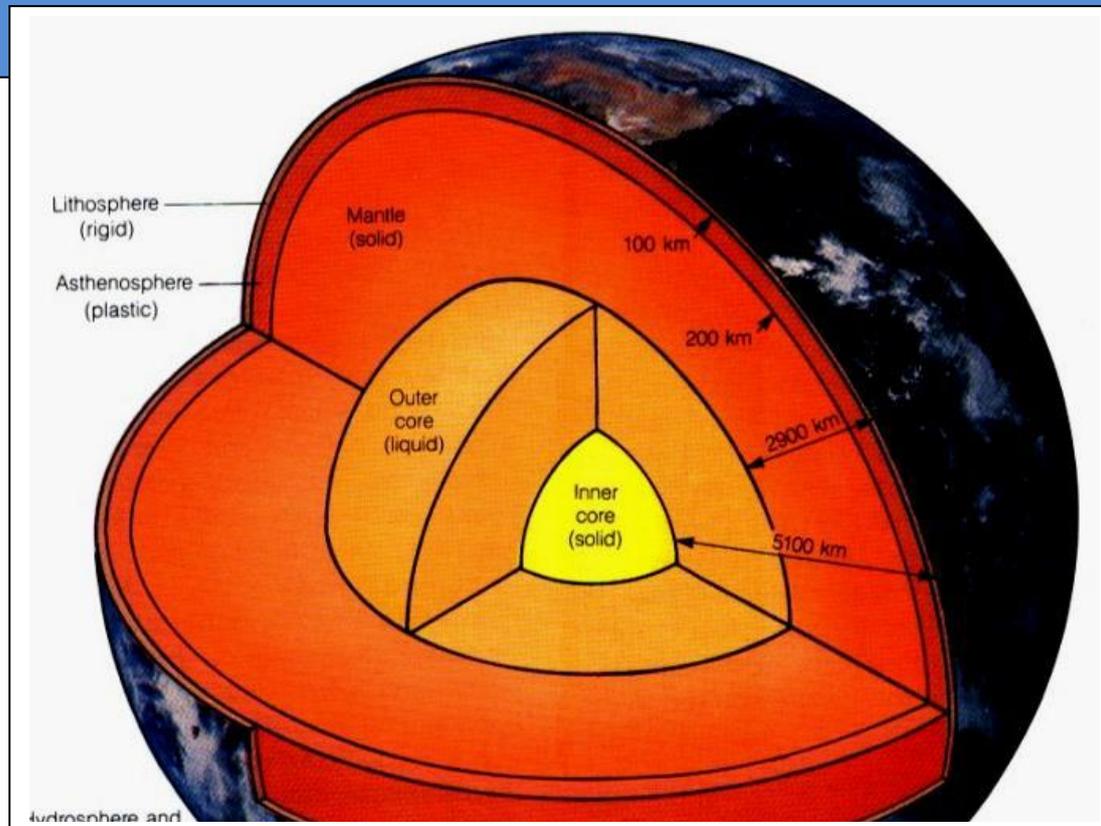




BAHAN AJAR : OSEANOGRAFI GEOLOGI

Oleh : Noverma, M. Eng



FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA

KATA PENGANTAR

Diktat ini merupakan pengantar mata kuliah Oceanografi Geologi pada fakultas sains dan teknologi pada prodi Ilmu kelautan Universitas Islam Teknologi. Saat ini Buku mengenai Oceanografi Geologi masih sangat terbatas, dan yang ada masih dalam edisi Bahasa Inggris, sehingga mahasiswa dan dosen harus melakukan browsing melalui internet untuk mencari bahan pendukung mata kuliah ini, oleh karena itu penulis sebagai dosen pengampu mata kuliah ini mencoba menulis diktat ini.

Diktat Oceanografi Geologi ini di buat secara berseri yakni bagian I s /d bagian 2. Pada Diktat Bagian I ini, materi yang ditulis adalah Meliputi Pendahuluan, Pembentukan bumi dan tektonik lempeng serta Proses-proses Geologi dan Perubahan Bentang Alam . Untuk diktat Oceanografi Geologi bagian 2, materinya meliputi morfologi dasar samudra, hidrodinamis samudra, sea level change, sedimentasi, endapan mineral dan hydrothermal dasar laut. Diktat ini ditulis berdasarkan silabus Oceanografi Geologi prodi ilmu kelautan UINSA, yang diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan Oceanografi Geologi

Semoga Diktat ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca khususnya mahasiswa yang mengikuti matakuliah ini. Dan diharapkan masukan untuk penyempurnaan diktat ini.

