akibat pergeseran lekungan meander ke arah luar. Biasanya terjadi kalau lembah yang belakang terbentuknya tersumbat hingga air mengambil jalan lain, yaitu ke lembah yang lama yang telah ditinggalkannya.

Prosesnya dapat digambarkan sebagai berikut :



Menurut keadaan lembahnya kita mengenal macam-macam meander, yaitu : (1) Meander bebas dan (2) Meander irisan. Meander irisan masih mencakup dua macam, yaitu ; (a) Meander tenggelam dan (b) Meander luncuran.

Suatu meander dapat dikatakan meander bebas apabila lebar floodplainnya sekurang-kurangnya sama dengan lebar meander. Dengan demikian meander itu bebas berpindah-pindah pada floodplainnya.



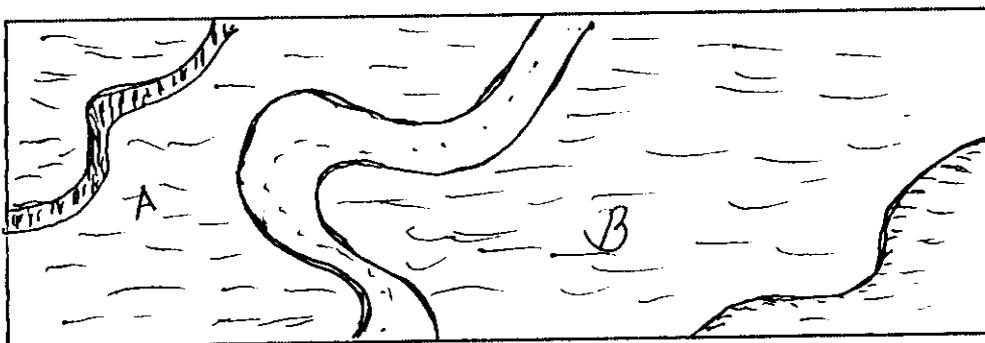
Apabila daerah ini mengalami pengangkatan relatif, maka lembahnya akan diperdalam sehingga terbentuklah meander irisan (inclosed meander, inclosed meander), yang meliputi meander tenggelam (antrenched meander) dan meander luncuran (ingrown meander). Perbedaan antara keduanya adalah karena pada meander tenggelam kemiringan kedua tepinya sama, sedangkan pada meander luncuran kemiringan itu tidak sama. Seperti gambar berikut ini.

Perbedaan antara keduanya itu disebabkan oleh perbedaan :

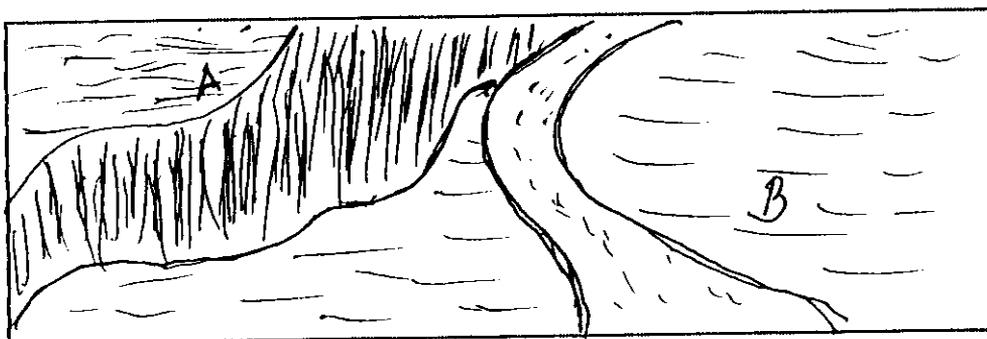
- a. Kecepatan pengangkatan relatif
- b. Kekerasan batuan
- c. Beban yang diangkut oleh air

GAMBAR 32
MEANDER TENGGELAM DAN MEANDER LUNCURAN

MEANDER TENGGELAM



MEANDER LUNCURAN

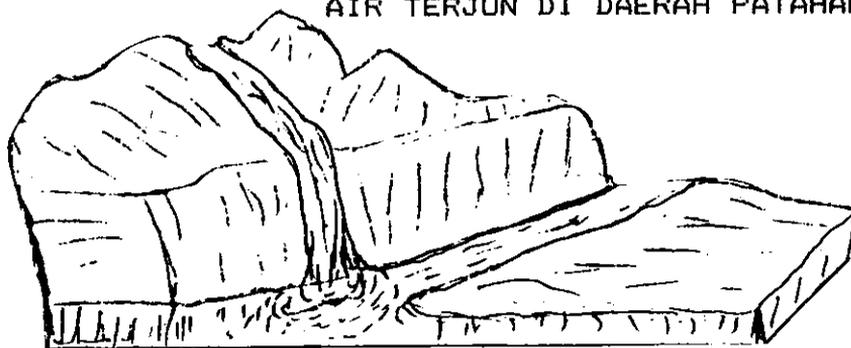


Pengakatan yang cepat pada daerah berbatuan lunak serta air banyak mengangkut bahan / alat pengikis menyebabkan terbentuknya meander tenggelam, karena pengikisan ke bawah berlangsung cepat. Sebaliknya kalau erosi mendatar juga cukup kuat, maka meander luncuran yang akan terjadi.

J. AIR TERJUN

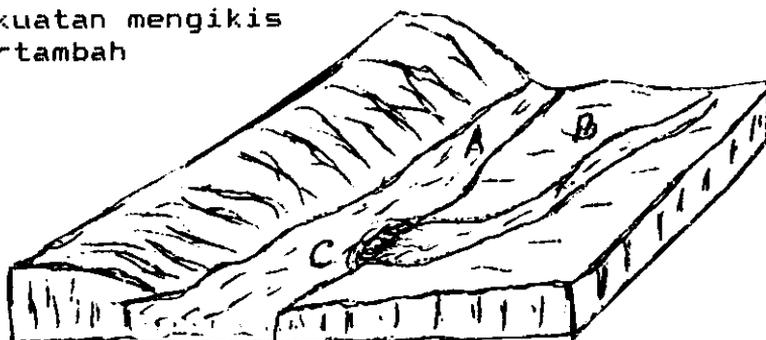
Air terjun yang terdapat di daerah aliran hulu terjadinya terutama disebabkan oleh adanya batas erosi lokal atau sementara (adanya batuan keras atau danau) yang menyebabkan erosi disebelah hilir lebih kuat dari pada bahagian hulu dari air terjun itu. Perbedaan kecepatan erosi seperti itu biasa terjadi karena bermuaranya suatu sungai sehingga sebelah ke hulu sedikit dari tempat bermuaranya sungai itu daya kikisnya lebih kecil. Disamping itu air terjun bisa terjadi karena patahan yang menyebabkan bagian hilir relatif turun dari terhadap bahagian hulu. Letak air terjun itu terdapat pada muka patahan.

GAMBAR 33
AIR TERJUN DI DAERAH PATAHAN



GAMBAR 34
AIR TERJUN PADA TEMPAT BERMUARA ANAK SUNGAI

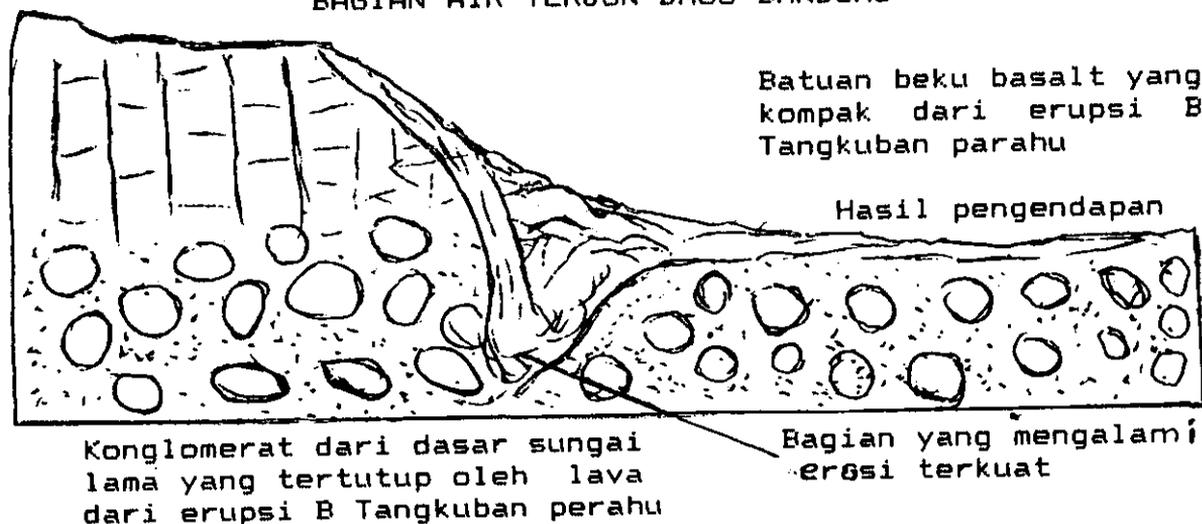
kekuatan mengikis
bertambah



Keterangan : A. Induk sungai
B. Anak sungai
C. Air terjun

Oleh karena pengaruh erosi mudik (headward erosion) air terjun itu kedudukannya berpindah-pindah ke arah hulu, bahkan kemudian ada habis sama sekali. Untuk ini perhatikan gambar di bawah ini :

GAMBAR 35
BAGIAN AIR TERJUN DAGO BANDUNG



Perhatikan pada gambar itu bagaimana suatu air terjun menggeser ke arah hulu. Belakangan ini air terjun Dago yang dilandasi oleh batuan basalt yang kompak itu mengalami penggeseran tidak kurang dari 1/2 m/tahun ke arah hulu.

Pada suatu saat dalam tingkat perkembangan suatu lembah, secara teoristis akan mencapai suatu irisan memanjang lembah itu dengan pengaliran bersama beban di dalamnya. Untuk itu dikatakan lembah seimbang (profile of aqulilibrium ; graded profile). Bentuknya seperti bagian hiporbola yang halus. Pada kenyataannya bentuk yang seperti ini sukar didapat karena di suatu lembah selalu ada saja tekikan-tekikannya, akibat adanya local base level, penambahan pengaliran dari anak-anak sungai dan adanya perubahan dalam jumlah beban yang diangkut dan besar butirnya.

K. PENEPLAIN DAN BENTUK-BENTUK YANG BERSAMAAN

Telah di kemukakan, bahwa pada garis besarnya erosi berakhir pada ketinggian permukaan laut, di sini terletak batas erosi umum. Bentuk daratan yang ketinggiannya berangsur-angsur dikurangi sampai hampir mencapai permukaan terendah ini Oleh DAVIS di sebut Peneplain. Beliauulah yang pertama-tama mengemukakan istilah itu. Jadi dapatlah dikatakan bahwa peneplain bentukan daratan yang dikurangi ketinggiannya sampai hampir sama dengan permukaan laut. Permukaan yang tidak rata, melainkan bergelombang rendah diantara sungai berbentuk cembung, lerengnya landai, miring ke arah lembah-lembah yang lebar. Secara teoritis, dia merupakan stadia hampir terakhir dari pada suatu erosi sungai.

Konsep mengenai peneplain masih merupakan persoalan. Di Amerika, peneplain masih merupakan persoalan. Di Amerika, peneplain dianggap sebagai erosi oleh air yang mengalir. Di Inggris dianggap sebagai hasil denudasi marin.

Dewasa ini sedikit sekali daratan yang dapat disebut peneplain yang mempunyai ketinggian dekat permukaan laut. Yang paling terkenal adalah daerah dekat Findlandia (menurut machatchek). kebanyakan dari padanya telah mengalami pengangkatan dan dengan demikian sedikit banyak telah mengalami pengiriman, atau telah terkubur. Disamping logika kita mendukung adanya peneplain, karena kalau ada bentuk permulaan tentu ada akhir.

Oleh karena tidak ada peneplain yang ketinggiannya dekat dengan permukaan laut, maka dari ciri-ciri suatu

penneplain diperoleh dengan mempelajari penneplain yang terangkat itu.

Penneplain terangkat itu mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Adanya daerah antar sungai yang terdiri atas permukaan atau puncak-puncak yang hampir sama tingginya. Ditambah dengan terdapatnya monadnocks, yaitu bukit-bukit terpencil yang lebih tinggi dari daerah sekitarnya, yang terjadi karena daya tahannya terhadap erosi cukup besar, hingga tak dapat di kikis. Di Jerman disebut "hatlingo". Sebutan monadnocks mengambil dari nama bukit di New Hampshire, Inggris, yaitu Mt. Monadnocks yang terjadi dengan cara itu. Kalau bukit-bukit itu terjadi oleh karena pengaliran air, disebut "restherge" atau "fernlinge" dan di daerah kapur disebut "moseres". Kadang-kadang monadnocks itu tidak menyendiri, melainkan berkelompok. Kepada yang berkelompok ini diberi nama "unakas", mengikuti nama pegunungan di California Utara, yaitu Mt. Unaka.
2. Adanya permukaan yang berelief rendah yang memotong lapisan batuan yang daya tahannya terhadap pengikisan berlainan.
3. Adanya lapisan hasil pelapukan batuan yang tebal. Lapisan ini mungkin berupa tanah laterit atau lapisan yang terdiri atas bahan sukar larut, seperti kwarsa.
4. Adanya unconformity pada topografi. Yang dimaksud dengannya adalah terdapatnya bentukan topografi tua di bahagian atas, sedangkan dibahagian bawahnya terdapat lembah-lembah yang muda. Di antara kedua bentukan tersebut terdapat bentuk peralihan yang menyolok. Dengan unconformity disini, bisa

juga kita artikan tua dibagian atas, sedangkan dibagian bawahnya terdapat lembah-lembah muda. Di antara kedua bentukan tersebut terdapat bentuk peralihan yang menyolok. Dengan unconformity di sini, bisa juga kita artikan tua di bahagian hulu dan bentukan muda dibahagian hilir dari suatu lembah, dengan bentuk peralihan di antaranya berupa tekikan atau nicpoita.

5. Adanya sisa-sisa endapan aluvium yang terdapat secara terbatas tempat-tempat yang rendah, yaitu pada floodplain dari bekas sungai. Hal ini disebabkan (menurut kebanyakan ahli) oleh karena peneplain bukan dibuat terutama oleh erosi lateral oleh sungai-sungai, melainkan oleh penghanyutan dari daerah antara sungai-sungai.

Sudah tentu ciri-ciri nomor 1, 2, dan 3 akan terdapat pada peneplain yang tidak/belum mengalami pengangkatan. Di samping dukungan terhadap adanya peneplain, dan ada pula yang mengemukakan keberatan-keberatan terhadap adanya peneplain itu sebagai berikut :

1. Faktor waktu, untuk pembentukan suatu peneplain oleh erosi yang dilakukan oleh sungai-sungai kecil, bumi tak pernah diam dalam waktu yang lama. Sesungguhnya faktor ini tidak memberatkan benar, karena pembentukan itu bisa tercapai juga asal saja kecepatan erosinya lebih besar dari kecepatan pengangkatan.
2. Mereka tidak percaya akan adanya peneplain mengatakan bahwa permukaan dan puncak-puncak bukit yang hampir sama tingginya itu dapat diterangkan sebagai berikut :

- a. Karena pengikisan oleh sungai-sungai yang jaraknya antar satu sama lain sama.
- b. Karena adanya batas-batas tumbuh-tumbuhan. Pada bahagian tertutup oleh tumbuh-tumbuhan itu erosi lambat sedangkan pada bahagian diatas batas tumbuh-tumbuhan itu erosinya dan pelapukannya berlangsung lebih cepat, akan tetapi batas pohon itu jarak horizontal yang dekat saja memperlihatkan ketinggian yang berlainan, sehingga tidak mungkin memperlihatkan bentuk-bentuk seperti peneplain. Juga masih merupakan persoalan mengenai persamaan sebagai faktor yang meratakan permukaan. Hal itu hanya mungkin bagi daerah kecil (untuk jarak dekat).

Bentuk-bentuk yang hampir sama dengan Peneplain (sering dikatakan dengan peneplain).

Banyak bentuk permukaan bumi yang hampir sama dengan peneplain, hingga sering disebut peneplain.

Bentukan-bentukan semacam itu meliputi :

1. Daratan yang permukaannya ditentukan oleh struktur (stripped plains atau structural plains).
2. Hasil denudasi marin
3. Pediplain
4. Panplanes
5. Permukaan erosi yang tergali (resurrected or exhumed erosion)

1. Stripped plain atau structural plains, adalah daratan yang mempunyai lapisan-lapisan yang letaknya mendatar. Salah satu ciri dari peneplain adalah permukaannya memotong

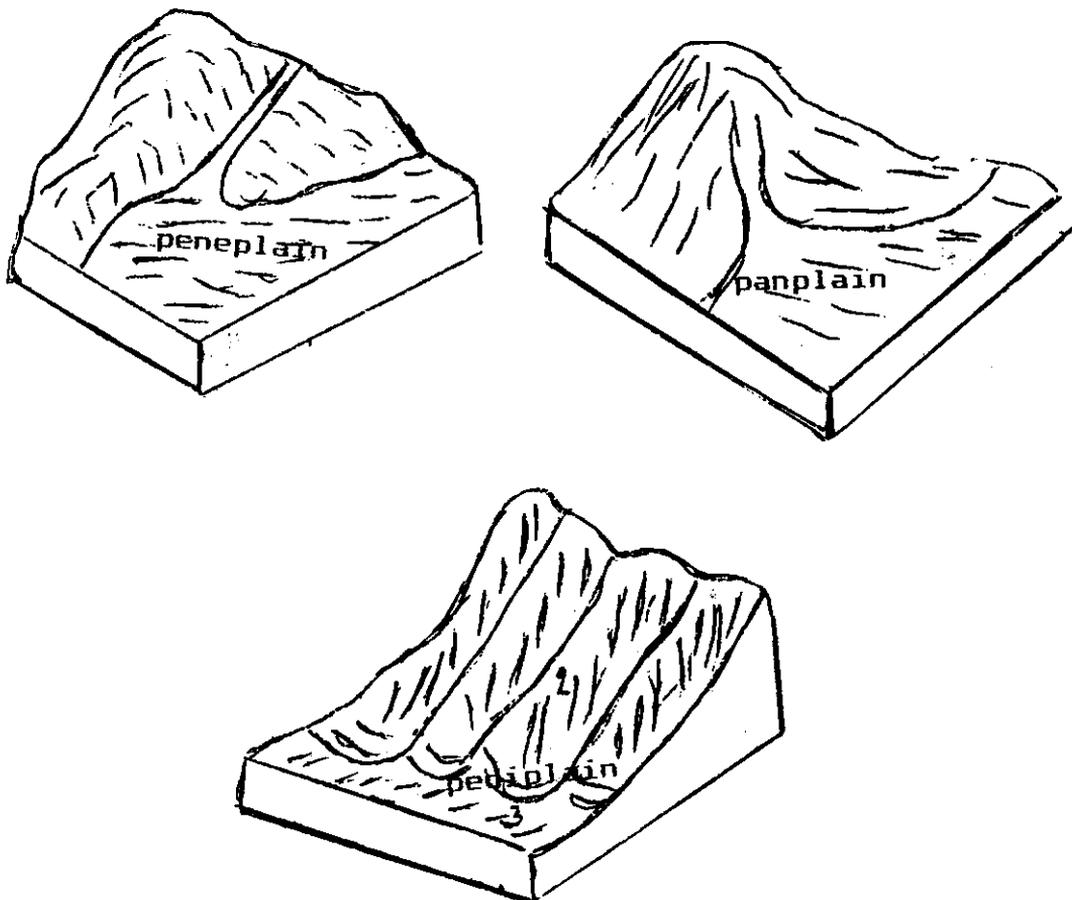
struktur. Dengan demikian meskipun daratan itu mempunyai ciri-ciri lainnya yang sama dengan peneplain tetapi tidak memotong struktur, maka tidak dapat disebut peneplain.

2. Hasil denudasi Marin, biasanya berupa teras-teras yang sempit dipinggir kontinen, seperti yang terdapat dipantai timur USA oleh pengaruh erosi, teras itu hilang. Oleh karena itu permukaannya hampir menyerupai peneplain. Tetapi daerah yang dipengaruhi pengerjaan gelombang itu hanya meliputi daerah yang sempit, karena pengerjaan gelombang itu terbatas.
3. Pediplain, adalah suatu daerah dengan permukaan yang bergelombang landai, seperti peneplain, hanya terjadinya adalah sebagai akibat bergabungnya beberapa pediments. Pediments adalah dataran yang terdiri dari batuan induk yang merupakan hasil erosi dari pegunungan di daerah aride.
4. Panplanes, adalah suatu daerah yang permukaannya bergelombang landai yang terjadi karena beberapa floodplains adalah hasil pengendapan. Oleh karena itu kita tidak akan memasukannya ke dalam peneplain, karena peneplain adalah akibat penghayutan massa batuan dari daerah yang letaknya di antara sungai-sungai.
5. Resurrected Erosion Surface atau exhumed erosion surface, adalah permukaan hasil erosi yang terkubur oleh sedimen atau bahan lain, kemudian oleh erosi selanjutnya sebahagian dari penutupnya disingkapkan dan sebahagian dari permukaan lama kembali seperti monadnocks.

Menentukan Usia Peneplain

Untuk menentukan usia yang sesungguhnya dari suatu peneplain sukar sekali, karena kita tidak mengetahui dengan tepat berapa kecepatan erosi suatu sungai dalam setahun. Dengan menggunakan fosil-fosil terbatas juga, karena usia setiap bagian dari suatu peneplain itu berbeda-beda. Yang mungkin dilakukan adalah membandingkan usia relatif dari beberapa peneplain.

GAMBAR 36
PENEPLAIN DAN BEBERAPA BENTUKAN YANG HAMPIR SAMA



Keterangan :

1. Punggung pegunungan
2. Pediment
3. Bayada

B A B II

M O R F O L O G I D A N A U

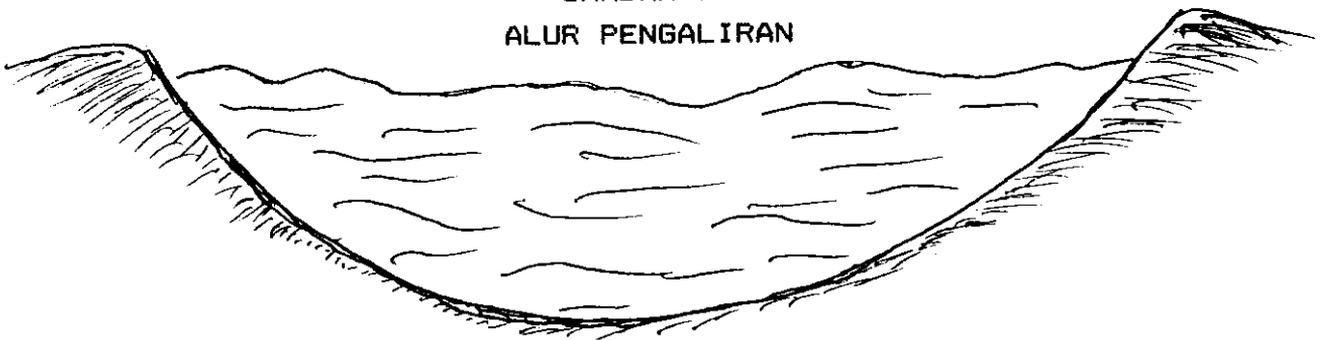
A. PENGERTIAN DANAU

Danau ialah suatu kumpulan air dalam cekungan tertentu. Menurut hidrologi danau itu berarti sejumlah air yang tergenang. Menurut morfologi danau itu berarti lekukan yang berbentuk mangkok, tempat air berkumpul.

A. Penck menyebut lekukan semacam itu disebut "wane" dan diberikannya sebagai sebuah lekukan yang lereng-lerengnya melandasi sentripital semuanya. Hal ini berlainan dengan sebuah lembah. Contoh :

"wane yang sesungguhnya adalah laut mati, depresi (lekukan) Turfan di sebelah selatan Tientsin; depresi ini besar sekali dalamnya sampai 100 m di bawah permukaan laut, tetapi depresi itu tidak berair.

GAMBAR 37
ALUR PENGALIRAN



Jadi mungkin pula kita mendapatkan "wane" yang tidak berisi air, wane danau Kasmir yang dahulu, terletak pada arah induk sungai. Sekarang memang ada air yang mengalir melalui danau yang dahulu itu, tetapi hal ini lebih merupakan akibat dari pada sebab dari lekukan itu. juga tidak menjadi suatu keharusan, bahwa air didalam danau itu tergenang secara mutlak. Jika ada air yang mengalir sepanjang alur yang sempit

kita masih bisa mengatakan danau, walaupun air yang lebih dalam letaknya, oleh pusaran air lama kelamaan dapat mengalir sepanjang alur yang sempit itu, sehingga sebetulnya tidak ada setetespun air yang tetap tergenang.

B. HYDROLOGI DANAU

Hydrologi danau paling baik telah dipelajari dalam danau-danau yang mempunyai hubungan dengan sungai-sungai yang besar, jadi jika kedalam danau itu mengalir sebuah sungai dan sebelah danau itu ada pula sebuah sungai yang mengalir keluar dari danau itu. Danau-danau semacam itu, misalnya : Danau Jenewa (580 km²) dan danau Bond (540 km²).

Bagaimana danau-danau mendapat air :

1. Dari curahan (kondensasi = pengembunan)
2. Dari sungai-sungai
3. Dari air tanah dan mata air

Pengaliran air dari danau dapat terjadi sebagai berikut :

1. Oleh penguapan
2. Oleh pengairan
3. Perembesan kedalam tanah (hal ini terjadi lebih-lebih di daerah kapur)

Penguapan ialah proses kebalikan dari kondensasi (curahan). Apakah pada suatu waktu yang akan terjadi itu, penguapan atau pengembunan, hal ini tergantung dari temperatur umum udara dan dari kelengasan nisbi.

Jadi permukaan sebuah danau akan terjadi penguapan jika temperatur danau lebih panas dari temperatur yang dibutuhkan udara di atasnya untuk menjadi jenuh dengan uap air dan

temperatur air lebih rendah dari udara di atasnya, maka akan terjadi pengembunan.

Biasanya jika dihitung sepanjang tahun pengembunan dan penguapan itu seimbang keadaannya. Tetapi keseimbangan itu tidak terdapat di daerah-daerah yang sangat lengas dan sangat kering.

Berhubung dengan itu dapat kita bedakan :

- Danau permanen (tetap berair)
- Danau temporer (danau periodik = tak tetap berair)

Adapula danau yang menerima dan melepas airnya di bawah tanah hal ini terutama kita dapatkan di daerah karst (daerah kapur). Tetapi biasanya danau-danau itu menerima dan melepaskan airnya pada permukaan tanah, yaitu pada satu ujung danau air itu masuk dan pada satu ujung yang lain air itu keluar.

Jangka waktu air itu tinggal di dalam danau sebanding dengan volume danau itu dan berbanding terbalik dengan banyaknya air yang mengalir keluar.

$$T = \frac{V}{D}$$

T = waktu
V = volume danau
D = banyak air yang mengalir

Rumus ini hanya memberi jangka waktu rata-rata, sebab dapat kita mengerti bahwa air yang bermuara di hulu danau akan lebih lama tinggal dalam danau itu dari pada air yang bermuara di danau itu, dekat tempat pelepasan danau itu.

Forel menggunakan rumus itu untuk danau Jenewa : $V = 88 - 920$ juta meter kubik, $D =$ pelepasan danau oleh B.Rhone = $252 M^3$ Hasil dari perhitungan itu ialah jangka

waktu tinggal rata-rata dari air di dalam danau itu = 11,2 tahun. Jadi tiap sebelas koma dua tahun air danau Jenewa itu berganti sama sekali. Selama tinggal didalam danau, air itu mengalami beberapa perubahan. Air itu menjadi lebih bersih, karena bahan-bahan yang terbawa oleh air itu mengendap. Dalam danau itu. Masa-masa air yang berbeda susunan kimianya akan bercampur, sehingga terjadilah reaksi-reaksi tertentu. Air yang keluar mempunyai susunan kimia serba sama yang sangat tetap, sedangkan air yang masuk ke danau kadang-kadang menunjukkan susunan kimia yang sangat goyang juga air yang didalam danau itu mudah menyusut secara teratur, sehingga pada tinggi tertentu temperatur sama. Tetapi pada pembagian temperatur arah vertikal dari berbagai-bagai danau terdapat hal-hal yang tidak teratur, yakni lapisan loncat. Anehnya lapisan loncat ini tidak terdapat sepanjang tahun. Lapisan itu mulai timbul pada musim semi, pada akhir musim panas tampak jelas sekali, lalu berangsur ke dalam dan makin lama makin tidak jelas.

Richter menerangkan terjadinya lapisan loncat itu dengan arus-arus konveksi. Matahari menyinari permukaan danau, sebagian besar dari sinar matahari itu dipantulkan (68 % pada permukaan yang tenang tak tertiuip oleh angin) Bahagian lain dari sinar matahari itu lebih-lebih sinar merah, diserap oleh lapisan teratas dari danau itu. Karena pada bulan Maret dan April, jika sinar matahari lebih banyak lapisan paling atas itu menjadi sangat panas sekali. Pada malam hari terjadi pendinginan dan lapisan-lapisan atas yang didinginkan itu akan

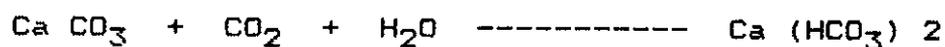
turun kebawah, sehingga sampai pada lapisan-lapisan yang lain temperaturnya sama. Begitulah selanjutnya sepanjang musim panas, karena sinar matahari memanasi permukaan danau.

Karena pada lapisan atas danau itu perlahan-lahan akan terdapat keadaan temperatur yang serba sama. Sekarang lapisan loncat itu terbentuk dibawah aliran-aliran konvensi yang terjadi oleh pemanasan pada siang hari dan pendinginan pada malam hari.

Pada musim winter lapisan-lapisan dari danau itu akan lebih menjadi dingin, aliran konvensi itu akan terjadi pula pada lapisan-lapisan yang lebih dalam dan lapisan loncat perlahan-lahan akan menghilang.

Air yang masuk pada permukaan air danau disebabkan oleh kondensasi keadaan secara kimia adalah murni, tetapi air hujan selalu mengandung beberapa gas (gas asam arang dan sebagainya). Juga air yang dimasukkan ke danau oleh sungai-sungai sepanjang jalan telah melarutkan berbagai zat : misalnya garam dapur, asam krisik, asam-asam humus dan sebagainya, lebih-lebih karbonat kalsium dan karbonat magnesium.

Air murni hanya dapat melarutkan sedikit karbonat dari gamping, tetapi jika banyak terdapat CO_2 , karbonat itu berubah menjadi bikarbonat-bikarbonat yang sudah melarut dalam air, yaitu :



Tetapi jika air danau mengandung banyak larutan bikarbonat masuk ketempat yang airnya banyak mengeluarkan CO_2 bikarbonat-

bikarbonat itu akan direduksikan menjadi karbonat-karbonat biasa. Karbonat-karbonat itu sekarang tidak dapat tetap sebagai larutan tetapi mengendap sebagai tufa gamping. Salah satu sebab hilangnya CO_2 dari air ialah karena butir-butir chlorophil tumbuhan air di danau banyak mengambil CO_2 itu. Juga endapan-endapan organik dapat berbentuk pada dasar danau, misalnya "piat" (tanah rawang). Tumbuhan air mereduksikan gas asam arang dan mengeluarkan oksigen. Binatang-binatang air mengambil oksigen dan melepaskan gas asam arang. Binatang air mengambil membentuk rangka-rangka asam kersik, tumbuhan-tumbuhan membentuk persenyawaan zat arang dan persenyawaan fosfor. Ini semua menyebabkan terbentuknya macam-macam endapan pada dasar danau.

Selanjutnya kita harus membedakan antara danau air tawar dengan danau air asin. Beberapa danau mempunyai kadar garam yang luar biasa tingginya, hal ini akibat penguapan yang kuat, jika danau itu menjadi kering, akan tinggal kerak garam didasar danau itu. Pada waktu hujan masuk lagi air yang membawa larutan garam dan air ini melarutkan lagi kerak garam itu sehingga kadar garamnya selalu menjadi lebih tinggi. Akhirnya larutan garam itu menjadi jenuh sehingga jika masuk lagi larutan garam dari luar yang lebih dahulu mengendap ialah garam-garam yang sifatnya sukar melarut dan lama kelamaan juga garam-garam yang lain berturut-turut, menurut taraf daya larutnya. Dengan cara demikian danau-danau fosil zaman dahulu, pada waktu sekarang banyak menghasilkan daerah garam.

Kadar garam akan menjadi lebih tinggi sekali, misalnya pada laut mati (24%). Laut-laut biasa hanya mengandung 3,5% garam. Kadar garam dari great salt ialah 18,6%. Kadar garam dari danau merah Perangkap (dekat laut Asow) adalah 32%.

C. MORFOLOGI DANAU

Setiap danau yang ada hubungannya dengan sebuah sungai besar selain dari berbentuk mangkuk, selalu juga berbentuk lembah. Danau morfologi danau kita membedakan : dasar dan lereng-lereng pinggir. Dari selain perbedaan kedua bagian yang umum ini, Atas dasar pertimbangan biologi dan fisikologi. Forril telah memberikan istilah-istilah morfologi secara detail.

Antara tanah yang berubah keadaannya di atas danau dan tanah yang tidak berubah keadaannya di dasar danau, dibedakan unsur-unsur morfologi yang berikut :

K l i f : dibentuk oleh hempasan atau denudasi yang disebabkan oleh atmosfer klif : flaise

Pesisir : terdiri dari bagian jalur tepi dan jalur litoral.

Bagian ini mendatar agak luas, tempat memecah ombak, bagian itu terjadi biasanya dari batu guling dan pasir.

Selanjutnya bagian ini dibagi atas :

1. Pesisir yang selalu kering
2. Pesisir yang tergenang untuk sementara
3. Pesisir yang selalu tergenang air

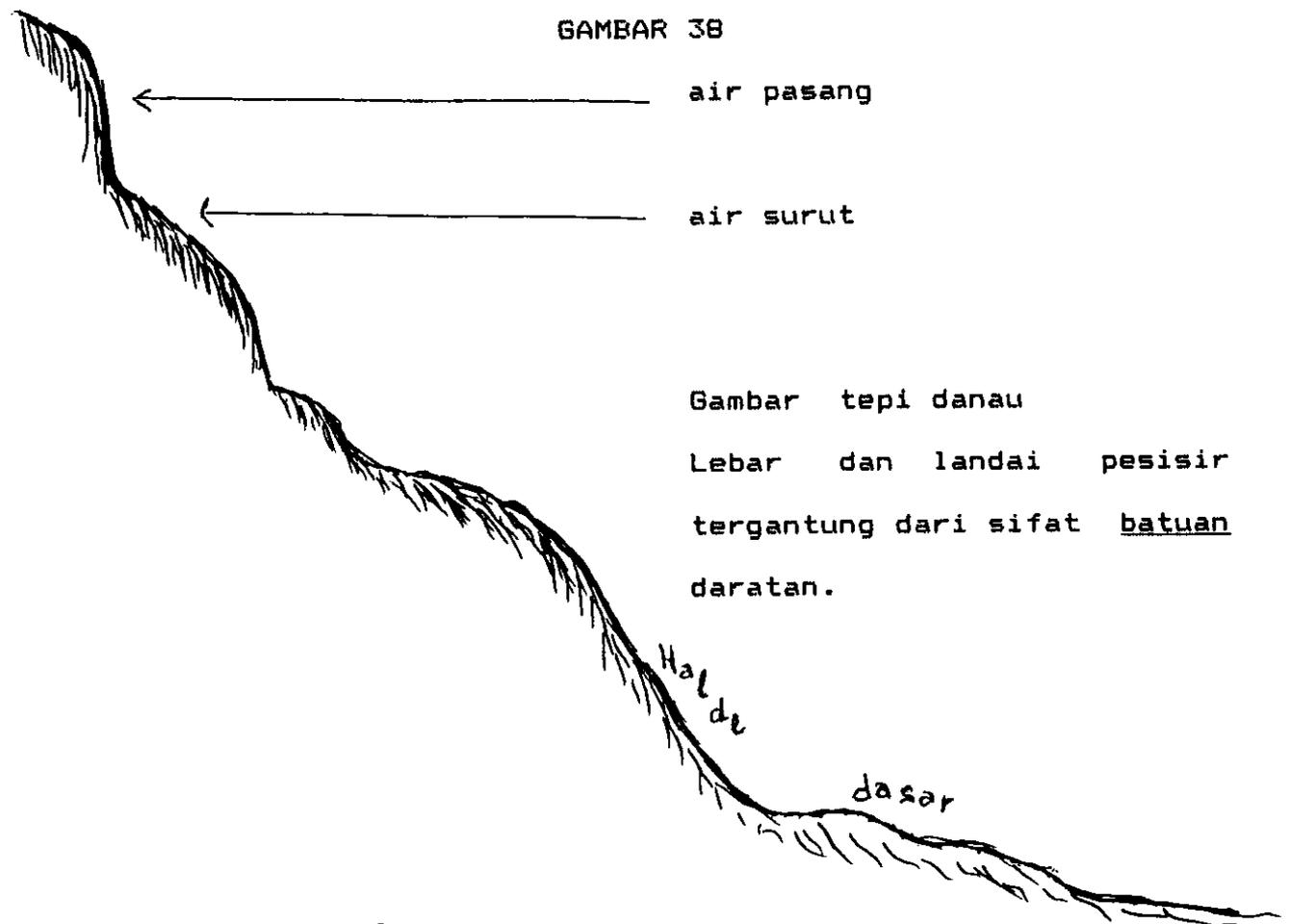
Gosong tepi : Bagian yang mendatar terbentuk karena akibat gerak ombak .

1. gosong tepi kikisan
2. gosong tepi endapan

Gosong tepi ini termasuk jalur teritorial. Dalam danau Jenewa, gosong tepi = Beine, di danau Boden, gosong tepi = wysse

H a l d e : Landaian antara gosong tepi endapan dan dasar danau yang tak berubah keadaannya. Bagian ini di danau Boden disebut Schweb

GAMBAR 38



Gambar tepi danau

Lebar dan landai pesisir tergantung dari sifat batuan daratan.

Kita mengenal pula :

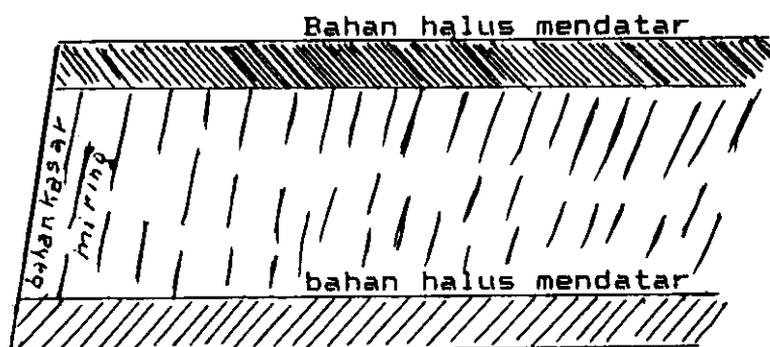
T e p i : Bagian darat yang diubah bentuknya oleh air danau.

Jalur litoral : Bagian dari dasar danau yaitu mulai dari garis pantai sampai garis tempat gerak ombak yang terdalam.

Jadi sepanjang tepi danau itu, di dapat bentuk-bentuk yang terjadi karena pengerjaan gabungan dari akumulasi (pengumpulan) dan abrasi (pengerjaan erosi sepanjang pantai danau atau pantai laut).

Pada beberapa tempat sepanjang pantai danau terdapat bentuk tepinya diubah oleh sungai yang bermuara. Ditempat sungai-sungai yang bermuara ke dalam danau secara sub limne terbentuk sebuah delta. Sebagian ciri struktur delta ialah adanya lapisan-lapisan yang asalnya terletak miring (biasanya bahan kasar) yang ditutupi diskor dan oleh lapisan-lapisan mendatar dari bahan halus.

Jika sebuah sungai bermuara ke dalam danau, beda tinggi sungai itu sekonyong-konyong menjadi kecil sekali, sehingga bahan-bahan dalam air itu mengendap : mula-mula bahan-bahan yang kasar, makin jauh ke tengah danau diendapkan bahan yang lebih halus. Jadi bahan-bahan itu diendapkan menurut lapisan-lapisan yang miring, yang sejajar dengan tepi danau. Perlapisan dalam endapan itu terjadi karena sungai berganti-ganti mengalami air rendah dan air tinggi, sehingga besar butir dari bahan-bahan itu bermacam-macam.



GAMBAR 39
penampang delta

Tetapi hal ini mengakibatkan menjadi semakin panjangnya alur sungai di daerah muara ke daerah bagian danau yang mempunyai endapan-endapan hingga sungai itu akan mengendap lebih banyak bahan secara mendatar diatas endapan yang telah ada, hal ini terlebih-lebih akan terjadi pada waktu rendah, jika daya angkut sungai sangat kecil kemiringan asal, yang dapat menyebabkan terjadinya suatu delta besarnya 10 - 30 derajat.

Struktur delta ini adalah suatu bukti yang baik untuk menyatakan adanya danau-danau pada zaman dahulu, walaupun danau-danau dahulu sudah hilang sebahagian atau seluruhnya (danau-danau fosil), dalam hubungan ini terkenal sekali penyelidikan "danau Bonneville" yang dilakukan oleh GILBERT. Dalam Plestosium dalam Griat Basin antara Sierra Nevada dan Rocki Montains terletak dua danau yang luas yaitu danau Agassis dan danau Bonneville Great Salt. Lake yang sekarang masih ada adalah sebahagian kecil sisa danau Bonneville itu.

Dengan penyelidikan-penyelidikan tentang pengendapan delta, tanggul pantai dan bentuk alunan dalam daerah gurun great basin. Gilbert telah mencoba mengrekonstruksi sejarah dan perkembangan danau Bonneville itu. Gilbert telah menemukan sisa-sisa dataran pesisir dilivium pada tempat yang bermacam-macam tingginya dan dari hal itu dapat ditarik kesimpulan, bahwa seluruh daerah itu telah terganggu sacara tektonik pada permulaan kwartier. Gilbert telah membandingkan letak tinggi antara sisa-sisa pesisir yang sama keadannya, dengan cara demikian ia dapat menarik kesimpulan bahwa daerah asal danau

Bonneville itu kemudian telah terangkat sehingga membentuk sebuah kubah. Jadi pencembungan permukaan yang masih muda sekali itu letak asal dari beberapa daratan-daratan pesisir.

Akhirnya akan dibicarakan pula warna danau-danau lembah pergunungan Alpen memperlihatkan warna biru yang jelas dan bagus sekali. Hal ini menimbulkan pertanyaan, apakah air itu mempunyai warna sendiri ataukah warna itu akibat refleksi (pantulan) dan difraksi (pelengkungan).

1. Setengah orang menyangka bahwa warna itu dapat diterangkan dengan perlingkungan cahaya atau difraksi. Dalam air terdapat banyak sekali bagian-bagian kecil, sehingga sinar bergelombang panjang (sinar merah) akan diserap dan sinar bergelombang pendek (sinar biru) akan dilengkungan atau disebar, sehingga akan terjadi warna biru. Warna biru dari langit pasti harus diterangkan dengan difraksi. Sinar matahari dalam angkasa terganggu oleh butir-butir air yang banyak sekali terdapat dalam udara.
2. Lain orang berpendapat bahwa warna biru itu akibat dari warna air itu sendiri. Menurut teori pertama tadi, air murni yang tidak mengandung bahan-bahan yang mengotori, warnanya harus hitam, tetapi hal itu tidak demikian, air yang telah disulingkan warnanya agak kebiruan.

Jadi warna biru di danau Alpen adalah suatu ciri dari kemurnian air yang terdapat disana. Beberapa danau danau terutama karena campuran zat-zat organik mempunyai warna-warna yang lain, sehingga airnya itu melalui warna-warna lain lambat laun menjadi warna coklat, biru, hijau biru, hijau kuning, coklat.

D. KLASIFIKASI DANAU SECARA GENETIK

Yang dimaksud disini bukan klasifikasi dalam arti kata kriptologi, tapi klasifikasi danau secara morfologi, jadi klasifikasi danau secara genetik tentang lekuk danau.

Danau itu tidak tersebar secara teratur di permukaan bumi ini, ada daerah yang banyak mempunyai danau dan ada pula daerah yang sama sekali tidak mempunyai danau itu. Jadi danau itu adalah suatu gejala regional.

Kita dapat membedakan beberapa type danau :

1. Danau Tektonik

Danau ini terbentuk dalam terban dan siklin tektonik. Dahulu orang menyangka bahwa danau-danau tektonik itu banyak terdapat dan beberapa danau dapat diterangkan sebagai danau tektonik, tetapi setelah diadakan penyelidikan secara teliti ternyata kebanyakan danau harus diterangkan secara jalan lain yakni disebabkan oleh erosi pilihan (erosi selektif).

Contoh danau tektonik sesungguhnya terdapat di daerah terban dan trap patahan besar di Afrika Timur.

Danau Tangajik yang permukaan airnya terletak 780 M diatas permukaan laut ialah sungguh-sungguh suatu deprisi dan dasar danau itu terletak dibawah permukaan laut. Danau itu dalamnya 1000 M lebih. Kita dapat menganggap danau itu sebagai danau tektonik sesungguhnya : sebab jika sesuatu terbanya menurun secara demikian, hingga air tidak dapat lagi mengalir ke daerah demikian, maka hal ini akan mengakibatkan terjadinya pembentukan danau. Danau Nyanssa dasar danau terletak dibawah permukaan air laut.

Contoh lain danau tektonik di Great Basin, danau itu oleh Davis telah diselidiki dan diuraikan secara demikian.

2. Danau Di Daerah Yang Dahulu Dilalui Gletsyer

Daerah yang dahulunya dilalui gletsyer termasuk daerah yang kaya dananya, kita dapatkan bermacam danau disini :

- a. Danau Lembah Glasial. Danau ini terdapat disepanjang arah sungai mengalir didaerah itu. Jadi danau itu adalah bagian dari lembah sungai yang besar itu.
- b. Danau-danau dalam lembah melayang. Terdapat bermacam-macam danau Glasial.
- c. Danau-danau dalam cekungan-cekungan lidah yaitu danau dalam cekungan lidah gletsyer pada zaman dahulu, jadi lekuk danau itu terbentuk karena erosi glasial. Menurut sifatnya danau itu adalah danau tepi.
- d. Danau Kaar. Suatu kaar ialah sebuah lubang yang terbentuknya tak beraturan pada puncak-puncak gunung, disebabkan oleh pegerjaan glasial. Dalam Kaar itu sering pula terdapat danau-danau yang dibatasi oleh ambang batu yang terjadi oleh bahan yang sama dengan tebing kaar.
- e. Danau-danau Dalam Ujung Palung.

Dalam daerah yang dahulunya dilalui oleh gletsyer terdapat lembah-lembah palung yang mendaki arah ke hulu dan membentuk apa yang disebut dengan ujung palung. Dalam ujung palung semacam itu sering terdapat di danau-danau.

Danau-danau kaar dan danau-danau dalam ujung palung adalah "Rochbasin" dan merupakan sebab yang terpenting untuk adanya erosi glasial yang utama. Orang-orang anti teori

glasial dengan mudah menerangkan terjadinya danau di daerah-daerah glasial itu dulu, Dengan pembendungan oleh Morena, tetapi Rochbasin yang demikian terang membuktikan erosi glasial.

Di sana sini kita dapatkan pula selapis bahan morena yang tertipis, tetapi ambang itu terutama terdiri dari bahan yang sama dengan tebing-tebing sekelilingnya.

f. Danau Di Bagian Morena Ujung

Danau ini terjadi karena air cairan subglasial (di bawah gletsyer) yang mencair terbendung oleh tanggul morena ujung biasanya ada beberapa tanggul morena ujung yang terletak berturut, danau itu terdapat diantara dua tanggul.

GAMBAR 40
DANAU YANG TERBENDUNG OLEH MORENA UJUNG



Danau yang terbendung oleh morena ujung

g. Danau-danau didaerah morena dasar atau drumlin. Morena dasar dapat terendapkan di dataran atau dalam bentuk drumlin, di daerah morena dasar yang banyak reliefnya banyak terdapat danau-danau yang mulanya tertutup oleh balaok-balok es mati. danau ini dinamakan sollo, yaitu danau bundar kecil.

3. Danau-danau Bendung

Yang dibicarakan di sini hanyalah danau bendung alam bukan danau bendung buatan, yang dahulu sudah pernah diuraikan :

- Pembentukan danau temporer (sementara)
- Pembentukan danau permanen (tetap)

- a. Danau Runtuhan Gunung
- b. Danau lava tempat aliran membendung sebuah sungai
- c. Danau bendung gletsyer

Danau ini terdapat terutama pada gletsyer lembah yang besar dapat terjadi bila cabang anak air yang berasal dari badan gletsyer kecil, sampai kedalam lembah utama yang masih terisi oleh lidah gletsyer tidak ada retakan lintang, air dari cabang anak air itu terbendung oleh air es yang tidak lulus air. Untuk penduduk di bagian bawah lembah danau-danau bendung gletsyer demikian berbahaya sekali karena danau-danau tersebut dapat kosong disebabkan airnya menghilang dalam gletsyer. Akibat sejumlah air gletsyer yang banyak sekali mengandung puing tiba-tiba akan melimpah ke lembah yang letaknya dibawah.

- d. Danau Ambang Traventin.

Danau ini dapat pula dikatakan termasuk kedalam danau bendung. Dapat terjadi bahwa sungai di beberapa terbendung oleh ambang traventin yang berangsur-angsur terjadi karena gamping-gamping terus menerus menimbulkan sisa-sisa yang telah mati.

e. Danau-danau didaerah runtuhan gunung

Ini sebenarnya lain dari pada danau bendungan runtuhan gunung seperti yang telah dibicarakan, yaitu danau yang terjadi karena sungai-sungai yang telah ada tertutup dengan bukit-bukit berbentuk kerucut, khas untuk daerah runtuhan, dengan demikian di antara bukit itu dapat terjadi lekukan-lekukan yang terisi air sebagai danau, jadi bukan danau bendung yang sebenarnya, karena disini mula-mula tidak ada yang terbendung menjadi danau seperti pada nomor satu.