Penyusun

Noverma, M.Eng

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	
Daftar isi	
Bahan Ajar Oseanografi Geologi	
I Pengantar	
I.1 Definisi dan Pengertian Geologi	1
I.2 Tugas Ahli Geologi	2
I.3 Sejarah Perkembangan Ilmu Geologi	2
I.4 Skala Waktu Geologi	3
I.5 Konsep-konsep dan Hukum Geologi	4
I.6 Ilmu-Ilmu terkait dalam Geologi	8
I.7 Geologi dalam Alqur an	9
II Pembentukan bumi dan tektonik lempeng	
II.1 Misteri terjadinya bumi	12
II.2. Susunan Interior Bumi	15
II.3. Material dan Susunan Kulit Bumi	16
II.4. Tektonik Lempeng	19
II.5. Orogenesa	31
III Proses-proses geologi dan Perubahan Bentang alam	40
III.1 Gaya Endogen	41
III.2 Bentang Alam Endogenik	41
III.3 Gaya Eksogen	44
III.4 Bentang Alam Eksogenik	44
IV Morfologi Dasar Samudra	47
IV.1 Pengenalan morfologi Dasar Samudra	47
IV.2 Bentuk dasar samudra dan Proses Pembentukannya	50

I Pengantar Geologi

I.1 Definisi dan Pengertian Geologi

Kata Geologi berasal dari kata Yunani, *geos* berarti bumi dan *logos* yang berarti ilmu. Jadi **Geologi** adalah Ilmu yang mempelajari material bumi secara menyeluruh, termasuk asal mula, struktur, penyusun kerak bumi, proses - proses yang berlangsung selama dan atau setelah pembentukannya, dan yang sedang berlangsung, hingga menjadikan keadaan bumi seperti saat ini.

Dari definisi diatas maka **Geologi laut / Oceanografi Geologi** dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari komposisi, struktur, dan proses pembentukan dasar laut secara menyeluruh

Geologi lazimnya dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu **Geologi Fisik dan Geologi Dinamis**.

Geologi Fisik atau Physical Geology, adalah suatu studi yang mempelajari sifat-sifat fisik dari bumi, seperti susunan dan komposisi dari pada bahan-bahan yang membentuk bumi, selaput udara yang mengitari bumi, khususnya bagian yang melekat dan berinteraksi dengan bumi, kemudian selaput air atau hidrosfir, serta proses-proses yang bekerja diatas permukaan bumi yang dipicu oleh energi Matahari dan tarikan gayaberat bumi. Proses-proses yang dimaksud itu, dapat dijabarkan sebagai pelapukan, pengikisan, pemindahan dan pengendapan.

Geologi Dinamis adalah bagian dari Ilmu Geologi yang mempelajari dan membahas tentang sifat-sifat dinamika bumi. Sisi ini berhubungan dengan perubahan-perubahan pada bagian bumi yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang dipicu oleh energi yang bersumber dari dalam bumi, seperti kegiatan magma yang menghasilkan vulkanisma, gerak-gerak litosfir akibat adanya arus konveksi, gempabumi dan gerak-gerak pembentukan cekungan pengendapan dan pegunungan.

I.2 Tugas Ahli Geologi

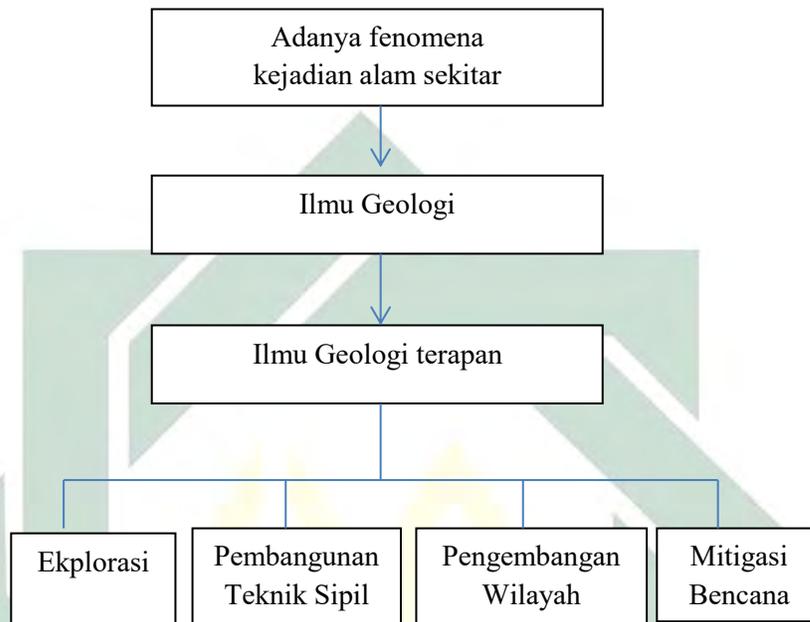
1. melakukan penelitian-penelitian untuk mengungkapkan misteri yang masih menyelimuti proses-proses yang berhubungan dengan bahan-bahan yang membentuk bumi, gerak-gerak dan perubahan yang terjadi seperti gempa-bumi dan meletusnya gunungapi, juga mencari dan mencoba menemukan bahan-bahan yang kita butuhkan yang diambil dari dalam bumi seperti bahan tambang dan minyak dan gas bumi.
2. mempelajari sifat-sifat bencana alam, seperti banjir, longsor, gempa-bumi dll; meramalkan dan bagaimana cara menghindarinya.