Biasanya dinamakan bintang alam "toma" menurut bukit-bukit toma yang terkenal di daerah runtuhan gunung Flimser.

Di sini benar-benar kita dapatkan bukit-bukit runtuhan gunung, dengan segera dapat kita lihat pada bintang alam oleh orang yang terlatih, tetapi sifat petrografi dari bukit-bukit istimewa pula yaitu mempunyai sifat setempat tunggal segi, sedangkan bukit-bukit morena susunannya lebih beraneka, Karena pergunungan itu lebih luas dari pada daerah runtuhan gunung.

4. Danau Tanggul Alam Dari Sungai-sungai

Sungai-sungai di tanah rendah terus menerus meninggalkan palungnya dan pada akhirnya mengalir lebih tinggi dari pada di antara tanggul-tanggul. Ini berbahaya kalau tanggul itu tembus, kalau terjadi hal yang demikian tanah rendah sebagian besar akan tergenang oleh air dan berubah menjadi danau. Palung sungai yang menjadi tinggi itu dapat pula terjadinya danau bendung, yaitu anak air dari sungai itu terbendung oleh palung-palung yang tinggi itu menjadi danau-

danau yang bercirikan bentuk-bentuk yang tidak teratur.

5. Danau-danau Gunung Api

Kita bedakan maar - danau dalam coreng letusan, kepundan = danau dalam lobang kepundan, terjadi karena turunnya bahan-bahan dalam lobang kepundan; danau-danau demikian pada beberapa tempat mempunyai tebing curam. Bentuk khusus dari danau kepundan ialah Kaldera.

Antara danau tektonik dan danau gunung api terdapat bentuk antara vulkano tektonik, misalnya danau Toba di Sumatera Utara.

GAMBAR 41
SEBUAH "MARENA" DI GUNUNG LAMONGAN



Sebuah Marena di gunung Lamongan

6. Danau Karst

Nama ini sebenarnya nama kumpulan dan meliputi danau-danau yang asalnya berbeda-beda :

a. Danau dalam lekukan runtuhan dan lekukan pelindian = danau dolina. Danau-danau demikian kebanyakan danau kecil. Bagaimanakah lekukan itu terisi air.

Gamping sebenarnya tidak lulus air tetapi karena bercelah-celah dengan teratur, batuan gamping itu mengandung banyak air, sehingga terisi dengan semacam air tanah.

Jadi danau dolina terjadi karena bagian bawah lekukan itu terletak dalam permukaan air karst itu. Tapi danau dolina dapat juga terjadi di atas permukaan air karst. Sering juga kita dapatkan organ geologi terisi dengan geluh limpung yang tak lulus air dan di atasnya air dapat berkumpul menjadi danau. Demikian juga halnya dengan banyak lekukan dolma, yang tebingnya tertutup dengan gelum limpung napalan, sehingga di dalamnya dapat terkumpul air.

GAMBAR 42
DANAU KARST GUNUNG SEWU



Danau Karst gunung sewu

b. Danau-danau polye.

Danau-danau ini merupakan danau polye permanen dan danau polye priodik (hanya yang terisi pada waktu tertentu). Danau polye ini mungkin danau tektonik dan dapat mempertahankan diri pada daerah gamping, karena erosi makin ke hulu sungai di daerah tersebut tidak beberapa kuat sehingga lekukan-lekukan ini dapat tersedap.

7. Danau Di Perdalaman Benua (Danau Akhir).

Suatu kenyataan ialah di pedalaman semua benua terdapat danau-danau yang tidak bersaluran (tidak mempunyai

pelepasan-pelepasan) danau yang demikian di namakan danau akhir dari suatu hidrografi, artinya penyaluran air itu hanya terjadi karena penguapan.

Danau itu terjadi karena sebab :

Sebab-sebab Morfologi

Semua danau itu terjadi di daerah-daerah rendah yang luas, cekungan pedalaman besar yang terjadi karena tektonik.

Sebab-sebab iklim

Danau-danau yang demikian hanya dapat mempertahankan diri oleh karena iklim istimewa, pergunungan-pegunungan yang mengelilinginya, sehingga sungai dari daerah sekitarnya tidak cukup untuk mencapai danau-danau itu dan menghubungkannya dengan laut.

Danau ini biasanya dangkal sekali tetapi luas dan dalamnya dapat berbeda-beda sekali, dan tergantung dari setiap perubahan dalam keadaan iklim, kadang-kadang danau ini kering sama sekali. Karena danau-danau akhir menurut sifatnya terletak di daerah iklim arid, maka kebanyakan danauannya asin, yang kadar garamnya dapat berbeda-beda.

Tetapi ada juga danau-danau air tawar. Contoh danau yang terkenal adalah danau Tsaad di Afrika Tengah. Danau ini menurut perhitungan geologi masih muda, sehingga belum ada pemekatan garam di dalamnya.

B A B III

MORFOLOGI DAERAH KARST

A. PENGETERIAN KARST

Batu kapur (limestone) ataupun Dolomit mudah sekali larut terutama oleh air yang mengandung CO₂. Air hujan mendapat CO₂ dari udara dan setelah sampai ditanah maka kadar CO₂ nya bertambah dari humus-humus yang ada dalam tanah. Kalau air itu mendapat/mencapai daerah yang didasari oleh batu kapur, meresaplah air-air itu kecelah-celah berupa retakan-retakan. Karena banyaknya batu kapur mempunyai joint tempat air banyak mengalir sambil memperbesar joint itu. Oleh banyaknya joint maka ada kemungkinan sungai-sungai kecil menjadi kering dan berubah menjadi aliran dibawah tanah. Bila terjadi demikian maka perkembangan lembah oleh erosi yang normal dan pelapukan akan terhenti. Hanya sungai yang besar dapat mempertahankan alirannya diatas permukaan. Kelangsungan dari bentuk-bentuk topografi yang dihasilkan oleh kekuatan proses-proses pelarutan dan peresapan air ke saluran-saluran air dibawah tanah disebut Karst Cycle.

Karst berasal dari bahasa Yugoslavia yang berarti keras (Karst = stone) yang berarti batu. Oleh orang Italia diubah menjadi Carso untuk nama daerah kapur yang terletak dipantai laut Adriatik. Causses dalam bahasa Perancis nama daerah disebelah selatan daratan Tinggi Perancis yang juga diartikan Karst. Daerah Karst yang sangat terkenal selain di Perancis adalah Yunani, Yukatan, Yamaica, Portarico utara, Cuba barat dan sebagainya. Di Indonesia misalnya Gunung Sewu disebelah

selatan Yogyakarta yang dikenal sebagai daerah Karst yang penting. Penyebaran daerah Topografi Karst sangat meluas dan boleh dikatakan terdapat disetiap negara, hanya saja keadaannya yang berlainan. Banyak diantara daerah karst itu yang tidak memperlihatkan perkembangan yang penuh. Hal ini mungkin disebabkan oleh karena salah satu yang diperlukannya tidak terpenuhi, atau dalam perkembangannya telah mencapai tingkatan yang lanjut dan sebaliknya masih dalam tingkat permulaan.

B. SYARAT TERBENTUKNYA KARST

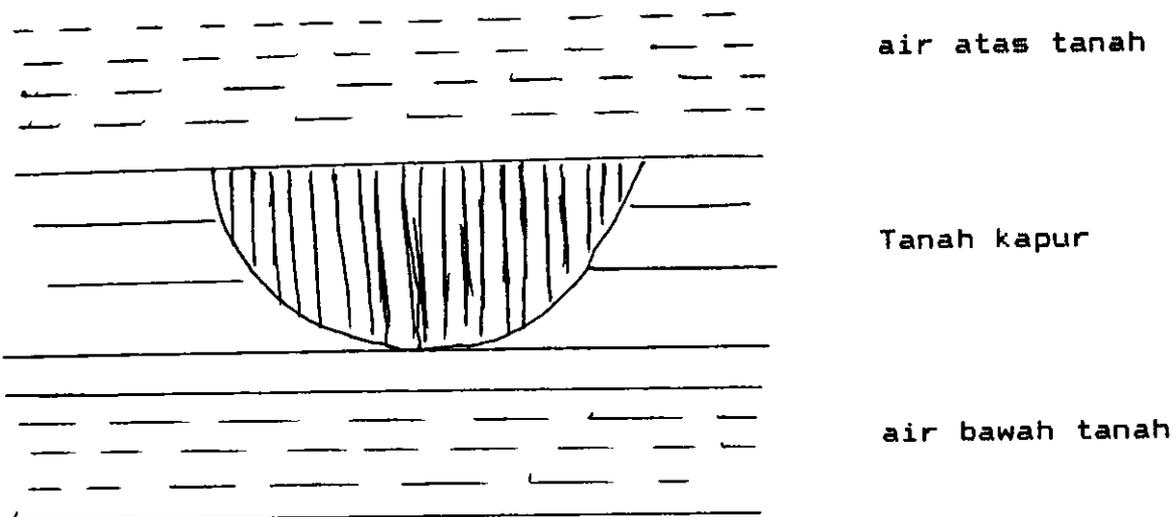
Adapun persyaratan yang diperlukan ialah :

1. Adanya batuan yang mudah larut yang terletak dipermukaan atau dekat permukaan. Batuan yang paling cocok adalah limestone, dolomit juga memungkinkan.
2. Batuan yang mudah larut itu hendaknya padat tetapi banyak mempunyai celah-celah dan berlapis-lapis. Ada yang mengemukakan bahwa batuan yang sangat sarang atau poreus juga baik. Sesungguhnya batuan semacam itu kurang baik, karena air meresap secara tersebar luas, tidak memusat pada celah-celah tertentu.
3. Ada lembah besar yang mengiris dalam sekali, jauh lebih rendah dari permukaan rata-rata batuan yang mudah larut itu. Hal ini diperlukan untuk memudahkan pengaliran air tanah yang mengandung hasil pelarutan ketempat lain. Dengan demikian proses pelarutan akan berlangsung cepat karena selalu terjadi pergantian air.

4. Daerah yang bersangkutan harus cukup mendapat hujan. Terbukti daerah yang kurang hujannya, tidak terdapat daerah karst yang baik.

Bila lapisan yang mudah larut letaknya dekat permukaan dan dapat dicapai oleh peredaran air tanah, maka permukaan diatas lapisan itu dapat berubah menjadi suatu depresi, Gejala ini disebut "Solusion Subsidence" (penurunan atau pemerosotan akibat pelarutan).

GAMBAR 43

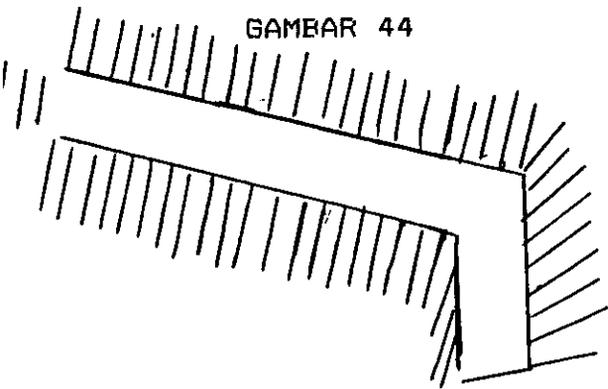


Bila depresi akibat Solution Subsidence itu dasarnya lebih rendah dari permukaan air tanah akan terjadilah kolam-kolam atau danau-danau dan cekungan-cekungan kering yang disebut dengan "Silk Holes" yang satu sama lainnya tidak dihubungkan dengan aliran-aliran permukaan. Gosong-gosong kapur (Coral Reefs) yang terangkat kepermukaan didaerah aride dapat tahan lama dalam bentuknya yang semula.

Didaerah Humid tidak setahan itu, karena terjadi pelarutan-pelarutan sebahagian dari pada air meresap kedalam joint tetapi sebagian lagi mungkin mengalir diatas permukaan

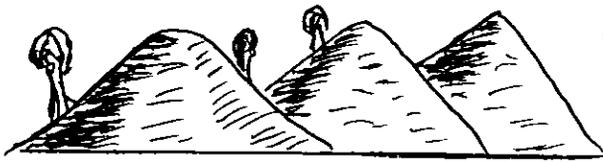
yang terendah dan membetuk parit-parit. Parit-parit yang terbentuk ini mempunyai tebing-tebing yang tegak kearah hulu dan kearah samping sedangkan dasarnya hampir rata, ini dinamakan Pocket Valley yang banyak terdapat di P. Barbados. Lembah sedemikian di Florida disebut Steep head.

GAMBAR 44

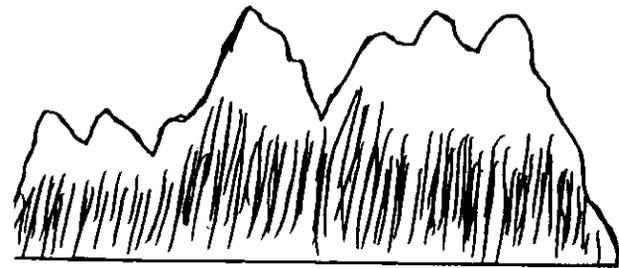


Mungkin bahagian dalam Coral reefs yang terangkat itu tidak berubah dan tinggal merupakan bukit-bukit yang berbentuk kerucut.

Di Puertorico disebut Hill, Di Perancis di sebut Buttes Temainis di Adriatik disebut Humis dan di pulau Pines disebut Mogates.



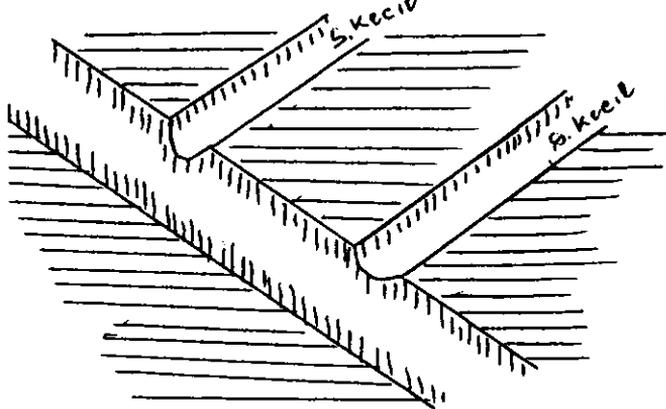
Batu kapur yang pijar yang tidak tertutup oleh tanah langsung mendapat pengaruh dari hujan. Pada permukaannya akan terbentuk lembah dan bukit-bukit kecil yang lancip, ujungnya disebut Karren di Perancis disebut lapies dan di Inggris disebut Client.



Didaerah hujan tropic gejala demikian dapat terjadi dibatuan lain. Contoh pada batu pasir di Barbadoos dan Bornalt di Hawaii. Sungai besar yang berasal dari daerah diluar batuan kapur

dapat mempertahankan alirannya didaerah kapur dan dengan demikian dapat memperdalam lembah alirannya. Pengirisan ini memperdalam aliran permukaan air tanah sehingga sungai-sungai/parit-parit kecil di daerah kapur itu dapat menjadi kering yang dinamakan "Dry Valley" or Bournes" tetapi kalau curah hujan besar maka dry valley itu mengalirkan air juga. Oleh karena sungai-sungai besar tadi memperdalam lembahnya terus menerus, sedang anak sungai yang kecil tidak lagi memperdalam lembahnya, maka terjadilah lembah yang tergantung dan kering atau disebut dengan Dry Hanging Vallley.

GAMBAR 45



Lembah sungai kecil yang berubah menjadi Dry Hanging Valley .

Lembah besar mengikis dalam, air tanah turun, akibatnya sungai kecil kehabisan aliran airnya sehinggalembah-lembah menjadi Dry Hanging Valley.

C. PERGERAKAN AIR DI DALAM KAPUR.

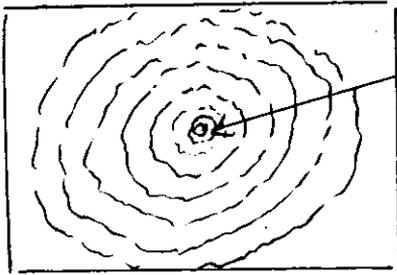
Melalui joint dan pusat kegiatan pelapukan berlangsung pergerakan air sekitar joint sehingga joint diperlebar. Pada tempat-tempat dimana joint bersilangan satu sama lain terjadi jalan peresapan yang besar. Bila bagian atas dari tempat peresapan itu diperlebar maka terbentuklah disana suatu depresi yang tertutup dan hanya mempunyai pengaliran/penyaluran kebawah. Depresi ini disebut dengan DOLINA.

Menurut Dr.B.G Escher ada dua macam dolina yaitu :

1. Dolina Korasi yang terjadi karena peresapan air saja.

2. Dolina keruntuhan yang terjadi karena pelarutan dan runtuhnya tebing.

GAMBAR 46



Dolina (= Depresi oleh pengikisan kedalam)

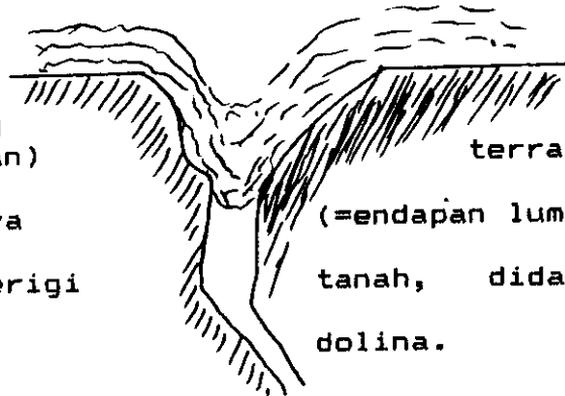
Dolina pada batu kapur yang gundul didaerah sedang bertebing curam dan dalam serta pada terbingnya terdapat ujung-ujungnya yang runcing (ingat Karren). tetapi apabila diatasnya terdapat tumbuhan-tumbuhan jadi tertutup dengan tanah, maka dolina itu akan menjadi :

- bertebing landai
- halus
- dangkal dan
- lebar

Pelarutan yang terjadi dibawah tanah yang Penutup. Sisa yang tak terlarutkan menambah tebalnya tanah. Maka soil creepnya akan terjadi kearah cekungan.

GAMBAR 47

Didaerah sedang (tak bertumbuhan) lereng dolinanya curam dan bergerigi



terrarosa
(=endapan lumpur)
tanah, didalam
dolina.

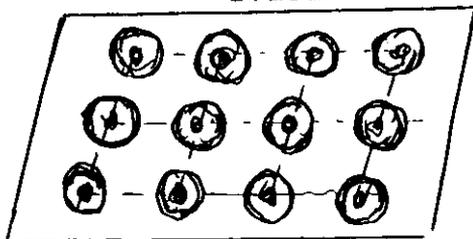
Menurut Echer disamping dolina terdapat tempat meresapnya air pada batang kapur itu disebut pipa karst. Pipa karst ini dapat dibagi menjadi atas 2 macam :

1. Pipa Karst Korasi type Aven.
2. Pipa karst keruntuhan Type Yama.

Pipa karst itu berbentuk cerobong. Jika pipa karst itu tersumbat oleh terrarosa dan lain lain dibawahnya angin dapat bertiup maka angin itu akan berbunyi yang disebut "Pipa Orgel Geologi".

Sejumlah dolina-dolina kecil dapat menjadi satu sama lainnya akibat pelebaran masing-masing. Bentuk demikian disebut dengan Uvala.

GAMBAR 4B
Uvala



Biasanya Uvala itu berderet memanjang lurus sesuai dengan arah sistim joint.

Kadang-kadang Uvala itu merupakan bekas aliran permukaan atau sebagai akibat dari penenggelaman/pemerosotan setempat. Uvala sedemikian di Amerika disebut dengan "Valley Sinks" seperti yang terdapat di Central Kentucky Dan menurut Escher di Indonesia terdapat juga bentuk dolina yaitu di G.Kidul.

Ada sungai-sungai yang menghilang dibawah tanah (Sinking Creep) yang seluruh airnya yang mula-mula mengalir diatas permukaan, kemudian menghilang kedalam lubang-lubang atau retakan-retakan. Tempat menghilangnya air itu ke dalam tanah disebut "Sink" yang kadang-kadang tampak jelas

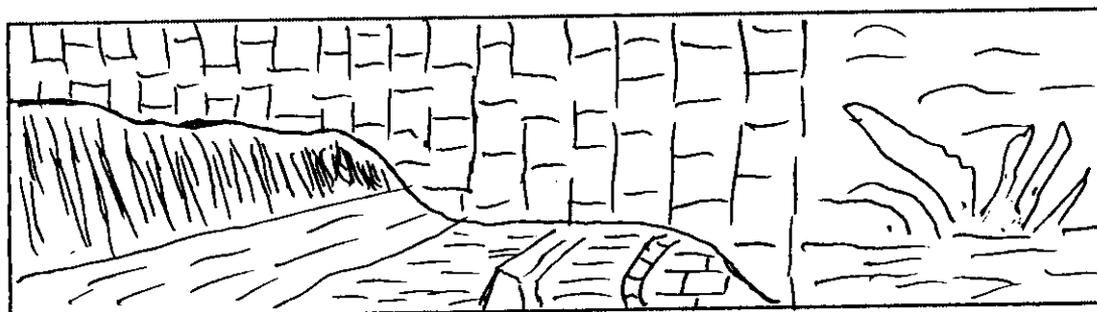
tetapi kadang-kadang juga tidak karena air meresap secara berangsur-angsur. Setelah menempuh jarak yang cukup jauh ada kalanya sungai bawah tanah (under ground river) itu muncul dengan tiba-tiba untuk seterusnya mengalir dipermukaan atau ditempat lain masuk lagi kebawah tanah. Lebih kohilir dari Sink itu kadang-kadang masih tampak kelanjutan lembah sungai yang menghilang itu yang keadaannya kering dan hanya berair sewaktu-waktu yaitu apabila volume air bertambah, hingga swallow hole tak dapat menahan seluruhnya, misalnya setelah turun hujan lebat. Dalam keadaan demikian akan tertampunglah sebahagian air disekitar lubang itu sehingga menyerupai danau yang sifatnya temporer. Dengan melalui proses semacam itu terjadilah penyadapan sungai oleh sungai lain (substerranean stream piracy) atau pemengalan sungai melalui jalan bawah tanah (Substerranean Cut off). Demikianlah didaerah karst banyak sungai yang menghilang, tapi banyak pula mata air atau sungai-sungai yang dengan tiba-tiba dalam ukuran yang cukup lebar muncul kepermukaan.

Sungai bawah tanah yang mempunyai terowongan lebih lebar yang dibutuhkan untuk mengalirnya air, di USA ada yang benar-benar dijadikan terowongan kereta api dengan memasang rel disamping sungai bawah tanah itu. Bentukan semacam ini terdapat di Virginia, panjang terowongan itu lebih kurang 300 m tingginya 25 m dan lebarnya 45 m. Orang menyebutnya terowongan Alam (Natural Tunnel).

GAMBAR 49
PEMENGGALAN SUNGAI BAWAH TANAH

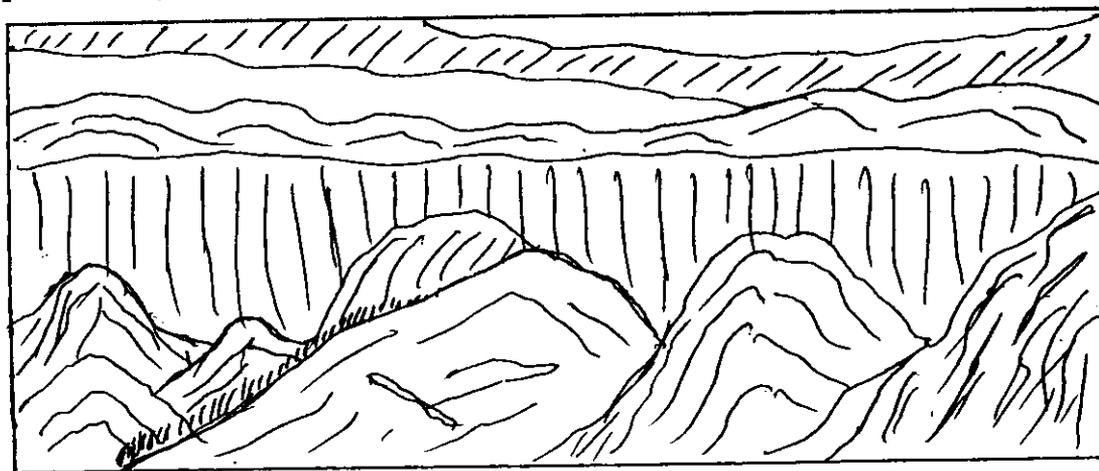


TEROWONGAN ALAM



Penggunaan lain yang juga unik dari bentukan alam semacam itu adalah pembuatan jalan melintang diatas sungai bawah tanah itu, sehingga terbentuklah semacam jembatan yang disebut dengan jembatan alam (Natural bridge). Ini juga terdapat di Virginia (USA) ada pula yang menamakan bentukan tersebut dengan jembatan karst (Karst Bridge). Berikut ini adalah gambar jembatan alam.

Sisa erosi dibawah karst dapat berupa bukit sisa (Residual Hill) yang dapat dipersamakan dengan "monadnock^s" dalam syklus fluvial. Bukit semacam ini disebut hum (S) di Yugoslavia, pipino hill atau haystack Hills di Puertorico.



Di Perancis disebut butles temvines, sedangkan di Cuba disebut mogotes. Gua-gua didaerah kapur juga terjadi melalui proses pelarutan. Gua-gua ini dapat diberi definisi sebagai jalan alami dibawah tanah yang buntu. Bentuknya ada yang sederhana, tetapi ada pula yang sangat bercabang-cabang, arahnya ada yang tegak ada yang miring atau mendatar, kadang-kadang melebar atau menyempit dengan tiba-tiba, ada pula yang terdiri atas beberapa tingkat. Kadang-kadang ada yang dilalui air dan juga terdapat yang kering. Pada gua-gua jelas sekali bahwa pembentukannya disebabkan oleh pelarutan pada celah-celah atau pada bidang lapisan, yang kemudian melebar menjadi gua yang besar.

GAMBAR 50
GUA KAPUR DENGAN STALAKTIT, STALAKMIT
TIANGAN DAN HELIKTIT



Didalam gua kapur terdapat bentukan-bentukan hasil calcium carbonat (CaCO_3) pada dasar langit-langit dan pada dinding gua-gua itu. Hal ini disebabkan karena larutan calcium bicarbonat (CaHCO_3), jika keluar dari batuan akan melepaskan CO_2 nya kembali ke udara dan terjadi lagi CaCO_3 yang diendapkan. Proses itu dapat dituliskan dalam persenyawaan kimia sebagai berikut :



Maka terbentuklah hasil-hasil pengendapan kapur seperti yang telah dikemukakan tadi. Keseluruhan bentukan tadi yang terjadi didalam gua tersebut disebut " Cave Travatine " atau " drpstone " karang teritis.

Yang terjadi pada langit-langit gua dan tumbuh kearah bawah disebut dengan stalaktit (Stalactite), yang tumbuh pada dasar gua keatas disebut dengan stalakmit (stalagmite). Kalau stalaktit dan stalakmit itu telah bersambungan sebagai akibat dari masing-masing memperpanjang dirinya disebut dengan " pillars " atau tiangan atau Collumn, Semua yang terjadi tadi itu terjadi karena air menetes-netes dari langit-langit gua, itulah sebabnya hasil bentukannya disebut dengan " drip stone ". Kalau dalam pembentukannya air itu tidak banyak, melainkan hanya cukup untuk membasahi dinding langit-langit dan dasar gua itu saja tidak sampai menetes atau mengalir maka yang terbentuk adalah heliktit (helictite) pada langit-langit, dinding atau dasar gua itu. Heliktit dapat tumbuh ke segala arah yaitu kebawah, keatas dan kesamping. Kalau endapan macam itu terbentuk oleh air mengalir maka oleh " Davis " disebut " flowstone " yang biasa menimbulkan kaskade yaitu air terjun yang bertingkat. Kalau air terjun yang mengandung larutan kapur itu meluap dari sebuah cekungan maka hasil pengendapannya akan berupa cicin mengitari cekungan itu oleh Davis disebut " ring stone ". Itulah bentukan-bentukan ciri khas daerah kapur.

D. SIKLUS MORFOLOGI DAERAH KARST

Beberapa ahli mengemukakan teori mengenai morfologi daerah karst, menurut Davis ada 3 stage (tingkatan) yaitu :

1. Yout Stage
2. Maturity Stage
3. Old Stage.

Sekali berlangsung ketiga tingkat ini disebut Geomorphic Cycle, umur tingkat jenis batuan tidak dihitung menurut umur geologis tetapi menurut bentuknya atau menurut perubahan morfologinya. Permulaan terangkat pada permukaan terdapat bentukan kannen dan beberapa dolina yang tersebar.

1. Y o u t h S t a g e :

Dolina bertambah banyak dan masing-masing memperlebar dirinya. Kalau semua aliran menjadi aliran bawah tanah lereng-lereng dolina menjadi landai, terhadap Valley Sinks maka Youth Stage ini berakhir.

2. Maturity Stage :

- Dolina menjadi Uvala.
- Semua aliran bawah tanah.
- Terdapat papino hills.
- Didasar uvala terdapat blind Valley lembah tertutup yang tepinya curam.
- Pada dasar blind valley ini air menghilang kebawah tanah kalau pocket valley mungkin tergenang didalam air tanah.

3. Old Stage :

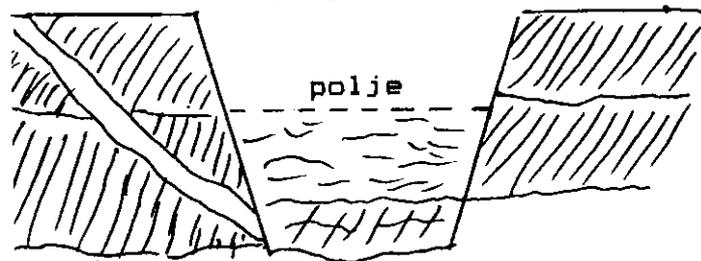
- Deretan bukit diantara uvala menjadi kecil dan lebih rendah.

- Pepino hill menjadi terpisah.
- Permukaan pada umumnya sudah hampir medekati muka air tanah dan disana-sini terdapat pipino hill.
- Tingkat terakhirnya menyerupai peneplain dengan pepino hill menjadi titik padanya.

Depressi yang luas didaerah kapur disebut dengan " polje " dan ditaksir sebagai suatu graben atau slenk. Dindingnya tegak dan sekitarnya tertutup, biasanya berbentuk eplis, dasarnya rata dan terdiri dari bahan-bahan aluvial.

Biasanya mempunyai aliran dipermukaan dan ditengahnya terdapat danau. Dasar polje sering tergenang sebagai akibat perluasan danau tadi. Air danau berasal dari luar yang masuk melalui ponore adalah gang mendatar yang berbentuk seperti pipa berfungsi menghilangkan atau mendatangkan air.

GAMBAR 51

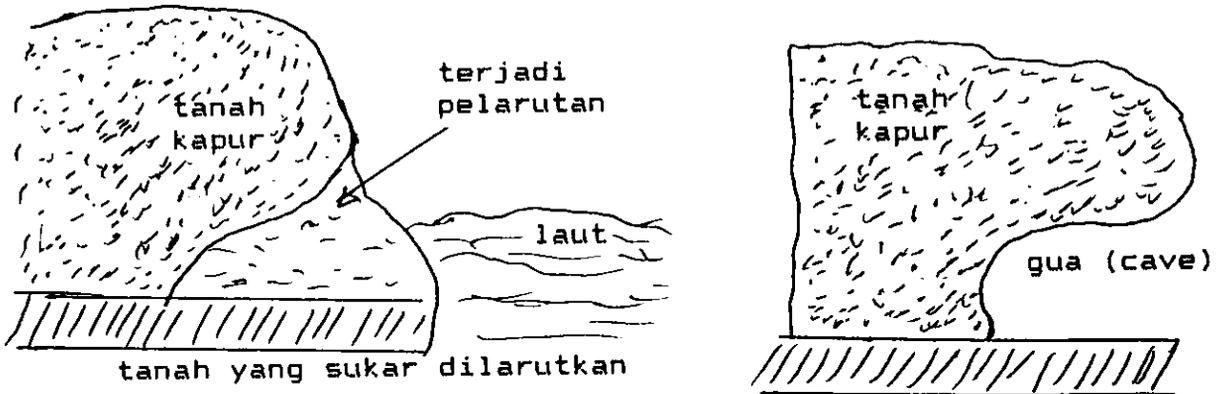


Menurut Escher maka polje adalah pertumbuhan dari uvala

Didaerah kapur banyak terdapat Covern and Natural bridge (= gua dan jembatan). Gua atau Covern sebenarnya tidak termasuk gejala Geomorfologi karena terbentuknya didalam bumi, tetapi dibicarakan juga karena perkembangan gua dapat mempengaruhi bentuk perkembangan bumi, tetapi dibicarakan juga karena perkembangan gua dapat mempengaruhi bentuk perkembangan bumi (geomorfologi). Gua adalah ,yang mendatar melalui batuan yang besarnya memungkinkan manusia masuk. Terjadinya gua pada batu kapur adalah akibat pelarutan juga

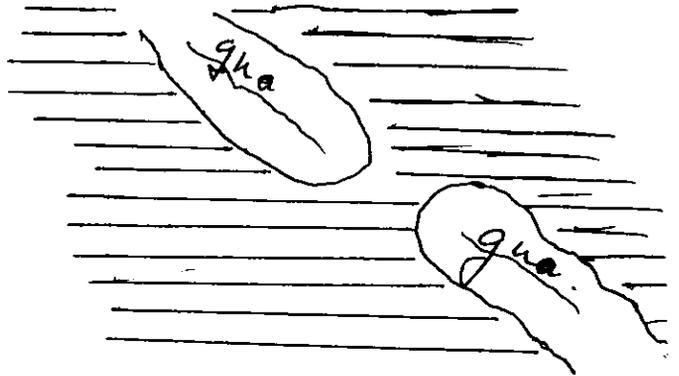
terutama sekali terjadi bila dasarnya tak dapat dilarutkan sehingga air tidak turun lagi, lalu mengalir mendatar mengikis dan memperbesar jalan air itu menjadi gua. Dapat terjadi juga gua bertingkat.

GAMBAR 52



Didalam gua-gua kapur ini akan terbentuk stalaktit dan stalakmit (di Geologi).

Gua yang untuk dapat merubah permukaan bumi kalau gua itu runtuh sebahagian dapat meninggalkan sisa yang berbentuk jembatan yang disebut " Natural Bridge ".



B A B IV

M O R F O L O G I P A N T A I

A. PANTAI DAN PESISIR

Dalam mempelajari morfologi pantai terlebih dahulu kita membedakan antara pantai dan pesisir.

a. Pantai (Coast), adalah daerah mulai dari pesisir kearah darat sampai batas yang kurang jelas, sedangkan garis pantai adalah garis (Coast line) batas antara pantai dengan pesisir.

b. Pesisir (Shore), adalah jalur daerah tempat pertemuan daratan dan laut mulai dari batas muka air pada waktu pasang surut terendah menuju kearah darat sampai batas tertinggi yang mendapat pengaruh gelombang pada waktu badai.

Garis pesisir (Shore line) adalah tempat letak muka air pada pesisir pada suatu saat. Letak garis itu tidak tetap, melainkan bergeser-geser diatas pesisir. Biasanya shore dan shore line selalu dianggap sama saja. Adapun daerah pesisir dapat dibagi atas :

1. Fore shore adalah bahagian pesisir mulai dari muka pasang terendah sampai garis ketinggian muka air pada saat pasang naik.
2. Back shore adalah bahagian pesisir mulai dari batas fore shore sampai garis pantai.

B. JENIS PANTAI MENURUT LATAR BELAKANG STRUKTUR DARATAN DAN PERUBAHAN PERMUKAAN AIR LAUT

1. Menurut latar belakang struktur daratan maka dapat dibedakan atas dua macam pantai :

a. Type Pasifik yaitu pantai yang sejajar dengan arah pegunungan lipatan. Terdapat



disekitar Samudra Pasifik. Pantai type ini biasa juga disebut dengan pantai Concordan.

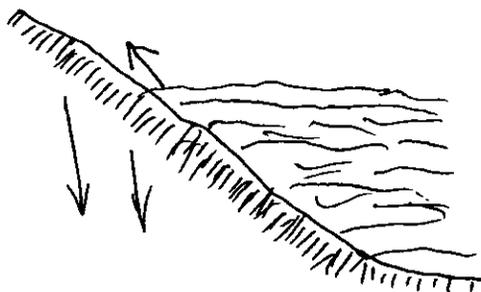
b. Type Atlantik yaitu pantai yang tidak searah dengan



pegunungan lipatan, bahkan berpotongan, dengan pergunungan yang ada dibelakang pantai tersebut. Pantai type ini disebut dengan pantai Discordan.

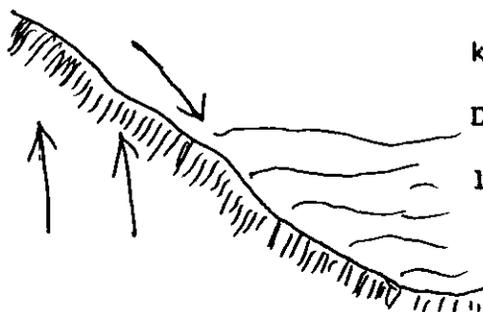
2. Bila kita menilik pada perubahan permukaan air laut maka ada dua jenis pantai yaitu :

a. Coast Line of Submergence yaitu pantai yang relatif turun terhadap laut disini pantai



berpindah ke daratan karena air laut naik. Contoh pantai timur laut Amerika utara dan pantai Eropa barat laut.

b. Coast of Emergence yaitu pantai relatif naik terhadap



air laut. Disini pantai berpindah kelautan karena air laut turun. Daerah yang mula-mula dasar laut yang rata tempat

pengendapan / sedimentasi berlangsung akan muncul kepermukaan pantai disebabkan turunnya permukaan laut. Garis pantai pada umumnya lurus.

C. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI MORFOLOGI PANTAI :

1. GELOMBANG :

Angin merupakan faktor yang terpenting bagi terjadinya gelombang yaitu terutama oleh gesekan dan tekanan. Gelombang terdiri dari punggung dan lembah gelombang. Jarak Horizontal antara dua puncak gelombang atau antara dua lembah gelombang berdekatan disebut panjang gelombang, sedangkan jarak Vertikal keduanya disebut tinggi gelombang.

Periode gelombang ialah waktu yang dibutuhkan oleh dua lembah atau dua buah punggung gelombang yang berurutan untuk melalui sebuah titik tertentu.

Kecepatan gelombang adalah kecepatan Bergeraknya suatu gelombang dalam suatu satuan waktu, atau boleh dikatakan juga jarak yang dapat ditempuh oleh gelombang dalam suatu satuan waktu. Misalnya : 10 km/jam.

Panjang, tinggi dan periode serta kecepatannya suatu gelombang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

- a. Kecepatan angin bertiup
- b. Lamanya angin bertiup
- c. Luasnya daerah tempat angin bertiup
- d. Dalamnya laut.

Gelombang dapat dibagi atas dua type :

- a. Wave of Oscillation
- b. Wave of translation.

Ad. a. Wave of Oscillation (Oscillation Wave)

Pada gelombang ini butir-butir air bergerak membentuk lingkaran yaitu bergerak maju pada puncak, naik dibagian muka mundur pada lembah dan turun dibagian belakang gelombang. Tetapi sesungguhnya butir-butir air itu juga bergerak sedikit, karena kecepatan bergerak maju dipuncak lebih besar dari kecepatan gerak mundur dilembah gelombang, sehingga setelah menempuh satu gelombang putaran, titik air itu tidak tepat kembali kepada titik semula, melainkan agak kedepan sedikit. Gerak kedepan dari massa air semacam ini lebih besar apabila gelombang mempunyai tinggi yang besar.

Ad. b. Wave of translation. (Solitary Wave)

Pada type ini air bergerak maju searah dengan tujuan gelombang, tanpa diimbangi oleh gerak mundur. Juga disini gelombang tidak merupakan rangkaian punggung dan lembah gelombang, melainkan merupakan kesatuan yang menyendiri. Oleh karena itu kepadanya diberi sebutan solitary wave. Gerak butir air yang terletak dipermukaan membentuk parabol, sedangkan yang lebih bawah permukaannya gerakannya lebih mendatar, bahkan yang terletak didasar sendiri bergerak lurus.

Solitary wave terjadi setelah Oscillatory wave memecah, ia tidak mempunyai punggung dan lembah gelombang yang jelas, tetapi memperlihatkan punggung-punggung yang diselingi oleh permukaan yang rata. Ditinjau dari segi pengangkutan material didasar laut dan pengerjaan geologis lainnya gelombang type kedua ini lebih efektif dari yang pertama, karena seluruh kekuatannya diarahkan kemuka.

Oscillatory wave ada dua macam yaitu :

- a. Yang langsung terjadi dipengaruhi oleh angin.
- b. Yang terjadi oleh angin tetapi telah jauh bergerak keluar dari daerah tempat angin bertiup. Dari segi bentuknya kedua macam ini ada perbedaannya karena yang kedua ini lebih rendah lebih panjang dan kurang terjadi pemecahan pada puncaknya, lagi pula kurang komplek dari yang pertama.

Yang pertama dalam bahasa inggris disebut Wind Wave, forced Wave atau Sea Wave dan yang kedua disebut Swell atau Free Wave (= alun).

Kalau gelombang Ocilasi bergerak kedaerah yang berangsur-angsur mendangkal, kecepatannya menurun panjangnya berkurang dan bentuknya menjadi tidak semetris karena lereng depan menjadi lebih curam dari lereng belakang, sehingga akhirnya puncaknya jatuh mendahului lerengnya, maka terjadilah pemecahan gelombang yang dalam bahasa inggris disebut surf (breakers) dalam bahasa Belanda disebut brending. Mulai dari sinilah gelombang oscilasi berubah menjadi gelombang transilasi (soliter). Air yang bergerak kemuka mulai dari surf disebut swash, yang kemudian setelah mencapai titik terjauh hingga tak dapat maju lagi maka ia akan bergerak mundur kembali dan dikenal sebagai back wash.

Disamping yang telah dikemukakan diatas ada lagi sejenis gelombang yang lain yaitu yang terjadi oleh gempa bumi sub marine, letusan gunung api atau tanah longsor, gelombang semacam ini disebut tsunami. Kecepatan tsunami ada yang mencapai 300 km/jam sedang panjang gelombangnya ada yang lebih dari 150 km dan tingginya ada yang mencapai 40 m.

tsunami dapat menimbulkan erosi yang sangat besar dalam waktu singkat, jauh lebih besar, dari gelombang biasa selama bertahun-tahun. Suatu contohnya adalah yang terjadi akibat letusan gunung Krakatau pada tahun 1883 masih beruntung karena tsunami jarang terjadi.

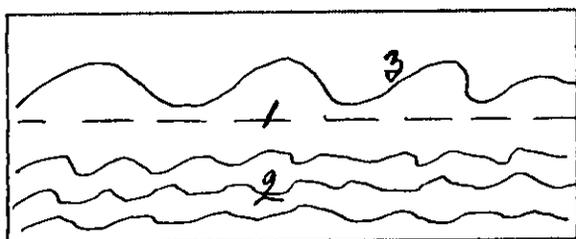
2. A R U S.

Arus berbeda dengan gelombang karena disini massa air terus bergerak maju. Arus permukaan terutama disebabkan oleh angin. Dengan demikian berarti ada hubungannya antar peredaran udara umum dipermukaan bumi dengan arah arus laut. Dalam hal ini ada pula perbedaan antara pengertian antara arus barat dengan angin barat. Misalnya : angin barat adalah angin yang datang dari barat sedangkan arus barat adalah arus yang bergerak ke barat. Dari arah yang umum itu, arah arus dipengaruhi oleh rotasi bumi dan oleh bentuk serta letak benua. Apabila arus mencapai pantai, maka membeloklah ia menuruti bentuk benua itu menjurus pantai dan disebut arus Longshore (longshore current) atau litoral current (arus pantai). Longshore current juga terjadi kalau gelombang mendekati pantai dengan arah miring. Kemampuan arus untuk mengerosi tidak seberapa besar, tetapi ia mampu mengangkut bahan - bahan pada dasar laut dangkal. Oleh karena itu ia bekerja sebagai faktor yang penting dalam proses sedimentasi di pantai.

Dalam hal pengangkutan oleh arus ini dapat pula dibedakan antara longshore drifting dengan beach drifting. Pengangkutan oleh longshore drifting current telah jelas.

Sedangkan yang dimaksud dengan beach drifting adalah : Kalau gelombang menuju pantai dengan arah miring swashnya naik diatas pesisir dengan arah yang sama dengan gelombangnya, sedangkan back swashnya turun tegak lurus terhadap garis pesisir (dalam arti sempit). Oleh karena itu pengangkutan akan menempuh jalan yang berbentuk parabola, dan secara berangsur-angsur pengangkutan terjadi sepanjang pesisir mengikuti arah bagian gelombang.

GAMBAR 53
BEACH DRIFTING



1. Batas bawah beach.
2. Arah gelombang yang miring
3. Arah gerak material yang ada.

Apabila beach drifting searah dengan longshore current maka gerakan material akan jelas, tetapi kalau beach drifting berlawanan arah dengan longshore current, maka gerak material kasar searah dengan beach drifting, sedang gerak material halus searah dengan longshore current. Karena itu kalau material pembentuk sedemen itu kasar, berarti beach drifting memegang peranan yang lebih penting dari longshore current dalam pengangkutannya. Kalau material itu halus sebaliknya yaitu longshore currentlah yang memegang peranan penting.

3. P A S A N G :

Pasang juga dapat menghasilkan arus yang dalam ukuran lokal, cukup cepat untuk mengangkut material-material bahkan kadang-kadang cukup kuat untuk mengikis (mengabrasi, mengkorasi). Perbedaan tinggi muka air akibat pasang didanau-

danau dan dilaut tertutup sedikit sekali, tetapi diteluk-teluk yang berbentuk corong dan diestuaria-estuaria tampak dengan jelas.

Telah dikemukakan bahwa gelombang menyebabkan masa air bergerak ketepi, air itu kembali ketengah (menurut salah satu teori) melalui pengaliran pada dasar. Pengaliran semacam ini disebut undertow, ada pula yang mengemukakan bahwa air itu kembali dalam bentuk rip current. Rip current berbeda dengan undertow karena undertow lebarnya tanpa batas, sedangkan rip current mempunyai lebar yang terbatas. Ada yang menyebutkan rip current itu dengan rip tide tetapi istilah itu tidak tepat karena tidak ada hubungannya dengan pasang.

Adanya rip current didukung oleh adanya :

- a. Jalur air yang menuju ketengah dengan warna coklat akibat banyaknya lumpur yang dikandungnya.
- b. Jalur air yang berwarna hijau yang menuju ketengah yang menunjukkan adanya bagian dasar laut yang lebih dalam.
- c. Jalur air yang bergerak ketengah.
- d. Pemutusan pada rangkaian Breakers.
- e. Daerah yang berbusa lebih-lebih bila dasar lautnya berbatu-batu.
- f. Benda-benda yang terapung bergerak ketengah.
- h. Saluran-saluran/lembah-lembah yang dangkal pada dasar laut yang juga berhubungan dengan hal ini.

D. PERKEMBANGAN EROSI PADA COAST LINE

1. Pada pantai curam (sea cliffs)

Bila didepannya langsung terdapat laut dalam maka gelombang yang datang dipantulkan kembali. Bila didepannya terdapat timbunan puing atau lainnya yang dapat menyebabkan terjadinya gelora maka pada bahagian muka cliffs akan terbentuk Wave Cut Nock (Lengkungan di pantai akibat gelombang) yang mempunyai garis tengah setinggi permukaan air pasang naik. Kalau cliffs itu terdiri dari tanah kapur maka dapat terjadi lautan yang menyebabkan terjadi gua pantai atau sea cave. Hal ini dapat terjadi pula jika didalam batuan besar yang keras terdapat batuan lunak yang lebih mudah dihancurkan. Bila suatu tanjung mendapat serangan dari dua pihak maka gua laut bisa bertemu dan menghasilkan gelombang laut atau sea arch. Bila mana gelombang itu runtuh terjadilah pijangan atau stock yang terpisah sama sekali dari daratan atau bisa juga disebut terpisah dari midland.

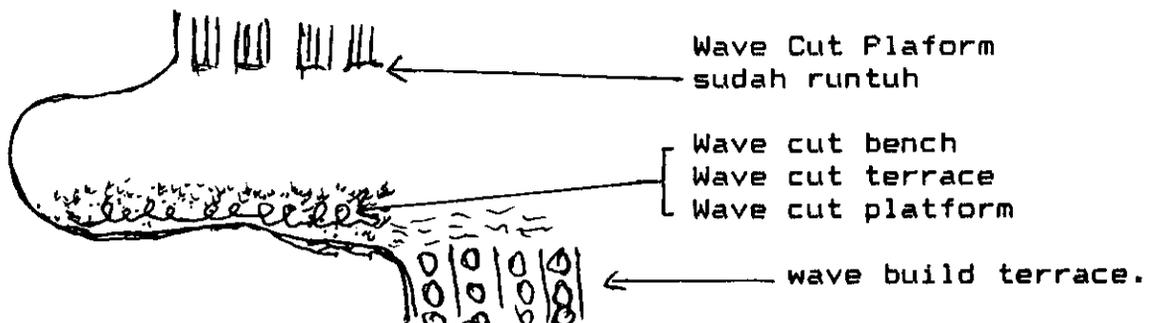
2. Wave Cut Platform

Oleh keruntuhan-keruntuhan clif berpindah arah kebelakang, kemudian oleh gelombang translatie dikaki clif itu terbentuk self-self yang sempit yang makin lama makin bertambah besar. Air yang maju berupa gelombang translasi mundur kembali dibagian bawah dibawa oleh gelombang yang datang merupakan undertow (arus balik bawah). Arus ini mengangkut bahan-bahan keluar tetapi tidak semuanya terangkut karena dihalangi oleh gelombang yang datang sehingga beban itu dikembalikan lagi dan dipergunakan sebagai bahan pengikis.