Berikut beberapa Manfaat mempelajari Geologi khususnya **geologi laut/Oceanografi** Geologi adalah sebagai berikut:

- a. Pembangunan struktur bawah laut
- b. Pembangunan Dermaga
- c. Pembnagunan anjungan minyak
- d. Pemasangan kabel bawah laut jembatan antar pulau
- e. Dan lain-lain.

I.3 Sejarah Perkembangan Ilmu Geologi

Ilmu tentang Geologi berkembang dengan adanya dorongan keingintahuan akan fenomena alam yang terjadi serta kebutuhan manusia akan isi bumi seperti minyak bumi, tambang, serta pembangunan di bidang sipil yang memerlukan data geologi. Perkembangan ilmu geologi disajikan dalam bagan alir berikut :



Gambar 1.1 Bagan Alir Sejarah Perkembangan Ilmu Geologi

I.4 Skala Waktu Geologi

Skala Waktu Geologi adalah sistem penanggalan bumi yang dipakai untuk menjelaskan waktu dan hubungan antar peristiwa yang terjadi sepanjang sejarah Bumi. Sejarah bumi dikelompokkan menjadi Eon (Masa) yang terbagi lagi menjadi Era (Kurun), dan Era dibagi menjadi Period (Zaman), dan Zaman dibagi menjadi Epoch (Kala).

Terdapat 2 jenis pembagian Skala Waktu Geologi, yaitu Skala Waktu Relatif dan Skala Waktu Nisbi (Radiometri):

1. **Skala Waktu Relatif** adalah skala waktu geologi yang didasarkan atas fosil-fosil yang terdapat dalam batuan sepanjang sejarah bumi.

2. **Skala Waktu Nisbi (Radiometri)** adalah skala waktu geologi yang didasarkan atas penentuan penanggalan isotop radioaktif pada mineral-mineral radioaktif yang terdapat dalam batuan.

I.5 Konsep-konsep dan Hukum Geologi

Adapun hukum dan konsep geologi yang menjadi acuan dalam geologi antara lain adalah konsep tentang susunan, aturan dan hubungan antar batuan dalam ruang dan waktu. Konsep uniformitarianisme (James Hutton), hukum superposisi (Steno), konsep keselarasan dan ketidakselarasan, konsep transgresi-regresi, hukum potong memotong (cross cutting relationship) dan lainnya.

1. Doktrin Uniformitarianisme

Uniformitarianisme merupakan konsep dasar geologi modern. Doktrin ini menyatakan bahwa hukum-hukum fisika, kimia dan biologi yang berlangsung saat ini berlangsung juga pada masa lampau.

2. Prinsip-prinsip Geologi

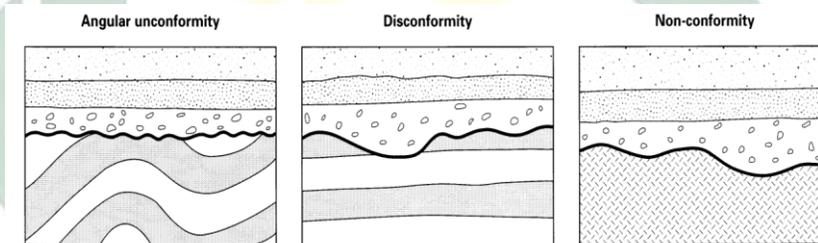
Adapun prinsip-prinsip dasar geologi yang sangat penting dalam ilmu geologi adalah prinsip horizontalitas, superposisi dan kesinambungan lateral pada perkapisan batuan sedimen.

- a. **Horizontalitas** (Horizontality): Kedudukan awal pengendapan suatu lapisan batuan adalah horisontal, kecuali pada tepi cekungan memiliki sudut kemiringan asli (initial-dip) karena dasar cekungannya yang memang menyudut
- b. **Superposisi** (Superposition): Dalam kondisi normal (belum terganggu), perlapisan suatu batuan yang berada pada posisi paling bawah merupakan batuan yang pertama terbentuk dan tertua dibandingkan dengan lapisan batuan di atasnya.
- c. **Kesinambungan Lateral** (Lateral Continuity): Pelamparan suatu lapisan batuan akan menerus sepanjang jurus perlapisan batuanya. Dengan kata lain bahwa apabila pelamparan suatu lapisan batuan sepanjang jurus perlapisannya berbeda

litologinya maka dikatakan bahwa perlapisan batuan tersebut berubah facies. Dengan demikian, konsep perubahan facies terjadi apabila dalam satu lapis batuan terdapat sifat, fisika, kimia, dan biologi yang berbeda satu dengan lainnya