Shelf pada batuan dihasilkan oleh kerja sama antara serangan langsung pada dasar cliff dan gerak datang/pergi pada gelombang serta undertow disebut Wave cut plat form atau Wave cut terrace atau juga disebut dengan Wave cut beach.

Bahan yang diangkut tadi diendapkan diluar Wave cut beach dan akan menghasilkan Wave build terrace.

GAMBAR 54



3. Plain (Plain of marine erosion)

Kalau wave build terrace dapat membentuk terrace dataran erosi marine yang luas disebut plain of marine erosion. Pembentukan plain of marine erosion dibantu oleh 3 faktor :

- a. Sub aerial degradation (= degrassi marine)
- b. Rising of sea level (= naiknya muka laut)
- c. Sinking of land (= turunnya daratan).

Plan of marine erosion yang luas terdapat di South Island (New Zealand), dan diduga pula pulau Helgoland di laut utara dipersempit dengan cara demikian. Suatu plan marine erosion yang telah lama muncul diatas permukaan laut mempunyai tanda-tanda :

- a. Sistim drainage superposed.
- b. Permukaannya rata.
- c. Kearah pedalaman terdapat bekas cliff.

- d. Tertutupnya dengan lapisan sedimen yang mendatar.
- e. Bukit-bukit kecil bekas stock (kalau ada) mempunyai batas-batas yang jelas dengan daerah sekelilingnya.

4. Abrasion Platform

Wave base dari storm wave (badai yang terbesar ditaksir 600 kaki) maka daerah yang lebih dangkal akan terjadi erosi dan degradasi. Ditempat yang lebih dalam dari 600 kaki akan terjadi " Abrasion platform " (bidang daratan abrasi).

5. Continental Shelf

Tempat sedimentasi terakhir terletak diluar daratan abrasi pada kedalaman kira-kira 600 kaki. Endapan yang terbentuk disana disebut dengan Continetal terrace atau Continetal shelf atau Build platform.

Continental shelf yang luas terdapat di :

- Eropah barat laut
- Amerika utara bahagian timur
- Asia tenggara
- Australia barat (Sahul plat).

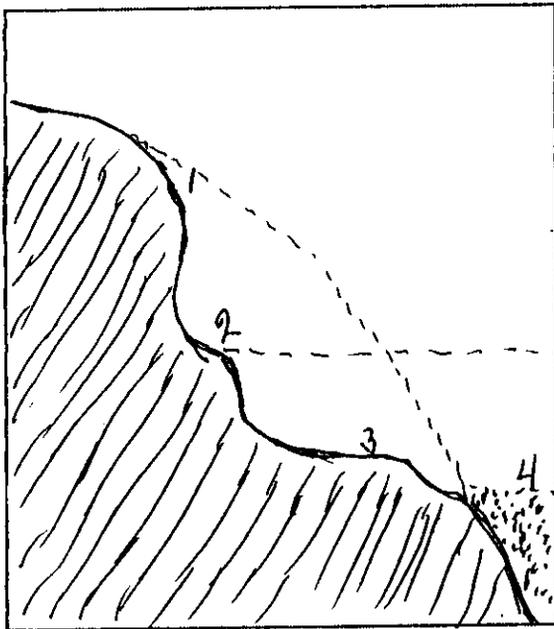
Sedangkan continental yang sempit terdapat di :

- Afrika barat
- Amerika barat

Abrasion platform dan marine build terrace bersama-sama disebut Continetal Shelf. Continetal shelf yang luas bisa mencapai ratusan Km contohnya Sunda plat.

Keseluruhan penampang pesisir ini dapat kita gambarkan seperti tertera disebelah ini :

GAMBAR 55

Keterangan :

1. Cliff
2. Wave cut bench
3. Abrasion platform
(bidang abrasi)
3. Marine cut terrace
(teras hasil pengikisan).
4. Marine build terrace
(teras hasil pengendapan)
5. Continental shelf.

E. BENTUK-BENTUK HASIL PENGENDAPAN MARINE DIPESISIR ATAU DI PANTAI

Bentuk hasil pengendapan marine dipesisir dapat dibagi atas dua golongan yaitu beach dan bar.

1. Beach.

Beach adalah timbunan puing batuan diatas dan sepanjang wave cut beach yang hanya bersifat sementara, mungkin sekali beach itu merupakan kesatuan yang amat panjang, tidak terputus-putus dan kadang-kadang meliputi ratusan Km. Tetapi kadang-kadang hanya merupakan kesatuan yang pendek saja, terletak setumpuk demi setumpuk dalam ukuran pendek dan kecil. Pada pantai yang berkelok-kelok, beach terbatas pada teluk-teluk dan terletak pada pangkal teluk itu. Oleh karena itu biasa disebut dengan bay head beach atau pocket beach atau crescent beach. Didepan semenanjung jarang terdapat dan kalau terdapat juga maka disebut headland beach.

Beach yang terjadi pada waktu badai, oleh gelombang badai, letaknya agak jauh ke darat dan ini disebut storm beach. Telah dikatakan diatas bahwa beach itu bersifat sementara karena sewaktu-waktu bisa disapu bersih oleh gelombang pada waktu air naik lebih tinggi daripada ketika beach itu terbentuk. Akan tetapi pada pantai yang bergeser ke arah laut, sifat beach itu lebih menetap (semi permanent). Inipun disebabkan karena naiknya air dapat diimbangi oleh kenaikan daratan. Bahan pembentuk beach dapat berasal dari laut atau dari darat, dan mungkin pula sebagian dari darat dan sebagian lagi dari laut. Pembentukan beach yang penting adalah solitary wave, sedang oscillatory membantu dalam menyiapkan bahan.

2. B A R.

Bar adalah gosong pasir dan kerikil yang terletak pada dasar laut yang terjadi oleh pengerjaan arus dan gelombang. Kadang-kadang gosong ini muncul diatas permukaan laut dan kadang-kadang terbenam seluruhnya oleh air laut. Bar meliputi beberapa macam, pembagian ini di dasarkan atas terutama letak dan bentuknya.

a. Spit. yaitu bar yang satu ujungnya terikat dengan daratan sedangkan ujungnya yang lain tidak. Bentuknya kebanyakan lurus, sejajar dengan pantai, tetapi oleh arus yang membelok ke arah darat. Spit yang membengkok itu disebut kook atau recurved spit (spit bengkok).

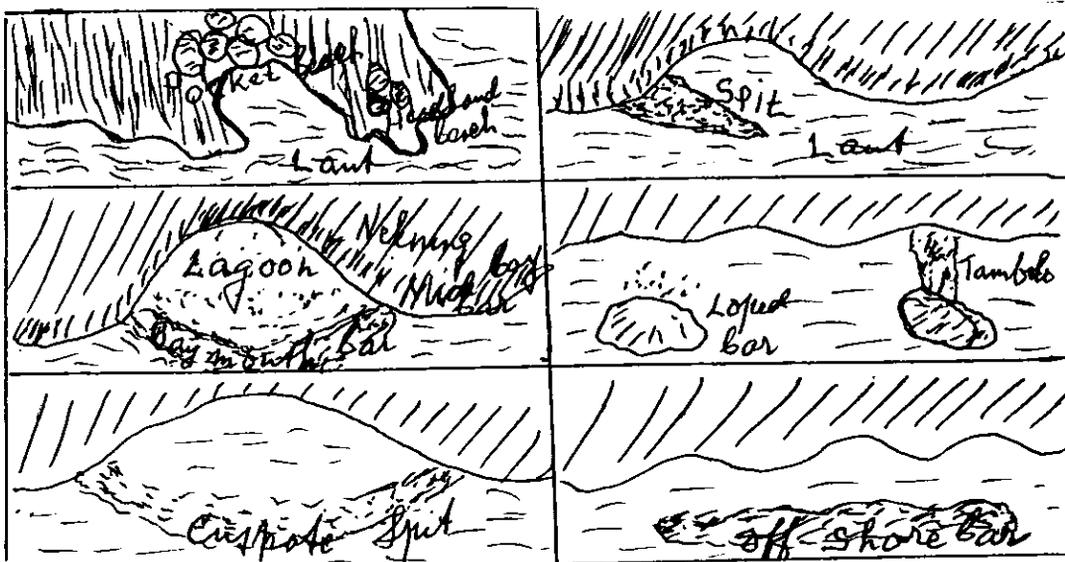
Dalam pertumbuhan selanjutnya dapat terjadi kook majemuk yaitu apabila hook itu membengkok beberapa kali. Kalau

bilamana hook atau spit tumbuh disebelah menyebelah semenanjung maka akan kita peroleh kesan bahwa semenanjung itu bertanduk atau bersayap.

- b. Bay mouth bar yaitu sebuah spit yang kedua ujungnya terikat pada daratan atau pada spit yang lain yang terikat pada daratan. Sebuah bar macam ini yang menyeberangi teluk dibagian muka (pada muka teluk) disebut bay mouth bar. Kalau menyeberangi teluk dibahagian tengah disebut midbay bar, sedangkan kalau menyeberangi di pangkal teluk disebut nekrung (en) menurut bahasa Jerman atau bay head bar. Sedangkan bahagian teluk yang dipisahkan akan berbentuk berupa danau pantai yang disebut Hag atau lagoon.
- c. Looped bar ialah spit yang terdapat pada sebuah pulau kecil dengan arah menuju daratan induk, tetapi belum menghubungkan pulau itu dengan daratan induk.
- d. Kalau spit itu menghubungkan pulau itu dengan daratan induk atau dengan pulau lain namanya menjadi tombolo.
- e. Dua buah spit yang saling bertemu diluar pesisir atau sebuah spit yang membengkok dan ujungnya mencapai daratan kembali hingga seolah-olah daratan bertaji, dinamakan cuspat spit atau cuspat bar. Dengan demikian pesisir maju kearah laut dan daratan bertambah luas. Daratan yang bertambah dan terjadi menurut proses semacam itu dinamakan cuspat foreland.
- f. Kadang-kadang bar terpisah sama sekali dari daratan oleh suatu selat dengan posisi sejajar dengan pantai. Kadang-kadang muncul keatas permukaan laut, dan kadang-kadang

tenggelam sama sekali, bentukan semacam ini disebut offshore bar (gosong pasir lepas pantai). Untuk jelasnya perhatikan gambar berikut :

GAMBAR 56
BERBAGAI BENTUKAN HASIL PENGENDAPAN MARINE



Mengenai pembentukan spits dan bars ada beberapa pendapat. Tetapi spit pada umumnya merupakan hasil pengendapan dari longshore current apabila longshore itu melalui semenanjung sambil mempertahankan arahnya yang lurus. Jadi arus itu tidak membelok menurut belokan pantai kedalam teluk sehingga didalam teluk air tetap tenang, maka spit akan tumbuh pada perbatasan daerah yang tenang dengan arah yang berarus. Arah memanjang sesuai dengan arah arus itu. Kalau arus membelok juga spit akan membelok merupakan hook (resurved spit).

Arus pasang rupa-rupanya tidak berpengaruh didalam pembentukan spit dan bar, karena kita menemukan adanya spit dan bar yang berbetuk/letaknya berlawanan dengan arah arus pasang. Sementara itu didaerah yang tidak ada arus pasang sering kali tumbuh pula spit dan bar.

Mengenai pembentukan spit dan bars ini LEWIS (1931 - 1932) mengemukakan teorinya yang lain yaitu bahwa " sebenarnya longshore current hanya menyediakan bahan-bahan saja dalam pembentukan spit dan bars, sedangkan pembentukannya dilakukan oleh gelombang badai yang datangnya miring kearah pantai". Jadi dalam hal ini berarti bahwa gelombang badailah yang memegang peranan penting dalam pembentukan spit dan bars. Arah bars ini tegak lurus terhadap garis yang ditempuh oleh gelombang. Gelombang yang paling efektif dalam pembentukan bars ini adalah yang berasal dari fetch tulnes dengan frekwensi tinggi, tetapi dengan gelombangnya yang pendek.

Sementara itu STEERS (1948) berpendapat lain pula, ia mengemukakan bahwa " beach drifting memegang peranan penting dalam pembentukan spit dan bars ". Beach drifting dapat mengangkut bahan-bahan sampai ujung spit, oleh karena itu beach drifting dapat memperpanjang spits. Tentang pembentukan offshore ada pendapat yang berlainan terutama sekitar persoalan apakah arus atau gelombang yang memegang peranan penting.

Pendapat pertama berasal dari Gilbert (1980) ia mengemukakan bahwa : kalau dasar laut melandai dan pesisir ketengah, maka gelombang memecah agak jauh dari tepi, serangan air laut agak kuat memusat sepanjang tempat memecahnya gelombang. Shore drift bergerak mengikuti breakers itu, maka pada tempat pertemuan keduanya terbentuklah offshore bar yang tidak terputus-putus yang letaknya agak jauh dari tepi, jadi ia mengemukakan bahwa offshore bar itu dibentuk oleh bahan-bahan yang diangkut oleh longshore current.

Pendapat lain berasal dari De Beanmont (1945), Davis (1990) dan Johnson (1919). Mereka mengemukakan bahwa : bahan-bahan pembentuk offshore bar itu berasal dari dasar laut, akibat serangan gelombang. Dengan bertambahnya material pembentuk bars maka akan munculah bars itu keatas muka laut, mulai dengan secara setempat-tempat hingga merupakan serangkaian yang kemudian oleh pertumbuhannya pulau-pulau itu bersambung satu sama lain hingga merupakan offshore bar yang tidak terputus-putus.

F. KLASIFIKASI PANTAI

Banyak diantara para ahli berbeda pendapat tentang klasifikasi pantai yang kadang-kadang bertentangan satu sama lainnya. Tetapi ditengah perbedaan dan pertentangan pendapat itu kita coba mengungkapkan klasifikasi yang sederhana dan mudah dipahami dan banyak mendapat perhatian dari pada ahli. Satu diantaranya klasifikasi yang dikemukakan oleh Jondson yang mendasarkan klasifikasinya atas perubahan relatif dari tinggi permukaan air laut. Oleh karena itu menurut Johnson ada 4 macam pantai :

- a. Pantai Emergence yang menunjukkan ciri-ciri pengangkatan relatif dasar laut.
- b. Pantai Submergence yang menunjukkan ciri-ciri penurunan daratan.
- c. Pantai Majemuk (compound) yang memperlihatkan ciri-ciri gabungan yang pertama dan yang kedua.
- d. Pantai netral yang tidak menunjukkan ciri kedua tersebut tapi terbentuk oleh hasil pengendapan.

Terhadap penggolongan itu, Monkhouse menganggap perlu menambahkan bentuk pantai semula, sehingga penggolongannya menjadi :

- a. Pantai Submergence yang semula pegunungan
- b. Pantai Submergence yang semula dataran rendah
- c. Pantai Emergence yang semula pegunungan
- d. Pantai Emergence yang semula dataran rendah
- e. Pantai majemuk
- f. Pantai netral

ad. a. Pantai Submergence yang semula pegunungan

Bentuk ini meliputi :

1. Pantai Ria : Pantai ini terjadi kalau pantai bergunung-gunung dan berlembah-lembah dengan arah melintang kurang lebih tegak lurus terhadap pantai, mengalami penurunan secara relatif. Bentuknya berkelok-kelok dengan teluk-teluk berbentuk corong mengarah ke darat, bahagian yang runcingnya dan berangsur-angsur bertambah dangkal bila mendekati pedalaman. Pada tiap teluk itu bermuara sebuah sungai. Contoh pantai Ria terkenal adalah :
 - a. Daerah selatan Tanjung Finisterre (Spanyol barat laut)
 - b. Pantai Cina selatan
 - c. Pantai Irlandia barat daya
 - d. Pantai barat Britania
 - e. Pantai selatan Nusa Boning
2. Pantai fyord : Pantai ini terjadi oleh karena palung-palung gletser yang dalam mengalami pemerosotan relatif sampai dibawah muka laut. Pada Fyord banyak terdapat didaerah yang

dulu mengalami glasial sampai pantai. Contoh pantai ini adalah :

- a. Pantai barat Scotlandia
- b. Pantai Norwegia
- c. Pantai Greenland
- d. Pantai Alaska
- e. Pantai Chili
- f. Pantai New Zealand

3. Pantai Longitudinal (membujur). Ini terjadi pegunungan yang arahnya sejajar dengan pantai yang mengalami penurunan relatif. Bentuk pantainya teratur memperlihatkan garis yang lurus. Didepannya terdapat pulau-pulau yang berderet memanjang dan sejajar. Pulau ini dahulu sebelum penurunan terjadi, merupakan punggung yang sejajar dengan pantai. Contohnya : Sepanjang pantai timur laut Adriatik yaitu pantai Yugoslavia.

ad.b. Pantai Submergence yang semula dataran rendah.

Kalau suatu dataran rendah mengalami pemerosotan akibatnya akan meliputi daerah yang luas. Cekungan-cekungan yang kecil dan landai saja apabila tergenang laut, air akan meliputi daerah yang luas. Dengan demikian muara-muara sungai akan berubah menjadi Eostuaria yang biasanya lebar-lebar, disini ada beberapa macam pantai yang termasuk golongan ini antara lain :

1. Pantai akibat hutan yang tenggelam. Biasanya pantai ini ditandai lapisan peat didasar laut dekat estuaria. Bentuk seperti ini terdapat di beberapa tempat di Inggris.

2. Pantai Fjords. Sekitar dataran rendah Swedia selatan, pantainya yang berkelok-kelok disebut pantai Fjords. Bentuk semacam ini terdapat didaerah yang telah direndahkan oleh pengerjaan glasial, juga didepannya terdapat banyak pulau-pulau.
3. Pantai Jerman. Tipe pantai Jerman ini ada beberapa macam
 - a. Pantai Watten. Pemerosotan menyebabkan sand dune yang dahulunya terletak didaratan, sekarang menjadi sederetan pulau-pulau yang dari daratan hanya dipisahkan oleh selat yang tidak dalam. Kemudian selat yang dangkal itu diisi oleh endapan lumpur, sehingga berubah menjadi rawa-rawa yang dalam bahasa Jerman disebut "Watten" dan dalam bahasa Belanda disebut "Wadden". Bentuk pantai semacam ini terdapat di Nort Sea (East Frision Island).
 - b. Pantai Fohrden. Pantai ini terdapat di Baltik barat. Pantai ini berteluk-teluk yang lurus tetapi panjang, sehingga jauh menjorok kearah darat. Teluk ini adalah bekas lembah sungai yang terjadi juga akibat pengikisan oleh aliran air dibawah lapisan es pada zaman dahulu. Contoh : Kieler Fohrden, Eckernfohrden dan Flensburger.
 - c. Pantai Bodden. Pantai ini terdapat di Baltik selatan. Pulau-pulau yang bentuknya tidak teratur (sangat berkelok-kelok pantainya) terletak didepan teluk yang juga sangat ruwet bentuknya. Pulau-pulau ini adalah sisa dari pemerosotan dan satu sama lainnya

disambung-sambungkan dengan spit serta menutupi beberapa teluk yang tidak teratur. Karena sangat ruwet bentuknya itu disebut Bodden.

d. Pantai Nehrung. dan Haff. Pantai bentuk ini terdapat di Baltik bagian Tenggara.

ad.c. Pantai Emergence yang berupa pegunungan.

Ciri utama pantai ini adalah beach atau cliff yang terangkat letaknya jauh lebih tinggi dari pada yang dapat dijangkau oleh gelombang. Terutama terdapat didaerah yang belum stabil misalnya disekitar laut tengah dimana terdapat garis pantai yang lama yang sekarang ini terletak puluhan meter diatas muka laut dan juga terdapat didaerah kapur di Sulawesi selatan.

ad.d. Pantai Emergence yang berupa dataran rendah.

Pantai ini terjadi pada continental shelf yang terangkat kemuka laut contohnya. Pantai tenggara USA. Batas pantai ini kearah darat adalah Fall line tempat sungai-sungai dari Appalachia menghasilkan suatu air terjun. Dataran pantainya melandai ke continental shelf. Batuannya berupa sedimen marine yang terdiri dari pasir, kerikil, lempung yang mengandung kapur. Laut dangkal terbentang sampai jauh dari pantai, di tempat inilah sedimentasi berlansung terus menghasilkan offshore bars, spits, beaches, sand duned dll. Contoh lain yang bagus adalah pantai teluk Mexico dan pantai Rio Dela Plata di Argentina.

ad.e. Pantai majemuk (Compound)

Banyak pantai yang berkali-kali mengalami perubahan relatif maka laut (naik dan turun), hal ini mengakibatkan

bentukan-bentukan yang ditinggalkannya pun bermacam-macam pula. Ada yang menandakan pengangkatan telah terjadi dan ada yang merupakan ciri penurunan. Oleh karena itulah pantai demikian itu disebut pantai majemuk (Compound). Contoh : Beberapa tempat dipantai Jawa.

ad.f. Pantai Netral.

Pantai seperti ini tidak menunjukkan ciri-ciri akibat pengangkatan maupun penurunan atau hanya sedikit sekali. Tetapi pengendapan bahan-bahan disitu menyebabkan daratan bertambah luas. Pantai ini yang termasuk golongan ini ialah :

1. Pantai Delta : Dimana sungai-sungai yang bermuara kelaut dengan berbentuk delta.
Contoh : Daratan rendah sebelah utara Jawa Barat, sebelah timur pulau Sumatera.
2. Pantai Vulkanis : Dimana bahan-bahan Vulkanis diendapkan sampai pantai karena adanya gunung berapi dekat pantai seperti gunung Muria di Jawa tengah, Gunung Raung dan gunung Dieng di Jawa timur, atau mungkin pula suatu pulau memang hanya terdiri dari bahan vulkanis seperti pulau Krakatau.
3. Pantai Alluvial plain (dataran Alluvial)
4. Pantai Karang : Dimana pantai diperkuat oleh pembentukan gosong-gosong karang, disinipun oleh pengendapan karang daratan dapat bertambah luas.
5. Pantai Sesar : dimana air laut mencapai muka sesar, pantai ini pada umumnya hanya meliputi daerah yang luasnya terbatas.

6. Pantai dimana hasil pengendapan glasial tepi laut. Ini sama halnya dengan pantai delta.

6. SIKLUS GARIS PANTAI SUB EMERGENCE

Setiap pantai yang ada dimanapun juga akan selalu mengalami perubahan baik itu letak garis pantainya maupun proses pengerjaannya. Baik itu disebabkan oleh hasil dari aktifitas marine maupun dari hasil endapan sungai dan turunnya atau merosotnya daratan dan sebagainya yang kesemuanya hal ini akan menyebabkan perubahan pada garis pantai yang dalam hal ini dititik beratkan pada studynya.

1. Initial Stage. Artinya bentuk yang pertama.

Setiap perpindahan garis pantai baik kearah laut maupun karena pengangkutan atau kearah darat karena pemerosotan dapat dianggap sebagai initial stage dalam siklus pantai. Pada garis pantai yang emergence garis pantai tadinya terletak didasar laut jadi telah mengalami pengerjaan marine. Garis pantai yang baru pada pantai emergence ini akan terletak pada daerah yang mula-mulanya mungkin merupakan dataran abrasi atau continental terrace dll. Pantai subemergence mempunyai latar belakang berbukit-bukit.

2. Youth Full Stage

Mempunyai topografi seperti dataran semula.

1. Kalau arah struktur tegak lurus pada garis pantai maka terdapat drowned valley yang menjorok kepedalaman dengan arah sejajar dan makin kemuara makin lebar. Lembah ini disebut "RIAS" dan pantainya disebut pantai Ria, contoh : Pantai dibarat laut Spanyol, pantai Tiongkok selatan. Kalau garis pantai sejajar strukturnya maka

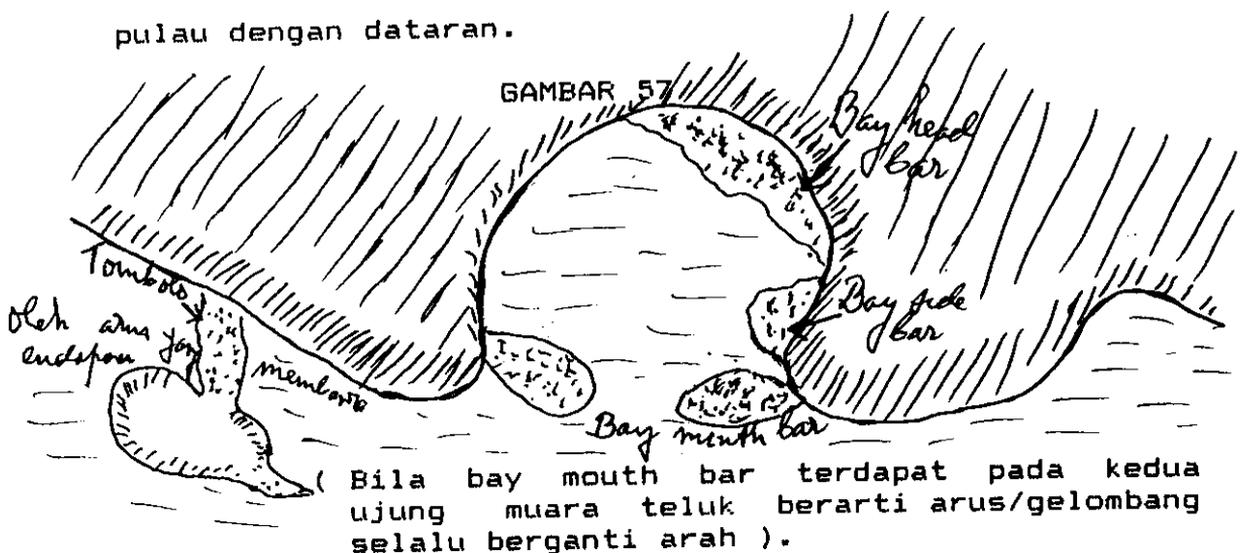
sungai mencapai lembah sempit, memotong bukit. Contoh Golden Gate di San Francisco.

2. Garis pantai yang teratur pada daratan asal diperbesar oleh gelombang. Pada garis pantai ini terdapat cliff-nock-caves wave cut beach-gosong (arch)-stacle. Early youth adalah masa erosi yang besar, puing-puing hasil erosi dijadikan alat pengikat.

3. Youth To Maturity

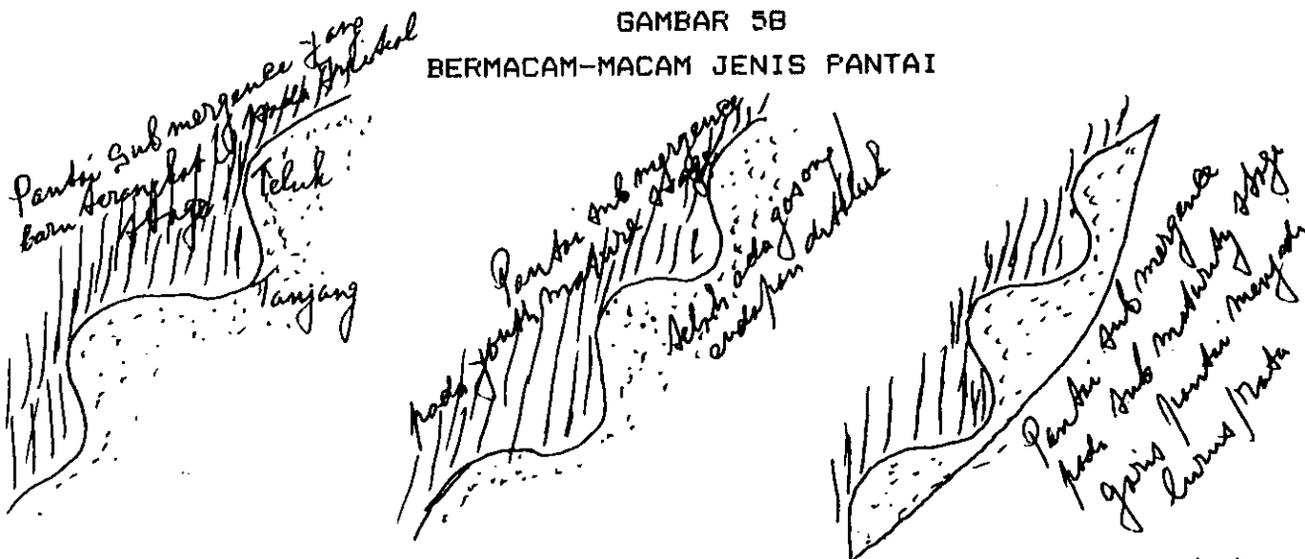
Puing-puing diangkut oleh undertow dan oleh gelombang kearah laut atau oleh longshore current (arus sejajar pantai). Pada stage ini terjadi pembentukan bermacam-macam gosong atau timbunan. Jenis-jenisnya :

- a. Shingle (beach gravel) ialah timbunan kerikil pantai.
- b. Bayhead ialah gosong diujung tanjung/kepala dan teluk.
- c. Bay mouth ialah gosong pada muara teluk.
- d. Bay side bar ialah endapan pada sisi teluk.
- e. Spit recweved spit (hook) ialah gosong pada sisi/pantai pulau yang dapat berubah-ubah letaknya menurut arah angin/gelombang.
- f. Tombolo yaitu endapan atau gosong yang menghubungkan pulau dengan dataran.



Lagune berisi endapan dari laut dan juga dari darat. Lagune juga disebut half. Sementara terjadi pengendapan maka pengikisan pulau dan Tanjung berlangsung terus sehingga sub maturity maka garis pantai menjadi lurus dan sederhana. Pantai yang terdiri dari bagian yang curam dahulu merupakan tanjung dan pantai yang rendah/landai dahulunya merupakan teluk. Pada sub maturity stage garis pantainya disebut juga " grade shore line ".

GAMBAR 5B
BERMACAM-MACAM JENIS PANTAI



Pada pantai Full maturity stage muka garis pantai mundur sampai pada daerah diluar bahagian yang tenggelam seluruhnya terdiri dari Cliff (pantai curam).

4. OLD STAGE.

Oleh kerjasama proses agradasi sub marine dan degradasi sub areal maka cliff yang rendah telah diperendah lagi. Antara daratan dan air dipisahkan oleh garis pada permukaan yang miring dengan landai.

GAMBAR 59

Clif menjadi landai oleh proses
agradasi sub marine degradasi sub areal

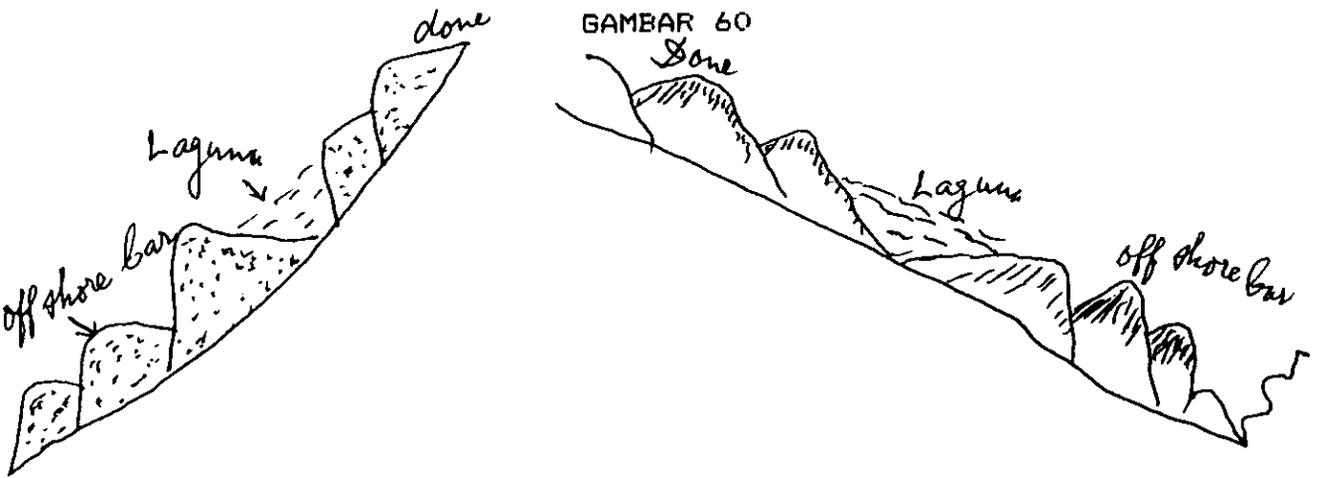
Bagan Tingkat-tingkat Perkembangan pantai sub margin



Keterangan : = Cliff Perhatikan pertambahan cliff dan bars
= bars & beaches. serta beaches mulai gbr 1 s/d 5

H. SIKLUS GARIS PANTAI EMERGENCE.

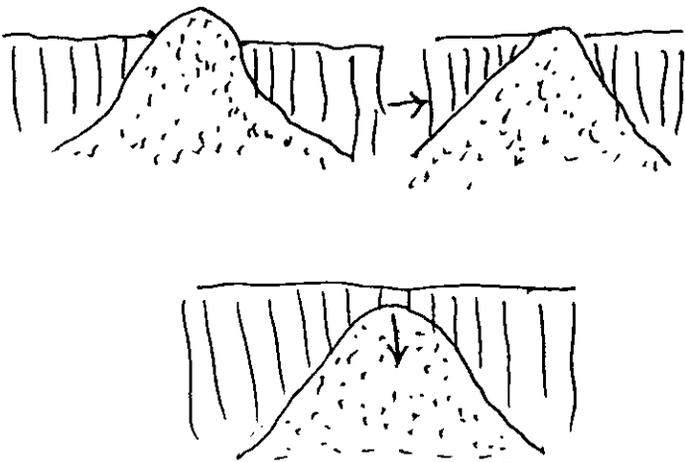
1. Initial Stage : Shore line lurus
2. Youth Stage : Terbentuknya of shore bars didepan garis pantai. Pada late Stage of shore bars di dipindahkan jauh kearah darat hingga antara bars dan garis pantai hanya terdapat lagune yang dangkal. Oleh pengaruh breakers terbentuk cliff-cliff kecil dipantai yang disebut Nip (tebing lebih rendah ditepi pantai).
3. Maturity stage : Terbentuknya pantai falaisa seperti di Normandia (Perancis), Pantai Falaisa adalah cliff yang rendah yang terdapat pada shore line of emergence yang menghubungkan laut dengan Old land



Pada pantai sub mergence bila mula-mula terdapat gosong-gosong karang ditepi pantai atau disebut juga karang pantai, ini akan berubah menjadi karang penghalang atau barrier reef. Dan bilamana daratan itu mula-mula merupakan sebuah pulau yang dikelilingi gosong karang maka akan terbentuk atol. (= pulau karang yang berbentuk gelang).

Gambar. berturut-turut tentang pulau, karang, lagun dan atol.

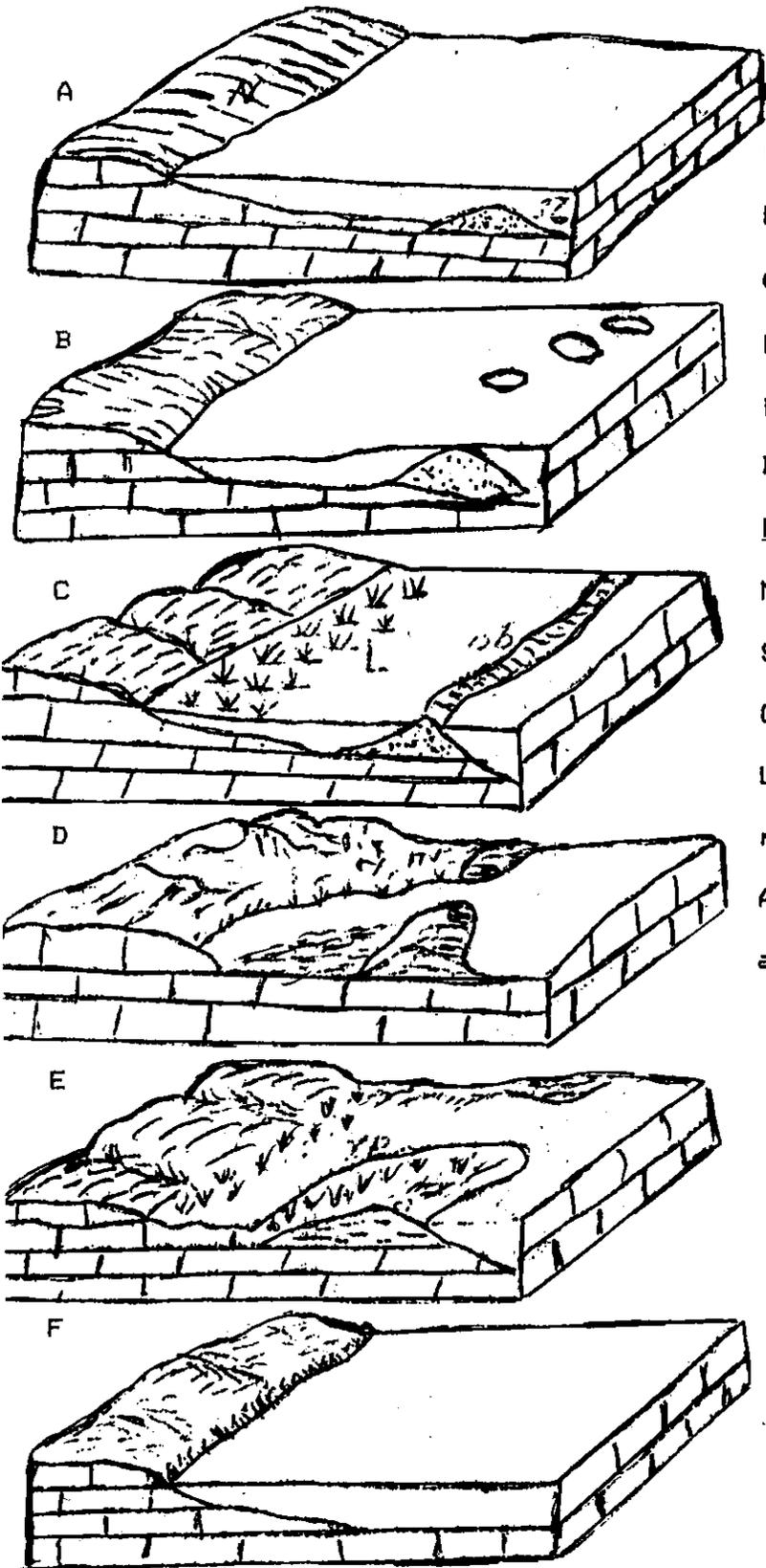
GAMBAR 61



Pulau turun atau air naik menyebabkan gosong karang terus terbentuk dan pada suatu saat kalau pulau itu hilang dipermukaan air maka akan terbentuk atol atau pulau karang dengan lagune ditengah-tengahnya.



GAMBAR 62
Perkembangan garis pantai Emergence



Gambar tingkat perkembangan pantai Emergence yang berupa daratan. Perhatikan pembentukan migrasi dan penghancuran off shore Bars.

Keterangan

N. = Nip (= cliff kecil)

Sb = Sub marine bars

Ob = Off shore bars

L = Lagoon

rp = rawa, pasang

A, B, C, D, E, F,
adalah urutan gambar.

B A B V

PROSES MORFOLOGI DAERAH ASAL ANGIN

(PROSES EOLIS)

Angin sama halnya dengan tenaga-tenaga erosi lainnya dapat menimbulkan perubahan bentuk terhadap suatu bentang alam. Demikian pula akibatnya yang ditimbulkan adalah sangat besar pengaruhnya terhadap kehidupan. Erosi angin sebagaimana air yang mengalir, ia mempunyai alat senjata untuk mengerodir yaitu pasir yang lembut.

A. EROSI ANGIN

Berdasarkan bentuknya erosi angin itu dapat dibagi menjadi :

1. Abrasi atau korasi, (corration).
2. Deflasi (deflation)
3. Atrisi (attrition).

1. A B R A S I.

Abrasi angin dapat menimbulkan beberapa bentuk atau dapat menghasilkan suatu bentang alam yang sangat luas. Gerakannya hanya dapat terjadi dekat dengan tanah/permukaan. Hal ini disebabkan karena angin tak dapat mengangkut pasir lebih dari beberapa feet. Abrasi angin ini berdasarkan kerjanya dapat dibagi menjadi tiga yaitu : polishing dan pitting, grooving dan shaping serta baceting.

Yang dimaksud dengan polishing disini ialah gerakan angin yang bermuatan pasir. Karena tiupan angin atau tiupan yang mengandung pasir ini maka batuan tersebut yang terkena oleh pasir yang ditiup oleh angin akan menjadi berlobang. Hal

inilah yang disebut pitting (melobangi). Selanjutnya setelah pada batuan itu terdapat lobang, lobang tersebut makin lama makin menjadi besar dan dalam. Proses melobangi terus ini disebut grooving. Setelah batuan itu berlobang-lobang, sehingga batuan itu menjadi pecah-pecah dan berkeping-keping. Dengan demikian batuan itu berubah bentuknya menjadi berkeping-keping. Perubahan yang demikian disebut proses Shaping. Sebagai akhirnya setelah berkeping-keping menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi. Menjadi kecil inilah yang disebut sebagai faceting jadi batuan yang terkena abrasi ini tergantung pada kekerasan batumannya. Dengan demikian proses ini juga tergantung pada kekuatan angin sehingga semua ini dapat disebut sebagai blast action.

2. DEFLASI.

Proses deflasi yaitu tiupan angin yang membawa baik debu-debu yang halus maupun bahan-bahan yang kasar dan berat. Dan proses ini disebut sebagai blowout action. Hal ini disebabkan karena deflasi adalah biasa terdapat didaerah dengan penumpukan pasir seperti basin yang kecil atau pada daerah dune. Sehingga deflasi ini mendorong terbentuknya formasi-formasi pada daerah depresi. Bila dibandingkan antara erosi angin dan erosi sungai adalah berlawanan sekali, terutama mengenai daerah sasarannya. Di daerah yang berelief tinggi, kekuatan erosi air lebih kuat sedangkan didaerah yang berelief rendah erosi angin adalah yang kuat disitu. Jadi blowout action ini hanya dapat terjadi setelah rombongan ini mengalami pencucian dan dibawa kedaerah yang lebih rendah/basin dan endapan pada basin itu tentunya sebagian

berasal dari hasil erosi dari daerah sekitarnya. Jelasnya endapan ini dibawa ke basin setelah mengalami bentuk butiran yang halus dan kemudian barulah digerakkan oleh deflasi. Dalam proses Bergeraknya pasir dan bahan-bahan yang berukuran kecil itu oleh deflasi tentunya disertai oleh pemilihan (sorting) bahan-bahan berhubungan dengan ukuran dimana yang kasar akan ditinggalkan. Pemusatan bahan-bahan yang ditinggalkan ini disebut sebagai lag Deposit.

3. ATTRITION.

Suatu proses penyusutan bahan-bahan yang dibawa oleh angin sepanjang waktu diangkut sehingga kerikil-kerikil menjadi pasir, pasir menjadi debu, hal itu disebut Attrition.

8. EOLIS DEPOSIT.

Bahan-bahan yang diangkut oleh angin dapat dibedakan menjadi dua type deposit angin, antara lain ialah :

1. Akumulasi pasir.
2. Endapan silt dan clay atau Loess.

ad. 1. Adanya variasi daripada kecepatan angin mengakibatkan adanya interbedding/endapan yang berselang-seling. Deposit angin ini tidaklah melulu terdapat didaerah gurun dan juga loess tidak hanya terdapat didaerah humid atau subhumid tetapi deposit eolian biasanya terdapat dalam beberapa lingkungan yang non gurun. Lingkungan yang non gurun dimana terdapat deposit pasir ada empat antara lain :

- a. Sepanjang garis pantai.

Baik pada garis pantai laut maupun danau yang batuanannya keras disitu akan terdapat bukit pasir.

- b. Sepanjang aliran sungai didaerah semi arid.
Sungai didaerah semi arid mempunyai volume yang besar dan terdapat banyak endapan yang dapat diangkut oleh angin.
- c. Didaerah dimana perekat sandstone telah hilang dan dapat mensupply pasir. Pasir ini diperoleh terutama dari pelapukan sandstone yang kurang keras.
- d. Didaerah dimana deposit pasir dan loess yang diperoleh dari glacial outwash atau bahan-bahan lacustrine.

ad. 2. Transportasi / Pengangkutan karena angin.

Sepanjang musim panas yang kering tentunya kita akan diingatkan pada adanya debu. Tanah dari jalanan yang tidak diaspal, ladang yang baru dibajak dan lereng-lereng yang tidak terlindung oleh vegetasi akan kering dan berkerut menjadi bagian-bagian yang lebih halus dan mudah dibawa oleh angin takkala angin itu naik. Bahan-bahan yang halus atau debu ini dibawa sampai suatu jarak yang cukup jauh. Dalam angin menstransport pasir dapat dibedakan dalam tiga type gerakan yaitu suspension, saltation dan surface creep.

Suspension adalah relatif tak penting dalam mentransport pasir sebab kecepatan vertikal dari angin tentu akan mengangkat pasir tersebut sesuai dengan besar kecilnya butiran. Tetapi dalam hal mengangkut debu adalah sangat penting dan mengakibatkan oleh tiupan yang turbulent dari angin. Keadaan ini adalah berlawanan dengan tiupan laminair. Kecepatan angin adalah tak tetap tetapi menunjukkan

variasi periode yang pendek dalam kecepataannya, yang dikenal sebagai Gustiness (tekanan angin). Tekanan angin mengakibatkan berputarnya udara dengan sirkulasi kesegala arah.

Arus angin yang menuju keatas memungkinkan suspension dari pada bahan-bahan tanah yang halus tertiuip sampai pada jarak yang jauh. Oleh karenanya maka suspension tak penting dalam pengangkutan butiran pasir.

Sedangkan saltation adalah gerakan meloncat yang disebabkan oleh impact dan rebound dari angin yang bermuatan pasir. Jadi saltation langsung disebabkan oleh tekanan angin terhadap butiran pasir dan gerakannya dari butiran tersebut dapat digambarkan sebagai suatu jalur. Kebanyakan pasir yang ditiup oleh angin adalah dengan cara demikian ini.

Selanjutnya mengenai surface creep dihasilkan karena adanya impact dari pada butiran angin karena saltation. Sebagai dari tenaga angin yang menghasilkan saltation adalah disebabkan karena bounding butiran pasir dan gerakannya adalah teratur tetapi kadang-kadang tersebar menjadi pecahan-pecahan lagi diatas permukaan dimana pasir jatuh. Bagaimanapun tenaga angin ini tidaklah hilang tetapi gerakannya menjadi lambat karena benturan yang teratur dari permukaan pasir sehingga membentuk surface creep tersebut.

Angin dalam mengangkut butiran pasir yang halus mengakibatkan debu bertebaran. Bila udara ini bergerak berputar sebagai suatu spiral maka gerakan udara atau angin ini disebut Whirlwind atau badai debu. Pada umumnya badai debu ini disebut Summoons, namun sebetulnya adalah merupakan badai

pasir bilamana angin membawa butiran pasir, Di daerah Cina Utara dan Mongolia Selatan, badai debu ini disebut Heifengs (angin hitam) dan Huang-fengs (angin kuning). Hal ini tergantung warna dari debunya.

C. PENGENDAPAN KARENA ANGIN.

Pengendapan karena tiupan angin dapat dibedakan dalam tiga cara yaitu sedimentation, accretion dan encroachment.

Sedimentation dapat terjadi bilamana butiran yang dibawa oleh angin itu jatuh setelah gerakannya menjadi lambat. Jatuhnya butiran pasir ini dapat terus bergerak kedepan karena saltation ataupun karena surface creep. Kebanyakan bahan-bahan yang diangkut oleh suspension diendapkan secara demikian ini.

Sedangkan pengendapan secara accretion dapat terjadi bila butiran pasir bergerak karena saltation dan memukul membentur permukaan. Dengan kekuatan semacam ini maka butiran-butiran pasir itu bergerak maju secara teratur sebagai surface creep. Jadi accretion ini adalah pengendapan sebagai akibat gabungan dari gerakan saltation dan surface creep. Bilamana sedimentation terjadi dan butiran-butiran itu tidak bergerak oleh accretion butiran-butirannya akan bergerak sepanjang permukaan sampai ia menemukan tempat pemberhentiannya disuatu tempat yang agak cekung. Pengendapan karena encroachment dapat terjadi bilamana permukaan daripada pengendapan tidaklah halus/datar tetapi bergelombang. Butiran-butiran pasir yang bergerak karena surface creep itu terhalang dan terhenti tetapi yang bergerak karena saltation masih dapat berjalan terus.

D. TYPE ENDAPAN PASIR.

Bilamana kita melihat baik pantai laut atau pantai danau yang besar dimana pantainya datar dan dibangun oleh pasir yang tercuci karena pukulan gelombang. Pasir-pasirnya telah terurai itu tidak lagi terikat dan bilamana kering dimungkinkan sekali untuk diangkat oleh angin. Angin pantai sering bertiup dengan kekuatan besar sehingga terangkat atau tertiuap sepanjang permukaan tanah sampai menemukan penghalang lalu terhenti.

Jadi dalam pembentukan deposit pasir, vegetasi pegang peranan penting sebagai penghalang. Oleh karena itu maka dapatlah dibedakan dua kelompok besar type endapan pasir, yaitu :

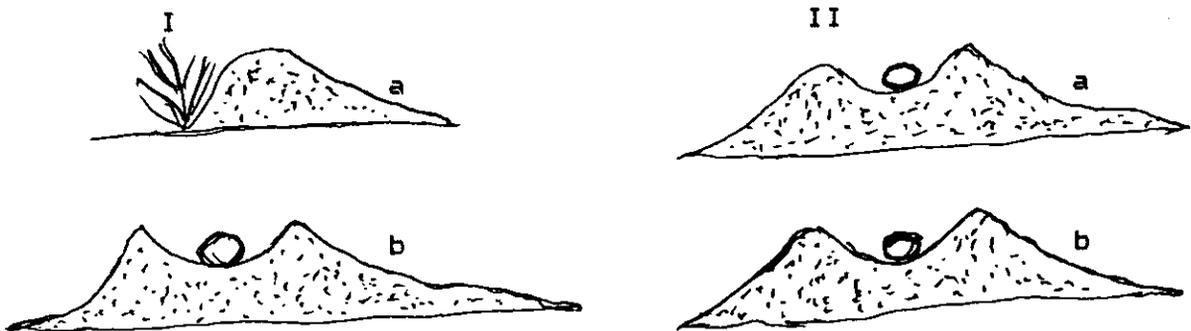
1. Bentuk skala kecil, antar lain ialah ripple kecil/riple ridges diatas permukaan pasir.
2. Bentuk skala besar :
 - a. Sand shadows dan sand drifts.
 - b. True dunes,
 - barchan/cressentric.
 - self/longitudinal.
3. Whale backs/tanggul pasir.
4. Undulations.
5. Sand sheets.