3. Keselarasan dan Ketidakselarasan

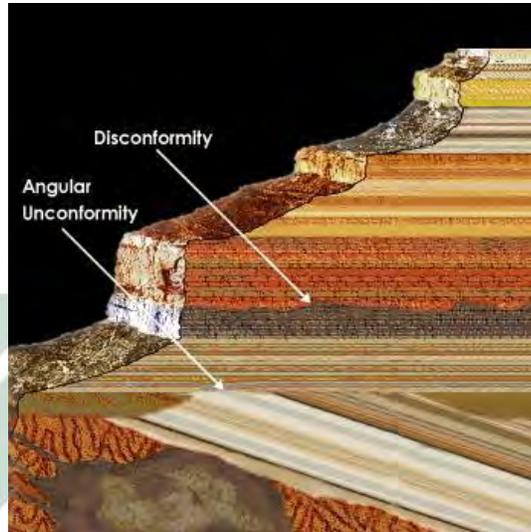
- a. Keselarasan adalah hubungan antar perlapisan batuan yang kontinu (menerus), tidak terdapat selang waktu (rumpang waktu) pengendapan.
- b. Ketidak-selarasan adalah hubungan antar yang tidak menerus yang disebabkan oleh adanya rumpang waktu pengendapan. Terdapat 3 (tiga) jenis ketidak-selarasan, yaitu ketidak selarasan bersudut (angular), disconformity, dan non-conformity.



Gambar 2 Tiga jenis bentuk ketidakselarasan dalam geologi: (a). Angular Unconformity; (b). Disconformity; dan (c). Non-conformity (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Gambar 1-3 Kenampakan lapangan dari bentuk “Angular Unconformity” dan “Disconformity” (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

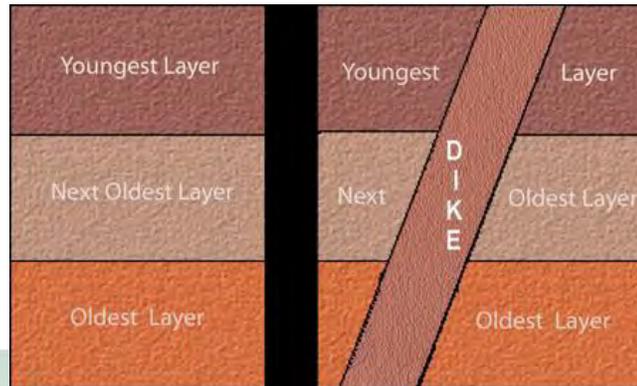


Gambar 1-4 Sketsa “Angular Unconformity” dan “Disconformity”
(Sumber : *Buku Pengantar Geologi*, Djauhari Noor)

4. Transgresi dan Regresi

- a. Transgresi (Genang Laut) dalam pengertian stratigrafi/sedimentologi adalah laju penurunan dasar cekungan lebih cepat dibandingkan dengan pasokan sedimen (sediment supply).
- b. Regresi (Susut Laut) dalam pengertian stratigrafi/sedimentologi adalah laju penurunan dasar cekungan lebih lambat dibandingkan dengan pasokan sedimen (sediment supply).

5. Hubungan Potong Memotong (*Cross-cutting Relationship*) adalah hubungan kejadian antar batuan. Urutan pembentukan batuan dapat ditentukan berdasarkan hubungan potong memotong, dimana batuan yang dipotong (diterobos) terbentuk lebih dahulu dibandingkan dengan batuan yang menerobosnya.



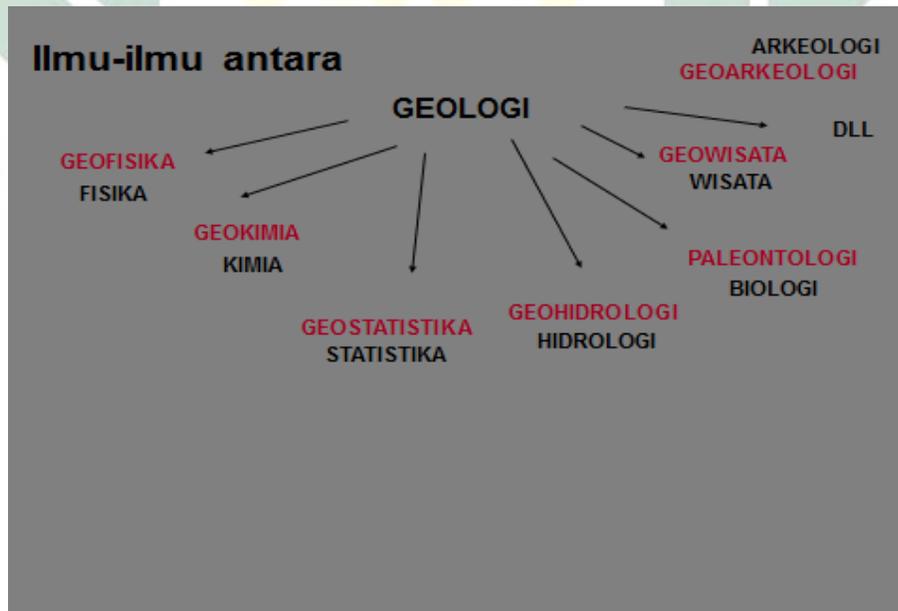
Gambar 1-5 Foto singkapan batuan intrusi dyke (warna gelap) memotong batuan samping (warna terang). Intrusi dyke lebih muda terhadap batuan sampingnya.
 (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