Suatu sand swadows adalah suatu penumpukan pasir yang berada dibelakang dan terlindungi oleh suatu bayangan atau rintangan misalnya boulders, semak-semak atau cliff. Yang mana dibentur oleh angin dan menghambat sampai lereng bagian depan mempunyai batas kemiringan kurang lebih 34° . Kemudian pasir

akan mengelinding di daerah depan endapan yang telah ada dan disebut sebagai slip face. Tinggi daripada sand shadow ini terbatas karena bentuk ukuran daripada dasar tempat pengendapannya. Sand shadow ini dapat terbentuk dimana angin meniup pasir melalui suatu cliff atau Escarpment Deposits demikian ini disebut sebagai sandfalls.

Endapan yang terjadi pada suatu gap antara dua rintangan disebut sebagai Sand drift. Sering sand drift sukar dibedakan dengan endapan pasir yang tipis yang biasa disebut sebagai sand sheets. Endapan pasir ini hampir menyerupai endapan dipantai yaitu disebut sebagai gosong atau spits. Karena itu sering juga diistilahkan dengan Spit Swell.

GAMBAR 63



Formasi Spit Swell.

a = dibelakang belukar.

b = dibelakang dan didepan,
sebuah batu.

a. Spit swell kecil.

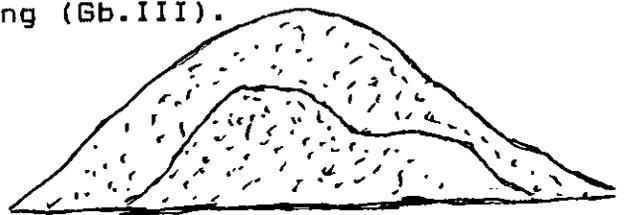
b = menutupi rintangan.

Bila rintangan itu terdiri dari boulders maka akan berbeda pengaruhnya daripada kalau rintangan itu terdiri dari semak-semak. Sebab boulders itu merupakan rintangan yang kuat dan tetap, sedangkan kalau semak-semak, angin masih dapat

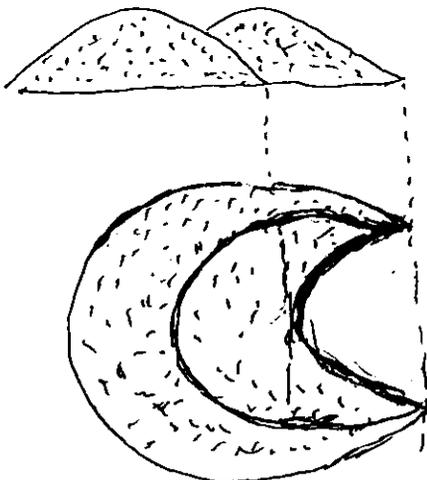
menembusnya, angin yang mendapat rintangan boulders akan tertahan dan kecepatannya akan hilang dan pasirnya akan diletakkan didepan boulders, didepan spit yang terpendek, langsung diarah angin datang (gb.Ib). Kadang-kadang angin bertiup melampaui bagian atas dari boulders dan sekitarnya sehingga pasir diletakan pada sisi yang terlindung. Jadi boulders/rintangan yang tetap/kuat akan membentuk dua sand spits yaitu spits yang pendek berada didepan dan yang lainnya berada dibelakang. Kedua rintangan ini merupakan rintangan yang sementara/konterporer.

Bila semak-semak itu telah tertimbun pasir, akan menjadi rintangan yang tetap/kuat pasir akan tertimbun pada sisi dimana arah angin datang. (Gb.II) Bilamana spits terdapat boulders telah mencapai ketinggian maka berubah keadaan yaitu pasir akan mengisi pada bagian tengah dan membentuk spit bersisi dua (two sided spits), yang menyerupai shrub's spits (Gb.II). Spits yang berisi ganda itu tumbuh terutama pada arah angin dimana pasir terkumpul tetapi angin meletakkan pasir pada puncaknya dan memungkinkan meluncur kearah belakang. Akhirnya akan membantuk lereng yang landai pada bagian depan dan lereng curam pada bagian belakang (Gb.III).

GAMBAR 64



Swell akan menjadi bentuk berchan.



dilihat dari samping dan atas Gb.IV.

Butiran pasir akan terbawa sampai bagian tertentu dari lereng depan kemudian terus keatas dan akan membentuk spits yang kecil pada lereng belakang. jadi bila dilihat dari atas akan nampak bagian yang berlobang dengan dua spur dan berbentuk seperti tapal kuda (Gb.IV). Dengan cara yang demikianlah pasir gurun terkumpul pada suatu rintangan dan type ini biasanya disebut juga sebagai suatu berchan. Tumpukan pasir pada pantai tak akan dapat berbentuk demikian untuk selama-lamanya. Bilamana tidak ada angin yang bertiup menuju daratan. Setelah pasir itu bertiup angin dan menjumpai rintangan maka mulai tertumpuk lagi kekiri kekanan. Kemudian terbentuklah deretan tumpukan yang sejajar terhadap pantai. Deretan inilah yang disebut sebagai dune. Koloni dunes atau deretan dune Bentuk true dune adalah berchan dan Seif, sedangkan lain-lainnya adanya tidak tergantung pada rintangan. Tetapi biasanya karena perkembangan yang maksimum terhadap daerah yang relatif datar. Dunes adalah khusus terdapat didaerah gurun namun dunes yang terdapat di sepanjang pantai dan sungai biasanya terhambat perkembangannya sehingga bentuknya dan besarnya pun terbatas. Berchan merupakan dune yang berbentuk crescentric puncak meluas kearah belakang sehingga pada sisi ini concave dan pada sisi dimana arah angin datang adalah convec. Bila slip facenya ada tentu transverse terhadap angin. Berchan sendiri akan condong dalam suatu deretan diatas angin yang lebih efektif. Perubahan arah angin akan merubah bentuk dan menyebabkan berubah pula posisi daripada slip face atau berubah sama sekali menjadi massa pasir berbentuk kerucut.

Besar kecilnya barchan tergantung pada daerah yang mensupply pasir.

Self atau longitudinal dune akan lurus terhadap angin bertiup dan sejajar terhadapnya. Bentuk dari seif ini dapat tinggi bahkan dapat mencapai 210 m. Sedangkan panjangnya dapat pula mencapai beberapa ratus km. Semuanya ini karena adanya gerakan angin yang melintang. (Cross winds). Sedangkan pertumbuhan dalam panjangnya dapat terjadi ketika angin bertiup sejajar terhadap arah daripada deretan self tersebut. Dapat pula dikatakan bahwa self ini adalah perubahan dari bentuk berchan yang disebabkan tiupan yang keras dari angin yang melintang dan lurus terhadap angin yang bertiup terlebih dahulu. Whalebacks atau sand leves adalah bukit pasir dengan puncak pepat yang adanya sejajar terhadap angin yang bertiup. Whalebacks dapat 100 mile panjang dan 2 mil lebar dan tinggi 150 feet. Sering pada puncaknya terdapat self.

Undulations adalah deposit pasir yang hampir sama dengan whaleback tetapi lebih pendek. Baik whaleback maupun undulations terdapat pada pasirnya tak dapat bergerak, jadi keadaannya adalah berlawanan dengan berchan dan seif yang selalu mobile.

Mengenai sand sheet (biasanya juga disebut sand drift) ditandai oleh adanya permukaan yang datar dan tak adanya ripples. Berdasarkan bentuknya maka dune dapat dibagi menjadi 3 type yaitu : transverse dune, parabolic dune dan longitudinal dune.

Transverse dune dimana dalamnya termasuk berchan adalah selalu bebas dari vegetasi. Jadi bentuknya bukan dipengaruhi oleh vegetasi. Puncak dari dune ini lebih condong kearah lawan dari datangnya angin.

Parabolic dunes berbentuk panjang dan berlobang-lobang atau parabool dengan puncak yang makin menurun kearah datangnya angin dan dengan lereng yang lebih landai dari pada yang berada dibelakangnya, berlawanan dengan transverse dune. Jadi dune ini dibentuk dimana angin menggerakkan pasir dari lobang diarah angin bertiup dan diendapkan pada lereng belakang. Type dune ini selalu nampak seolah-olah memakai rintangan vegetasi. Karenanya bukanlah merupakan bentuk dune yang asli tetapi dibentuk oleh sand blowouts dan subsequent redeposition sehingga dapat disebut sebagai parabolic dune of deflation.

Igir/ridge pasir yang memanjang dan berada sejajar dengan arah angin yang menghembus adalah merupakan longitudinal dune.

Berdasarkan arah angin maka dibedakan menjadi tiga kelompok dune yaitu :

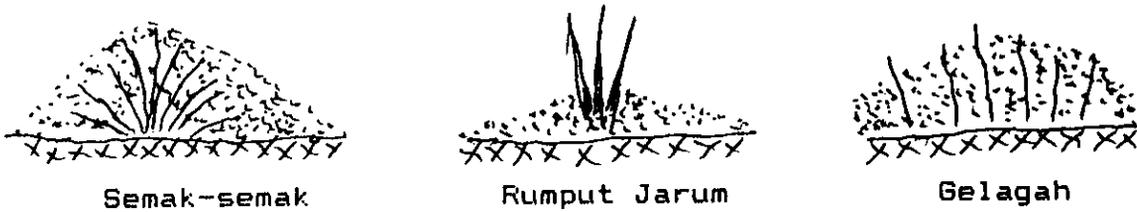
1. Dune sederhana yang dihasilkan oleh angin yang bertiup dengan arah yang tetap/konstan.
2. Dune yang dihasilkan oleh angin yang kekuatannya dipatahkan oleh vegetasi.
3. Dune kompleks yang dibentuk oleh angin yang bertiup melintang (cross winds).

Jadi dapatlah dikatakan penggolongan ini menunjukkan bahwa vegetasi pegang peranan dalam membentuk dune dan membangun dan juga menunjukkan dari pada arah angin semula yang membentuk dune tersebut.

Sedangkan dune dari bentuk skala kecil terdiri antara lain ripples dan ridges diatas permukaan pasir. Suatu permukaan pada lereng arah angin datang dari suatu barchan dan dune adalah selalu tak sama yaitu dengan lapisan yang tipis atau endapan yang datar dengan lobang-lobang, diantaranya membentuk suatu ripples. Ripples ini disebabkan oleh tiupan angin yang membawa butiran pasir untuk jarak dekat. Bila kita lihat lebih teliti maka dengan endapan tersebut terutama terdiri dari butiran yang lebih kecil sedangkan lobang-lobang tersebut terdapat butiran yang kasar. Jadi endapan ini merupakan dune atau barchan dalam bentuk kecil. Bila arah angin berubah maka bentuk-bentuk itupun mengalami perubahan letaknya. Sehingga letaknya atau posisinya tergantung arah dari mana angin itu bertiup. Ditempat-tempat dimana kurang adanya pasir untuk dapat dengan segera membentuk formasi barchan dan dimana disitu terdapat vegetasi maka pasir secara perlahan-lahan akan tertumpuk karena adanya vegetasi tersebut.

Bentuk tumpukan pasir ini mempunyai berbagai ukuran dan disebut sebagai sand heap atau ridge. Bentuk dan ukurannya tergantung pada jenis vegetasinya yang dapat tumbuh didaerah tersebut.

GAMBAR 65



Semak-semak

Rumput Jarum

Gelagah

Vegetasi-Vegetasi ini hanya dapat membantu menumpuk pasir pada suatu titik tertentu. Bila deposit pasir itu menjadi makin tinggi, tumbuh-tumbuhan itu mulai mati sebab akar tak dapat lagi mencapai air tanah. Belukar itu mati, angin bertiup terus dan membawa pergi daun-daun yang telah menjadi kering dan juga cabang-cabangnya. Sedangkan pasirnyapun secara bertahap juga akan tertiuip pergi. Angin akan membawa pasir tersebut sampai pada belukar lainnya masih hidup. Jadi disini mengenai tingginya pasir adalah terbatas bagi setiap tumbuh-tumbuhan.

E. SIKLUS DARI DUNES.

Daerah dimana terjadi pemupukan pasir sering mengalami perubahan. Tumpukan pasir ini dapat pula dikatakan sebagai deretan dunes dan depresi yang terdapat diantaranya disebut sebagai : Gassis.

Perkembangan daripada deretan dunes ini selalu dimulai dari gassis ini dimana pasir itu ditransfer.

Pada tingkat muda dapatlah ditandai dengan dunes yang terpisah yang kemudian berkembang tegak lurus terhadap angin dan terbentuklah barchan didaerah gurun atau dune parabolic dimana didaerah tersebut terdapat vegetasi.

Pada tingkat dewasa bentuk dunesnya adalah sejajar terhadap angin, sedangkan pada tingkat selanjutnya itu :

Tingkat tua deretan dunes ini secara teratur tumbuh pada tempat dimana gassis berada dan sebagian keseluruhannya deretan dune telah kehilangan volume karena akibat gerakan daripada bahan-bahannya sebagai debu. Dalam perkembangan / siklus dune dapatlah dibedakan menjadi dua phase, yaitu phase eolian dan phase aluvial.

Pada phase eolian ditandai oleh adanya vegetasi dan pertumbuhan dari dunes yang sangat aktif.

Sedangkan pada phase eolian ditandai oleh adanya vegetasi dan pertumbuhan dari dunes yang sangat aktif.

Sedangkan pada phase eluvial merupakan siklus yang pasip dan ditandai oleh adanya degradasi dari dunes. Hal ini ketika vegetasi secara ekstensif sudah cukup untuk menahan deflasi. Selama phase eluvial ini adalah merupakan proses pembentukan tanah dan berperan disini ialah Creep dan Slope Wash. Sebagai akibat terjadinya pengurangan relief secara gradual, pengurangan stabilitas daripada, bertambah tebalnya frovial tanah dan topografi tunes disertai dengan permukaan yang bergelombang. jadi berkurangnya vegetasi merupakan tanda dari phase aluvial.

F. STRUKTUR DEPOSIT PASIR

Berdasarkan strukturnya maka deposit pasir ini dibedakan menjadi 3 yaitu cross bedding, lamination dan quik sand. Cross bedding sebagai akibat banyaknya perubahan-perubahan arah angin dan juga karena bermacam-macam kemiringan

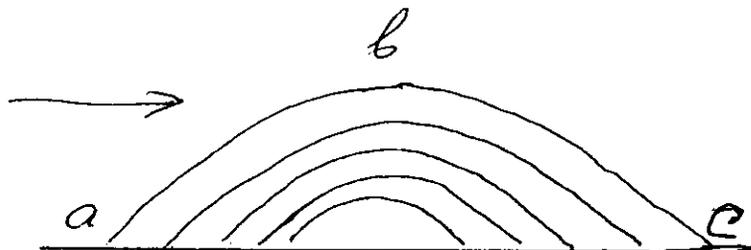
dari pada pengendapan sepanjang slip facenya. Cross bedding ditandai oleh kemiringan dari pada pengendapan sepanjang slip facenya.

Cross bedding ditandai oleh ketidak teraturnya karena arah anginnya adalah variabel dan adanya frekwensi didalam waktu pengendapan.

Lamination tak nampak jelas tetapi bila air meresap melalui pasir barulah nampak. Lamination tunggal terjadi karena accretion itu diendapkan, sedangkan Cross lamination terdiri dari dua sets yaitu foresets yang dibangun pada lereng belakang arah angin dip 30° dan tepostes atau backsets yang dibentuk pada permukaan dune pada arah angin datang dengan dip rata-rata 5° atau 10° . Topset ialah merupakan hal yang permanen dan sangat tipis atau tak ada dune itu dan mengalami migras yang cepat. Dip dari foconcave. Bila dune itu bergerak kedepan, sebagian daripada bagian terbawah dari foreset akan tertinggal dibelakang dan diatas foreset ini terbentuk dune baru dengan arah yang sama atau arah yang baru.

Suatu daerah dimana disitu terdapat pasir dengan ikatan yang kuat dan pasir yang lembut atau pasir lepas maka deposit pasir itu disebut sebagai Quick sand yang kering. Jelasnya ialah bahwa daerah dengan ikatan yang kuat merupakan deposit acreation karena saltation, sedangkan pasir lepas atau longgar ikatan merupakan deposit encroahment yang jatuh kebawah didepan slip face dari suatu dune.

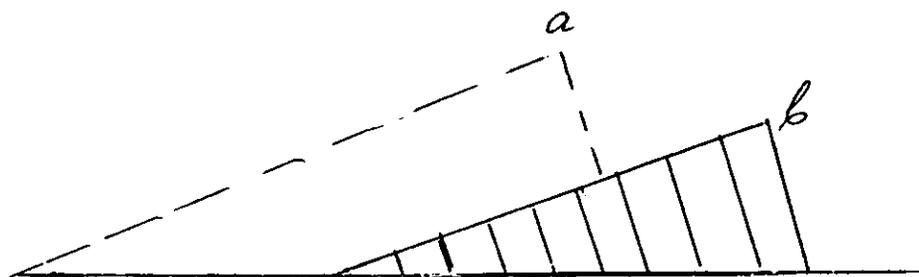
GAMBAR 66
GAMBAR DUNE YANG TAK BERMIGRASI



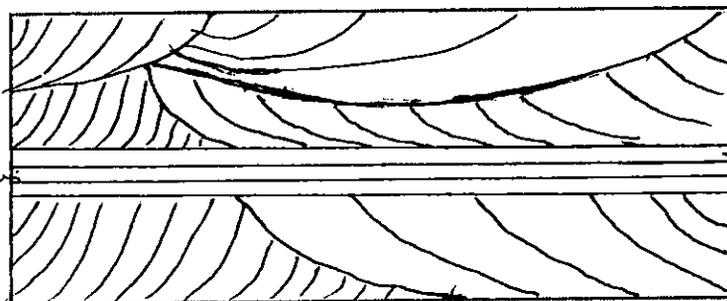
b c = foreset bedding. a b = topsets/backset bedding.

b = crest

GAMBAR 67
DUNE YANG BERMIGRASI



GAMBAR 68
EOLIAN CROSS BEDDING



2. L o e s s.

Seperti kita ketahui bahwa digurun, pasir loess bertumpuk ditempat-tempat dimana terdapat pelapukan yang terbawa oleh angin dalam bentuk rombakan bedrock dan endapan kering dari sungai dan endapan dari pasang surut. Kecuali pasir ini bertumpuk dalam bentuk deposit, pelapukannya menghasilkan bahan-bahan yang halus berupa debu yang disebut

sebagai " Devils " atau " vortexes " yang mana betiup berputar pada waktu siang hari didaerah stope atau ladang, sepanjang jalan. Debu ini bisa merupakan partikel-partikel dari batuan yang lapuk melayang diudara dalam periode yang relatif panjang dan dapat terbawa sampai jarak yang jauh. Akhirnya debu itu jatuh ketanah terutama jatuhnya bersamaan dengan jatuhnya hujan dan salju. Kejadian inilah bila kita perhatikan bahwa sesudah hujan turun, udara menjadi terang benderang karena udara telah bersih dari debu. Hal ini dapat kita samakan bilamana kita menyapu kamar lalu dibandingkan dengan udara diluar kamar atau rumah. Jadi dalam keadaan tertentu debu yang dibawa angin bertumpuk diatas tanah. Digurun dimana tiada terdapat vegetasi dan temperatur tinggi maka pelapukan berjalan cepat dan menghasilkan butiran pasir dan debu. Semuanya ini tergantung pada kecepatan angin. Biasanya badai debu ini jarang terjadi pada siang hari yang tenang. Karena di daerah gurun lebih transparan daripada didaerah humid yang banyak vegetasinya sehingga melindungi top soil dari gerak atau aksi angin maka badai pasir dapat pula terjadi pada siang hari yang tenang.

Angin gurun biasanya berarah centrifugal yaitu dari daerah internal kedaerah pinggiran. Angin menyapu gurun dan membawa naik serta mengangkut bahan-bahan hasil pelapukan kedaerah perbatasan. Bila tidak karena angin semua tumpukan dan bukit telah untuk waktu yang lama tertutup oleh bahan pelapukan dari mantel Bedrock. Jadi didaerah gurun banyak dijumpai bedrock outrops bila dibandingkan dengan daerah

humid. Outcrops ini nampak dimana-mana baik pada lereng bukit, daerah depresi atau daerah dasar lembah beda dengan daerah humid yang lunak menutupi bedrock. Didaerah gurun jarang terdapat eluvium atau membentuk lapisan deposit yang kasar. Sedangkan eluvium bertumpuk pada bagian lereng yang rendah.

Kita ketahui bahwa pasir barchan adalah produk pelapukan gurun pasir, namun pasir ini menutupi seluruh gurun terutama didaerah pinggiran dan jarang ditengah-tengah. Biasanya pada tempat-tempat dimana pelapukan terjadi atau dimana terdapat rintangan yang besar sehingga menghentikan migrasinya bahan-bahan tersebut lebih lanjut. Butiran debu dan pasir ditiup oleh angin dari tengah-tengah gurun, dibawah, kepinggir disana butiran yang besar diendapkan dan tertumpuk membentuk daerah pasir berchan, butiran yang halus atau debu tertiuip lebih jauh dibelakang batas daerah gurun sampai bervegetasi, dimana iklim lebih humid dengan curah hujan. Angin gurun bertemu dengan angin yang bertiup dari daerah lain dan anginnya kehilangan kecepatan kemudian diendapkan bahan-bahan yang halus tersebut. Dengan demikian terbentuklah suatu endapan tanah yang khusus dengan ketebalan berbeda-beda yang disebut dengan Yellow Soil atau Loess. Loess ini mempunyai warna kelabu-kuning atau coklat-kuning dan terdiri dari pasir dan debu butiran kwartsa, felspar, clay, lime stone dan mika bercampur bersama. Jadi disini tidaklah terdapat stratification dan membentuk solidbody.

Loess ini terjadi dari angin yang meniup sulit yang biasanya berwarna gelap. Loess yang tidak lapuk mempunyai warna yang kelabu karena sangat permeable dan ini jarang

terdapat. Mengenai asalnya loess ini dulu orang berpendapat dari aluvial, locustrine, eolian, residual. Fluvial-colluvial atau fluvial-eolian. Sekarang banyak dikemukakan beberapa ahli geologi bahwa loess berasal dari eolin. Kecuali itu ada pula loess yang berasal dari glacial outwash yaitu yang terdapat di America Utara dan negara daratan Eropa. Namun tidak semua loess itu berasal dari sumber-sumber glacial di beberapa loess ini terdiri dari bahan-bahan silt dan clay dan bergerak dari daerah arid karena deflasi disebut dengan daerah loess gurun.

Dengan demikian dapatlah dikatakan bahwa gurun adalah merupakan pabrik debu atau pasir dan anginnya merupakan angin centrifugal. Sehubungan dengan bentuk permukaannya dan komposisi tanahnya maka gurun dapatlah dibedakan menjadi 4 type yaitu Rocky desert, Stony desert, Sandy desert dan Clay desert.

Bagi Indonesia bukit pasir atau dunes itu hanya terdapat ditempat-tempat yang tertentu saja antara lain didaerah teluk penyu dipantai selatan Cilacap, didaerah pantai selatan Yogyakarta (Parangtritis), daerah pantai selatan Lumanjang dan pantai utara Madura.

Dunes ini didaerah sebelah barat parangtritis mempunyai bentuk yang sederhana, yang oleh rakyat setempat disebut sebagai Galur. Dan daerah tersebut diberi nama pula Sewu Galur. Karena banyaknya galur yang terdapat didaerah tersebut.

Baik besar kecilnya maupun luas tidaknya penyebarannya dan penuh tidaknya perkembangan dari pada dunes tersebut tergantung pada banyaknya pasir yang dapat disupply, ada panas matahari dan adanya angin yang bertiup secara kontinuis.

B A B VI
MORFOLOGI DAERAH GLETSYER
(G L A S I A L)

Sehubungan dengan kenyataan geologi sekarang ini kebanyakan dari topografi dunia dapat dikenal lagi bahwa perubahan geologi dan iklim yang terjadi selama pleistosen membawa pengaruh yang besar sekali terhadap topografi. Proses glacial secara langsung mempengaruhi daerah seluas 10 juta mile², bahkan lebih besar lagi. Hasil dari proses glacial ini antara lain yaitu glacial outwash dan bahan-bahan yang ditiup angin yang berasal dari daerah glacial dan telah berada didaerah yang tak berglacial dan iklimnyapun akan dipengaruhi terutama di latitude tengah. Kebanyakan daerah yang sekarang ini arid atau semi arid dulunya pada waktu zaman glacial beriklim humid.