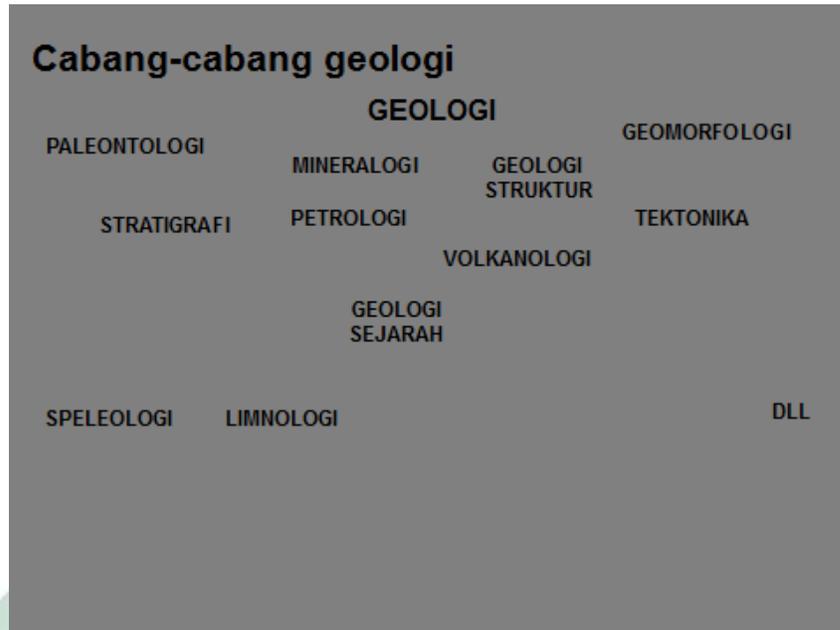


Gambar 1-6 Foto singkapan batuan intrusi dyke (warna hitam) memotong batuan samping (warna putih terang). Intrusi dyke lebih muda terhadap batuan sampingnya.
 (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

I.6 Ilmu-Ilmu terkait dalam Geologi

Ilmu-ilmu terkait					
TEKNOLOGI	TEKNIK PERMINYAKAN	TEKNIK PERTAMBANGAN	TEKNIK SIPIL	INDUSTRI PARIWISATA	DLL
ILMU-ILMU TERAPAN	GEOLOGI MINYAKBUMI	GEOLOGI BAHAN GALIAN	GEOLOGI TEKNIK	GEOLOGI PANASBUMI	DLL
				GEOLOGI LINGKUNGAN	
ILMU-ILMU DASAR KEBUMIHAN	METEOROLOGI		GEOLOGI	BIOLOGI	
	HIDROLOGI				
ILMU-ILMU DASAR	FISIKA	STATISTIKA		KIMIA	
		MATEMATIKA			





I.7 Geologi dalam Alqur an

Dalam alquran juga banyak ayat-ayat yang memberikan indikasi tentang kejadian alam semesta beserta isinya dan fenomena alam yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa adanya eksistensi Allah SWT yang tidak terbatas dalam penciptaan alam semesta ini.

Berikut ayat-ayat Alquran yang berhubungan dengan geologi

1. QS. Al-Naml ayat 61

Artinya : “Atau siapakah yang telah menjadikan bumi sebagai tempat berdiam, dan yang menjadikan sungai-sungai di celah-celahnya, dan yang menjadikan gunung-gunung untuk (mengkokohkan)nya dan menjadikan suatu pemisah antara dua laut ? Apakah disamping Allah ada tuhan (yang lain)? Bahkan (sebenarnya) kebanyakan dari mereka tidak mengetahui”.

Ayat sebelum ini berbicara tentang penciptaan langit dan bumi seta beberapa hal yang berkaitan dengan keduanya, seperti hujan dari langit dan tumbuhan di bumi.

2. QS. Al-Nazi'at ayat 30-33

Artinya : *“Dan bumi sesudah itu dihamparkan-Nya, Ia memancarkan daripadanya mata airnya, dan (menumbuhkan) tumbuh-tumbuhannya, Dan gunung-gunung dipancang-Nya dengan teguh, (semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu”*.

Dengan kata lain, dalam penegakan gunung-gunung, gunung-gunung mencengkeram lempengan-lempengan kerak bumi dengan memanjang ke atas dan ke bawah permukaan bumi pada titik-titik pertemuan lempengan-lempengan ini. Dengan cara ini, mereka memancang kerak bumi dan mencegahnya dari terombang-ambing di atas lapisan magma atau di antara lempengan-lempengannya. Singkatnya, kita dapat mengumpamakan gunung dengan paku yang menyatukan bilah-bilah papan. Jika dua lempeng saling bertumbukan, kerak bumi akan terdorong keatas dan membentuk barisan pegunungan tinggi, disebut pegunungan lipatan.

3. QS. Al-Nahl ayat 15

Artinya : *“Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya bumi itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk”*.

4. QS. Nuh ayat 19-20

Artinya : *“Dan Allah menjadikan bumi untukmu sebagai hamparan, supaya kamu menjalani jalan-jalan yang luas di bumi itu”*.