A. PENGERTIAN GLETSYER (GLASIAL)

Glacier adalah suatu masa salju dan es yang bergerak secara perlahan-lahan melintasi daratan dari tempat penampungannya. Oleh karena itu maka glacier ini dapat dibedakan menjadi 4 type yaitu : Glacier continent, ice caps, Glacier lembah dan Glacier piedmont. Umumnya mempunyai sifat-sifat yang tertentu namun dapat dibedakan dalam ukuran, posisi dan asalnya. Sedangkan penggolongan secara morfologi adalah sebagai berikut :

1. Glacier yang merupakan lapisan yang teratur dari mana es itu bergerak kesegala arah antara lain ialah :

- Continental glacier atau inland ice yang menutupi daerah yang luas.
 - Glacier caps yang lebih kecil dari continental Glacier.
 - Highland glacier yang menutupi bagian yang tertinggi dan bagian yang tengah dari daerah pegunungan.
2. Glacier yang mempunyai batasan yang sama terhadap sungai yang kurang lebih ditandai oleh gerakannya yang langsung. Dalam kelompok ini termasuk glacier independent dan outlets es dari glacier dari kelompok 1
- Glacier lembah dari type Alpine
 - Glaciers transection
 - Glaciers cirque, wall sided, tongues.
3. Glacier ice yang terbesar diatas permukaan tanah pada lereng dari daerah berglacial. Pada kelompok ini tak ada yang independent, semuanya saling berhubungan satu dengan type yang lain.
- Glacier pidment, glacier foot, shelf ice.

Selanjutnya berdasarkan mekanisme gerakannya dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu, ice streams dan ice caps. Sehingga dengan demikian kelompok tersebut 1. Diatas dapat dimasukkan kedalam ice caps. kelompok 2 adalah ice streams, kelompok 3 dimasukan sebagai type peralihan. Gerakan dari pada ice caps disebabkan karena perbedaan tekanan pada massa ice caps dalam segala arah dan tak dihitung pengaruh topografi yang berada di bawahnya dan ada kemungkinannya membawa pengaruh. Ice streams mengalir karena pengaruh langsung gaya berat dan tergantung pada topografinya daerah tersebut.

Continent glaciers merupakan glaciers yang terbesar terutama terdapat di Antartica dan Greenland, sedangkan di Keewatin dan Labrador merupakan lapisan es dari zaman pleistosen, bersama-sama menutupi daerah seluas 3,5 juta mile² didaerah North Central Amerika Utara.

Glaciers Labrador ini tebalnya 10.000 feet yaitu didekat teluk Yames dan 6000 feet di New England dan secara menyeluruh menutupi pegunungan White dan pegunungan Green. Sekarang ini continental glaciers di Greenland dan Antartica adalah kurang lebih separuh dari tebalnya dari pada lapisan es pleistosen Labrador. Continental glaciers ini dapat terbentuk pada plains, plateau atau pegunungan. Dari pusat penumpukan, es bergerak perlahan-lahan menuju kesegala arah.

Istilah ice caps digunakan dalam dua pengertian yang berbeda. Sering digunakan sebagai pengertian terhadap continental glacier yang kecil. Sedangkan pengertian yang lain adalah penutup salju dan es pada pegunungan dari sumber glacier Alpine dan bergerak dengan arah yang berbeda. Umumnya banyak menggunakan istilah yang kedua ini. Karena gaya berat, es memasuki lembah-lembah dan menjadi glaciers alpine atau glaciers lembah.

Glaciers lembah timbul/tumbuh dalam ice caps atau single snowfield dan menutupi lembah-lembah pegunungan. Sering disebut sebagai Alpine karena type glacier ini untuk pertama kali diselidiki di daerah Alpine. Glacier ini mempunyai ukuran yang berbeda-beda. kadang-kadang bermile-mile panjangnya dan tebalnya ratusan feet. Bila glaciers ini berada

pada lereng pegunungan yang curam maka disebut cliff atau cascade glaciers.

Dua atau lebih dari glaciers lembah yang bergabung pada suatu dataran atau pada lembah intermontana yang lebar pada kaki pegunungan maka disebut sebagai piedmont glaciers.

B. TUMBUHNYA SUATU GLASIAL

Untuk menimbulkan suatu formasi glacial dibutuhkan 3 kondisi yaitu : adanya snowfield yang cukup, temperatur yang sejuk atau dingin dan summer melting dan penguapan yang rendah tingkatnya sehingga snowfield berlangsung dan bertambah besar ukurannya dalam periode yang lama. Snowfield dapat tumbuh baik di daerah permukaan dan dibawah permukaan dari tahun ke tahun. Bagian bawah atau ujung luar dari snowfield yang saljunya tidak meleleh sepanjang musim panas disebut sebagai garis salju/snowline. Garis salju ini selalu ada pada suatu altitude terutama pada altitude yang tinggi. Jadi garis salju didapat dari 0° latitude pada pegunungan Eguador pada altitude 17-18.000 feet. Sedang di Antartica latitude 66.5° - 90° selatan maka garis saljunya berada di salah satu tempat pada permukaan laut. Jadi snowfield membentuk pada suatu ketinggian yang berada diatas garis salju tetapi ini tergantung pada faktor yang lainnya.

Transformasi salju ke es glacial hanya dapat terjadi di snowfield. Bila es ini jatuh melalui udara maka salju akan terdiri dari kristal yang tipis, tabular dan hexagonal. Sesudah salju berada di tanah untuk beberapa waktu dan kemudian tertimbun oleh jatuhnya salju lainnya maka secara

berangsur-angsur berubah menjadi es yang granular yang disebut sebagai Neve. Perubahan ini karena pencairan yang sebagian dari kristal salju sebab beratnya muatan. Hal ini hanya dapat terjadi bila mana temperatur adalah konstan dibawah 32° F.

Air yang berasal dari pencairan salju yang menitik turun dan segera membeku akan menjadi es yang berbutir. Endapan salju yang tebal yang terbentuk pada waktu terjadi hujan salju pada satu kali musim dingin akan menjadi es pada bagian bawahnya. Kemudian di bagian tengah menjadi granular snow dan pada bagian atasnya terdapat selaput tipis salju. sesudah terkumpul beberapa tahun, es yang berada di bawah dari suatu snow field menjadi sangat tebal dan akhirnya siap untuk bergerak.

C. PEKERJAAN GLASIAL

Glasiyal pada umumnya sama dengan kerja sungai dan angin yaitu gradasi, yang mengerosi, mengangkut dan mengendapkan bahan-bahan dari daratan.

1. Erosi.

Erosi Glacial ini adalah merupakan faktor yang tak dapat diabaikan yaitu bila es bergerak diatas daratan, menjadikan lemahnya batu-batuan, batuan induk dan tanah dan kemudian melandanya. Bahan-bahan ini unbedded didalam es dan membentuk suatu jalur dengan Glaciers kemudian bergerak diatas daratan dan melanda semua bahan-bahan yang terlepas, yang akhirnya membentuk batuan yang keras/solid rock. Kebanyakan batuan induk menjadi retak dan menjadi sasaran dari pada debris yang memuat es yang bergerak. Bahan-bahan tersebut

terdorong dan dibawa pergi sehingga mentoreh lapisan dari Glaciers. Batuan yang keras baik dibawah maupun pada sisi dari pada es terutama dilembah-lembah, menjadi halus dan bergaris. Limestones dan batuan lainnya yang lunak tetapi kompak nampak berlobang-lobang halus dan dalam sesudah glacier itu melampauinya. Melalui abrasi mekanis ini valley glacier memperhalus dasar lembah dan dinding lembahnya dan membuat perubahan bentuk, bilamana gerakan itu dimulai dari lembah sempit dan berbentuk V menuju bentuk U. Pada kaki lereng yang curam disitu terdapat suatu kecenderungan untuk menjadi cekung, cekungan ini kadang-kadang sangat dalam, sesudah es itu mencair maka terjadilah danau atau rawa.

Continetal glacier karena tebalnya dan beratnya merubah bentuk seluruh Topographi daratan diatas mana ia bergerak. Di Newyork dan New England kebanyakan pergunungannya tertutup oleh lapisan es dari Labrador.

Valley glacier ditandai dengan erosi kehulu. Air hujan dan salju mencair masuk kedalam celah batuan, membeku dan membesar. Pecahan batuan tersebut karena hal yang demikian itu kemudian plucked out oleh glacier dan dibawa pergi. Proses ini (sapping) mengakibatkan terbentuknya amphi theater yang menyerupai depresi pada bagian hulu daripada glacier.

2. Transportasi.

Hal ini akan nampak jelas pada muatan yang dibawanya bahwa glacier demikian kuat tenaganya. Continetal glacier mendapat muatan dari daratan diatas dimana ia lewat. Sedangkan Alpine glacier mendapat sebagian dari erosi lapisan dari

lembah-lembah dan sebagian lagi dari lereng-lereng diatas glacier. Pecahan batuan karena frost dan gaya beratnya menggelinding ke bawah, Demikian pula penggelinciran tadi avalanches dan sungai-sungai membawa bahan-bahan dari sisi pergunungan menuju kepermukaan glacier. Semua ini dibawa dari sumbernya oleh gerakan es ketempat dimana ia pada akhirnya akan diendapkan.

3. Pengendapan.

Bila es mencair dan semua bahan-bahan yang tak diangkutnya telah di dropped maka teksturnya telah bercampur tanpa terjadinya stratification dan disebut sebagai Till. Sebagian besar Type daripada Till ini adalah angular atau subangular. Meskipun posisinya relatif jelas dan dibawa oleh air es maka ia tak dapat menjadi bulat sebagaimana rombakan yang dibawa oleh sungai. Rombakan batuan ini biasanya halus dan bergaris pada salah satu sisinya karena terasah sepanjang perjalanannya.

4. Cirques.

Semua glaciated valley yang terbuka pada hulunya dan menjadi bentuk amphi thater depresi disebut cirques. Istilah ini merupakan istilah Perancis yang diperuntukkan bagi amphi theater seperti basin tetapi istilah amphi theater disini adalah kurang tepat karena basin tersebut tidak seluruhnya tertutup oleh dinding-dinding. Cirques ini pada umumnya terdapat pada hulu lembah sering istilah cirques ini disamakan dengan kalimat Kar (Jerman), Botu dan Kjedel (Skandinavia), Corrie (Skotlandia). Daerah dari cirques ini adalah sangat

luas dan tergantung pada ukuran gosong salju yang mensupply glacier pada mula-mulanya atau ukuran gosong salju yang belum tumbuh menjadi glacier. Cirques yang kosong biasanya mempunyai tiga bagian yaitu headwall, basin dan threshold. Cirques headwall dapat mencapai ketinggian 2000 sampai 3000 feet dan curam serta tidak terdapat talus pada dasarnya. Tidak ada talus menandakan bahwa proses pelapukan tidak memegang peranan disini pada formasi cirques tetapi yang berperan adalah proses subglacial yaitu adanya glacier menggerakkan bahan-bahan dengan cepatnya yang dilepas dari head wall.

Hal ini dikemukakan oleh Johnson (1904) dan disebut sebagai teori Bergschrund. Disebut demikian karena adanya sapping atau plucking pada dasarnya dari crevasse dan pada umumnya terdapat pada hulu daripada valley glaciers.

Bouman (1916) mengatakan bahwa bergschrund mengakibatkan atau jarangnyanya atau tidak terbukanya headwall secara kontinu dan perkembangan cirques headwall dapat terjadi tanpa adanya bergschrund melampui plucking dan abrasi dibawah neve dan es glacial yang bergerak. Sedang Lewis (1938-1940) mengadakan modifikasi dan ia menekankan bahwa air yang mencairlah yang memegang peranan yaitu yang menemui jalannya ke cirques headwall dibelakang neve dan kemudian membeku didalam batuan dan menekannya, sesudah fragmen-fragmen batuan itu terlepas dan menjadi satu didalam es yang bergerak. Proses ini mengakibatkan penorehan cirques lebih dalam, yang pada teori bergschrund tak dapat diketemukan. Suatu cirques biasanya nampak pada dasarnya sebagai suatu basin dan bila adanya pada

bedrock yang lebih tinggi maka disebut sebagai threshold. Jadi perkembangan cirques ini tergantung pada keadaannya antara lain luasnya ruangan dari pre glacial valley sebagai perluasannya tidak terganggu oleh adanya cirques dari tingkat yang lebih muda. Snowfield membantu membentuk snowfields yang luas dan glaciers tetapi tak cukup untuk membentuk ice caps, dan batuan yang homogen menimbulkan perluasan kesegala arah.

D. BENTUK-BENTUK GLETSYER (GLASIAL)

1. Glasial troughs.

Sungai muda memotong lembah dan lembah yang berglacier itu dasar lembahnya makin menjadi lebar dan relatif halus dan mempunyai sisi yang tinggi dan curam dan disebut glacial troughs-glaciated valley. Hulu daripada glacial troughs ini tidak berada pada cirques head wall tetapi pada ujung terendah dari suatu cirques threshold. Bilamana terjadi jatuhan dari cirques threshold menuju dasar daripada glacial troughs maka disebut through head wall. Lereng dari dasar through ini bila berada pada suatu seri glacial step (undakan) atau yang biasanya disebut glacial Stairway. Pada umumnya, step ini terletak pada bagian atas dari through karena glaciernya lebih lama pengisiannya daripada bagian bawah. Tiap step mempunyai 3 bagian komponen yaitu riser, rigel dan tread. Suatu riser ditandai dengan ujung down valley dari setiap step dan dihubungkan terhadapnya dari step yang dibawah. Rigel adalah suatu gosong batuan yang pendek pada puncak dan dekat dibelakangnya dari suatu riser. Sedangkan tread adalah dasar yang relatif pepat atau suatu permukaan dari suatu step.

Profiel melintang dari glacial trough biasanya dapat dibedakan dengan lembah tanpa glacier di daerah pegunungan. Biasanya dibedakan antara lembah yang berbentuk U dan V. Namun tidak semua glacial trough mempunyai bentuk U dan juga tak semua lembah yang dibentuk oleh sungai di daerah pegunungan berbentuk V.

2. Hanging Valley.

Berbeda sekali dengan lembah sungai dimana cabang lembah bersatu dengannya, sedangkan pada glacial trough biasanya cabang troughnya atau lembahnya bersatu dengan trough utama secara discordan dan disebut sebagai hanging valley. Hanging valley ini dapat terjadi dalam beberapa cara. Diantaranya ialah dimana valley glacier yang besar disupply oleh cabang-cabang glacier dan cabang glacier ini berada diatas dasar dari lembah utamanya. Setelah es dari kedua lembah itu mencair maka cabang-cabang lembah-lembah tersebut tergantung tinggi diatas disalah satu lembah yang utama. Sering terdapat cliff yang curam yang memisahkan mulut cabangnya dari dasar lembah utama dan memberikan penampakan adanya suatu waterfall.

Bila erosi mundur dari cirqueswalls terjadi maka glaciers condong bergerak terpisah. Bila 3 atau lebih glacier memotong kearah hulu sehingga bertemu dengan cirquesnya maka akan terbentuk ujung yang tajam dan tinggi dan disebut sebagai Horn atau Materhorn.

Puncak yang demikian ini tetap mempunyai glaciers pada bagian bawah sehingga dapat menggerakkan debrid debris

dan melemparkan kearahnya karena frost (pembekuan) sehingga membentuk cliff yang curam.

3. Serrated Ridge/Aritis.

Bentuk lain didaerah yang berglacier adalah serrated atau sawtoothed ridge yang berada diantara hulu glacier yang berkarang atau antara hulu cirques yang disebabkan oleh valley glaciers. Ridge ini lebarnya hanya 2 atau 3 feet pada bagian puncaknya dan mempunyai permukaan yang sangat tak teratur. Semua ini adalah sisa dari pada daerah antar ridge yang lebar dari pre glacial. Sapping kearah hulu dari cirques walls mengakibatkan glaciernya hampir menggerakkan daerah antara ridge tersebut.

Bila cirques meluas karena proses sapping maka daratan tinggi pre glacial secara graduil dilanda oleh gerakan dari head wall dan disebut sebagai arete (Francis) atau serrated ridge.

4. Truncated Spur.

Pada umumnya glacial trough lebih lurus daripada lembah yang tak berglacial. Glacial trough bentuknya sama dengan lembah sungai yang original tetapi sungai es lebih meluruskan troughnya dengan mengabrasi ujung spurnya dan karenanya menghasilkan truncated atau spur.

5. Fjords dan Piedmont lakes.

Fojrds adalah glacial trough yang tererosi oleh es dibawah permukaan laut, tetapi kadang-kadang kedalaman airnya dibentuk oleh trough yang submerged diatas permukaan laut. Atau dapat dikatakan pula bahwa Fjords adalah bentuk bentangan

glacial yang disebabkan karena drowned glaciated valley. Fjords adalah sifat ciri khas dari shore line didaerah high latitude dan berkembang baik sepanjang pantai Norwegia, Greenland, Bristish Colombia, Alaska, Chili dan New Zealand.

Fjords adalah berasal dari tektonik tetapi anggapan lain mengatakan bahwa Fjords disebabkan karena joints atau fault sehingga kebanyakan Fjords merupakan graben yang initial. Jadi Fjords dalam kenyataan merupakan basin yang memanjang yang dapat menjadi danau bilamana permukaan laut lebih rendah dibawah puncak daripada thresholdnya. Hal ini disebabkan bahwa threshold dari Fjords adalah terminal moraines yang sub merged tetapi pula di akibatkan oleh erosi glacial yang besar dimana es yang tebal mengerosi aktip dan erosinya di zone terminal adalah kurang, dimana es sedemikian tipisnya untuk mengerosi lebih efektif. Dalam keadaan yang sama dengan Fjords tetapi berada diatas permukaan laut dan disebut sebagai trough lakes.

6. Continental Glaciers.

Pengaruh continetal glaciation pada daerah pergunungan yaitu sebelum glaciation daerah itu sudah lama dalam keadaan stadium dewasa dengan perkembangan drainage yang baik, sungai pokok mengalir kedalam lembah lama dan lebar. Continental glacier menggeser puncak-puncak yang tajam, ingir dan spurs yang sempit dan memperhalus batuan dilereng gunung. Beberapa lembah pre glacial menjadi lebih dalam dan sisinya menjadi terjal karena lidah-lidah es yang bergerak melaluinya. Kebanyakan dari lembah tersebut terhempang oleh tumpukan es

karena badai yang datang dari daratan tinggi sekitarnya. Sehingga membentuk garis pre glacial drainage. Banyak rombakan batuan dibawa sampai jarak jauh oleh es dan terdapat kembali didasar lembah dan lereng-lereng gunung hingga aground moraines tersebar luas dan juga terdapat banyak Kames, Eskers, Drumlins dan Outwash Plain. Dengan demikian maka glaciation meremajakan suatu daerah. Untuk danau, rawa dan sungai muda yang terpotong pada glacial debris atau permukaan yang berglacial adalah superimposed pada daerah topografi yang lama dan preglacial stadia dewasa yang mempunyai drainage yang baik.

7. Ice Caps.

Akibat daripada erosi ice caps maka terbentuklah apa yang disebut Ice Scoured Plain. Bila dalam suatu daerah dimana ice cap itu bergerak diatas suatu permukaan itu adalah daerah pergunungan maka sebagai hasilnya adalah bukan ice scoured plain tetapi topografi yang umumnya halus dan streamline dan disebut Mammilated surface.

8. Bentuk topografi karena endapan glacial.

Topografi dari endapan glacial ini dibedakan berdasarkan materialnya yang diendapkan, antara lain ialah :

- a. Terminal moraine
- b. Lateral moraine
- c. Ground moraine
- e. Medial moraine.

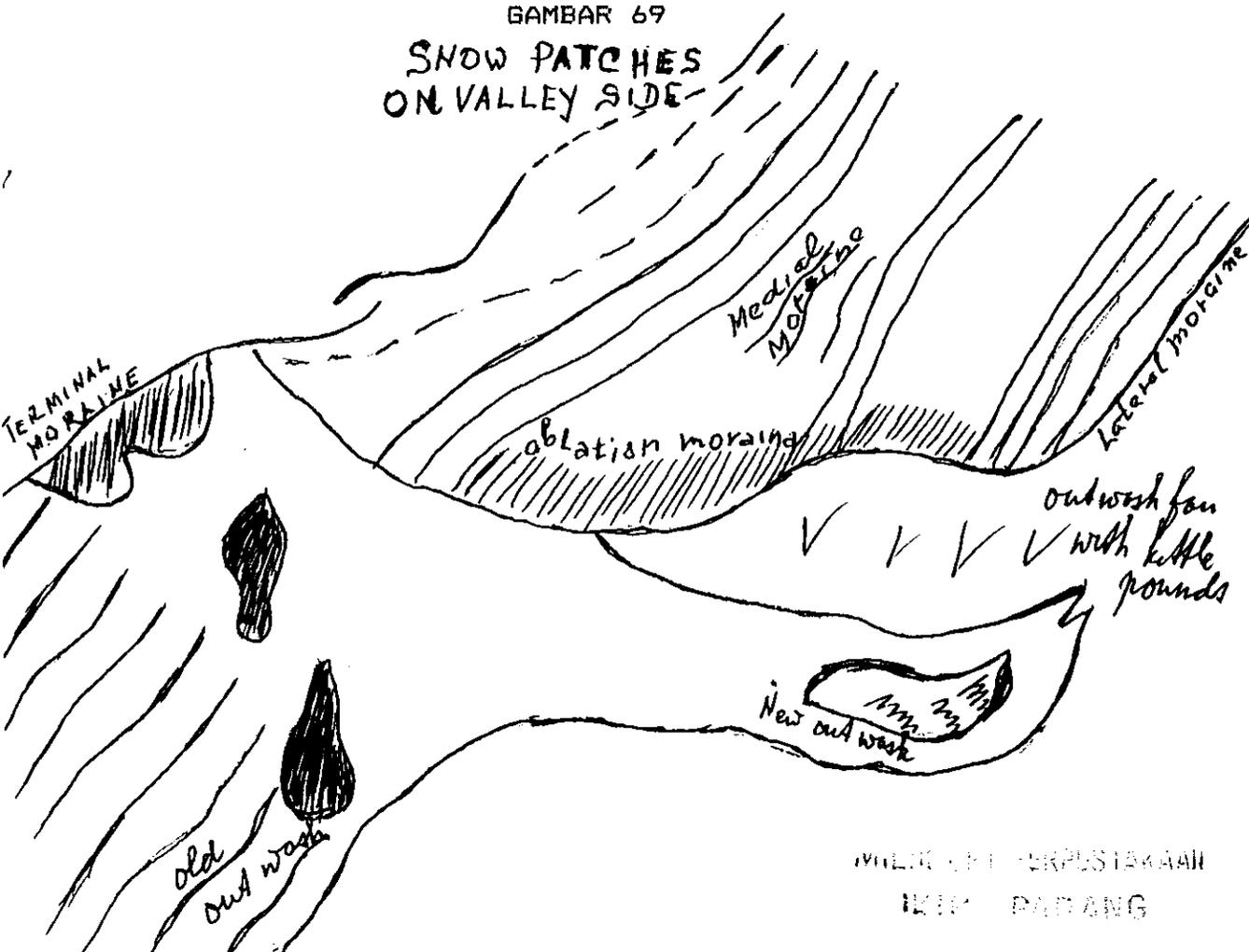
Dalam keadaan yang khusus, ridge yang tertinggi atau daerah debris (drift) yang terdapat endapan pada ujung

dari valley glacier dan disebut sebagai terminal moraine. Hampir semua terminal moraine menunjukkan sifat khasnya yaitu adanya bentuk topografi Kittle dan Hummock. Kittle adalah danau atau rawa yang menyerupai depresi.

9. Lateral Moraine.

Lateral Moraine membentuk sepanjang sisi dari suatu sungai es terutama dari bahan-bahan yang berasal dari sisi lembah diatas glacier karena pelapukan, snowslides, avalanches dan gerakan-gerakan massa yang lainnya. Dua lateral moraine bergabung membentuk suatu Medial moraine. Medial moraine adalah merupakan bentangan dari suatu permukaan glaciers. Sedangkan lateral moraine pada umumnya terdapat disepanjang glacial trough. Kadang-kadang terdapat danau kecil diatas dasar dari pada glacial trough antara lateral moraine dan dinding troughnya.

GAMBAR 69
SNOW PATCHES
ON VALLEY SIDE



DAFTAR BACAAN

1. Itrahler : Introduction To Physical Geografy,
John Walley and Son Inc. Newyork,
Sydney, London.
2. Lect and Gudton : Physical Geology, Printice Hall
Inc. Englewood Clift Newyork.
3. Lobeck.A.K : Geomorphpology An Introduction To
Study Of Land Scape.
4. Thrnbury W.D : Principle Of Geomorphpology, Newyork
Jhon Walley and Son Inc. Champman
and Hall Ltd London.
5. Sudardja Adwikarta Ma, Cs : Geomorfologi, FKIPS IKIP
Bandung.
6. Worcester Philip. G : A text Book Of Geomorphpology, D V
Noorstand Company Inc. Toronto
Princeton, New Yersey. London.
7. Verstappen Dr,H,Th : Geomorfologi Gaya dan Proses.