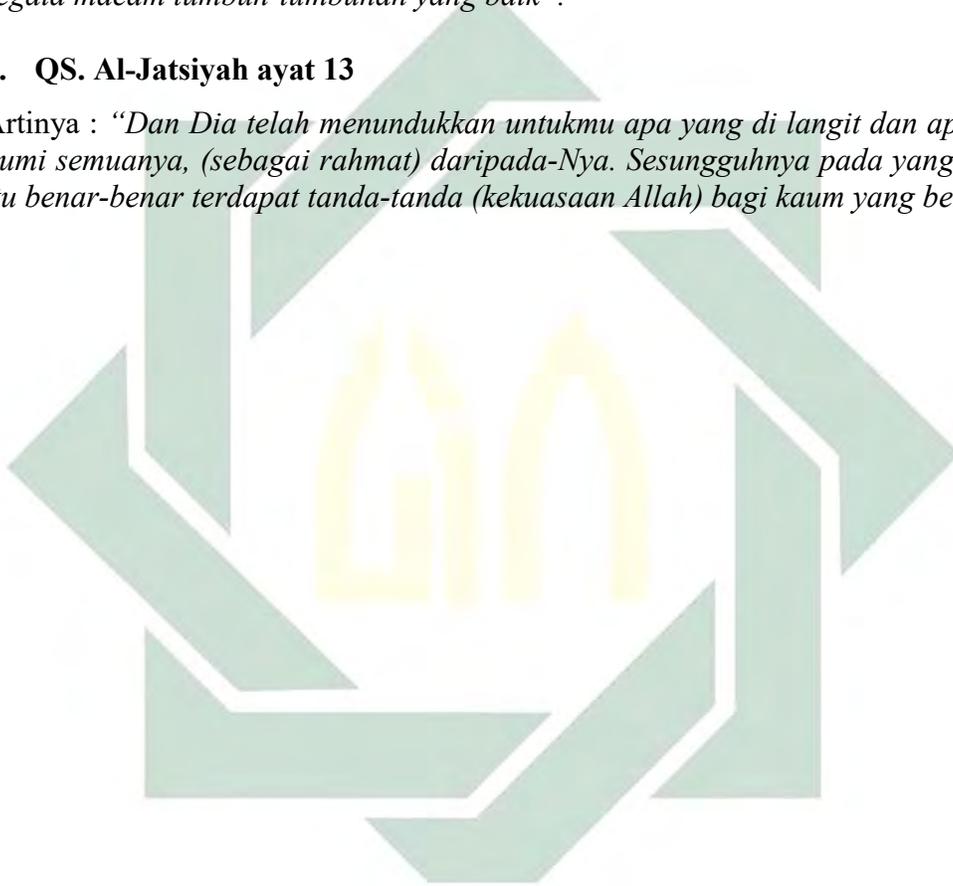
Dijadikannya bumi sebagai hamparan bermakna kemudahan memanfaatkannya serta kenyamanan yang dapat diraih darinya. Bahwa bumi dijadikan hamparan bukan berarti diciptakan datar. Kedatarannya tidak bertentangan dengan penciptaannya dalam bentuk bulat atau lonjong. Kemanapun manusia melangkahkan kaki di bumi ini, dia akan melihat bumi dan menemukannya terhampar, walau dia pada hakikatnya lonjong.

5. QS. Luqman ayat 10

Artinya : “Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik”.

6. QS. Al-Jatsiyah ayat 13

Artinya : “Dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir.”



II Pembentukan bumi dan tektonik lempeng

II.1 Misteri terjadinya bumi

Jauh sebelum munculnya hipotesa dari para peneliti mengenai kejadian alam semesta sudah dijelaskan dalam alquran, bahwa adanya eksistensi allah SWT dalam penciptaan alam semesta. Beberapa ayat alquran menjelaskan secara umum dan detail mengenai penciptaan alam semesta. Berikut ayat alquran dalam pembentukan bumi dijelaskan secara global dalam surat QS. Al –A’raf : 54, QS.Qaf: 38. Dan Keterangan lainnya Allah sebutkan di surat Yunus (ayat 3), Hud (ayat 7), al-Furqan (ayat 59), as-Sajdah (ayat 4), dan al-Hadid (ayat 4).

Sesungguhnya Tuhan kalian, yaitu Allah, Dialah yang menciptakan langit dan bumi dalam 6 hari, kemudian Dia beristiwa di atas Arsy. (QS. al-A’raf: 54).

Sungguh Aku telah menciptakan langit dan bumi serta segala yang ada diantara keduanya dalam 6 hari, dan Aku tidak merasa lelah. (QS. Qaf: 38).

Selain Ayat tersebut di atas, allah SWT menjelaskan secara rinci tentang penciptaan alam semesta dalam surat Fushilat (ayat 9 sampai 12).

Katakanlah: “Sesungguhnya patutkah kamu kafir kepada Yang menciptakan bumi dalam dua hari dan kamu adakan sekutu-sekutu bagi-Nya? (Yang bersifat) demikian itu adalah Rabb semesta alam”. (QS. Fushilat : 9)

Dan dia menciptakan di bumi itu gunung-gunung yang kokoh di atasnya. Dia memberkahinya dan Dia menentukan padanya kadar makanan-makanan penghuninya dalam empat hari. (Penjelasan itu sebagai jawaban) bagi orang-orang yang bertanya. (QS. Fushilat : 10)

Kemudian Dia menuju kepada penciptaan langit dan langit itu masih merupakan asap, lalu Dia berkata kepadanya dan kepada bumi: “Datanglah kamu keduanya

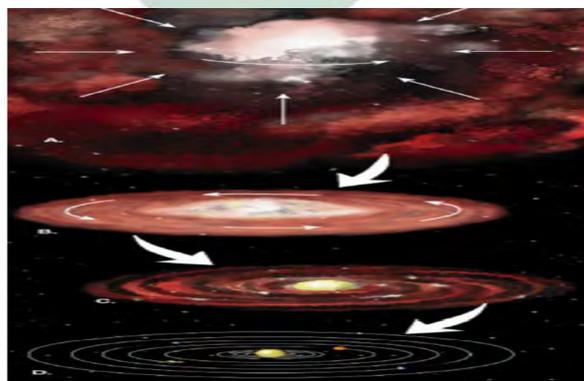
menurut perintah-Ku dengan suka hati atau terpaksa”. Keduanya menjawab: “Kami datang dengan suka hati” (QS. Fushilat : 11)

Maka Dia menjadikannya tujuh langit dalam dua hari. Dia mewahyukan pada tiap-tiap langit urusannya. Dan Kami hiasi langit yang dekat dengan bintang-bintang yang cemerlang dan Kami memeliharanya dengan sebaik-baiknya. Demikianlah ketentuan Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui. (QS. Fushilat : 11)

1. Hipotesa Nebula

Hipotesa ini menganggap bahwa bumi beserta planet-planet lainnya terbentuk dari bahan yang terlempar dari matahari dimana bahan-bahan tersebut ikut berputar dan akhirnya mengkerut membentuk planet-planet.

Pada gambar 2-1 diilustrasikan bagaimana Bumi dan 8 planet lainnya serta Matahari muncul pada waktu yang bersamaan dari debu dan gas (nebula). Sekitar 5 milyar tahun yang lalu, nebula mulai kontraksi karena gaya gravitasi dan mulai berputar dan menjadi lebih pipih. Pada akhirnya Matahari mulai mengalami fusi dan planet-planet baru terbentuk dan mulai memisahkan diri, unsur-unsur dan komponen-komponen kimia yang lebih berat bergerak ke bagian tengah/pusat dan material batuan membentuk kerak. Planet-planet yang baru terbentuk serta bulan melepaskan gas yang merupakan pembentukan awal dari atmosfer.



Gambar 2-1 Pembentukan Sistem Tata Surya Berdasarkan Hipotesa Nebula
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

2. Hipotesa Planetesimal

Teori ini dicetuskan oleh **Thomas C. Chamberlin** dan **Forest R. Moulton**, yang mengemukakan adanya suatu Bintang yang besar yang menyusup dan mendekati Matahari. Akibat dari gejala ini, maka sebagian dari bahan yang membentuk Matahari akan terkoyak dan direnggut dari peredarannya. Mereka berpendapat bahwa bumi kita ini terbentuk dari bahan-bahan yang direnggut tersebut yang kemudian memisahkan diri dari Matahari.

3. Hipotesa Pasang Surut Bintang

Hipotesa pasang surut bintang pertama kali dikemukakan oleh **James Jeans** pada tahun 1917. Planet dianggap terbentuk karena mendekatnya bintang lain kepada matahari. Keadaan yang hampir bertabrakan menyebabkan tertariknya sejumlah besar materi dari matahari dan bintang lain tersebut oleh gaya pasang surut bersama mereka, yang kemudian terkondensasi menjadi planet. Namun astronom **Harold Jeffreys** tahun 1929 membantah bahwa tabrakan yang sedemikian itu hampir tidak mungkin terjadi. Demikian pula astronom **Henry Norris Russell** mengemukakan keberatannya atas hipotesa tersebut.

4. Hipotesa Kondensasi

Hipotesa kondensasi mulanya dikemukakan oleh astronom Belanda yang bernama **G.P. Kuiper** (1905-1973) pada tahun 1950. Hipotesa kondensasi menjelaskan bahwa Tata Surya terbentuk dari bola kabut raksasa yang berputar membentuk cakram raksasa.

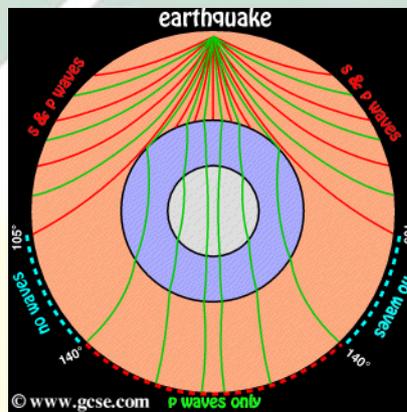
5. Hipotesa Bintang Kembar

Hipotesa bintang kembar awalnya dikemukakan oleh **Fred Hoyle** (1915-2001) pada tahun 1956. Hipotesa mengemukakan bahwa dahulunya Tata Surya kita berupa dua bintang yang hampir sama ukurannya dan berdekatan yang salah satunya meledak meninggalkan serpihan-serpihan kecil. Serpihan itu terperangkap oleh gravitasi bintang yang tidak meledak dan mulai mengelilinginya.

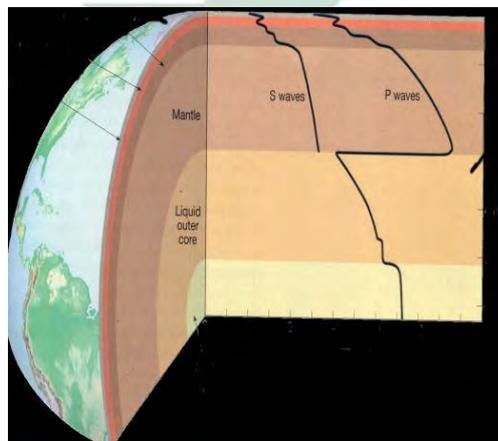
II.2 Susunan Interior Bumi

Susunan Interior bumi dapat diketahui melalui sifat sifat fisika bumi (geofisika) diantaranya; gaya tarik (gravitasi), kemagnetan, kelistrikan, merambatkan gelombang (seismik), dan sifat fisika lainnya.

Dari gambar 2-1 dapat diketahui bahwa antara Kulit Bumi dengan Mantel Luar dibatasi oleh suatu material yang berfase semi-plastis yang merupakan tempat dimana kerak bumi (lempeng lempeng bumi) bersifat mobil dan setiap lempeng saling bergerak.

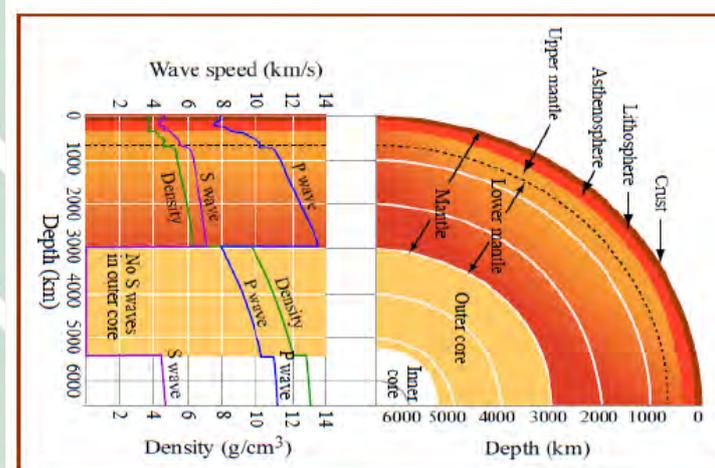


Gambar 2-2. Rambatan gelombang Primer (P) dan Sekunder (S) pada interior bumi. Gelombang P (garis hijau) merambat pada semua bagian dari lapisan material bumi sedangkan gelombang S (garis merah) hanya merambat pada bagian mantel dari interior bumi
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Gambar 2-3 Sifat rambat gelombang P dan S pada interior bumi. Terlihat gelombang P dapat merambat pada interior bumi baik yang berfasa padat maupun berfasa cair, sedangkan gelombang S tidak merambat pada Inti Bumi bagian luar yang berfasa cair. (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

Bagian-bagian utama dari Bumi yang terlihat pada gambar 2-3, yaitu : (1) Inti, yang terdiri dari dua bagian. Inti bagian dalam yang bersifat padat, dan ditafsirkan sebagai terdiri terutama dari unsur besi, dengan jari-jari 1216 Km., Inti bagian luar, berupa lelehan (cair), dengan unsur-unsur metal mempunyai ketebalan 2270 Km; Kemudian (2) Mantel Bumi setebal 2885 Km; terdiri dari batuan padat, dan berikutnya (3) Kerak Bumi, yang relatif ringan dan merupakan “kulit luar” dari Bumi, dengan ketebalan berkisar antara 5 hingga 40 Km.

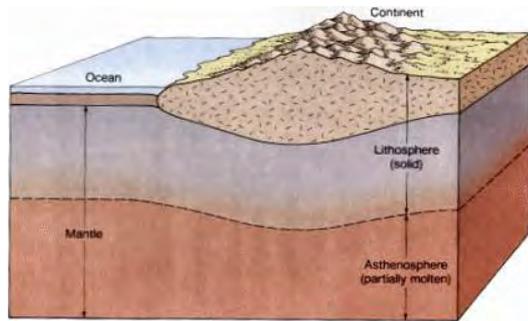


Gambar 2-3 Hubungan Kecepatan rambat gelombang P dan S dengan Susunan Interior Bumi (Inti Bumi, Mantel, Asthenosphere, Lithosphere, dan Kerak Bumi)
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

II.3. Material dan Susunan Kulit Bumi

1. Selaput Batuan (Litosfir)

Litosfir merupakan bagian yang padat dari Bumi, berada dibawah Atmosfir dan Samudra.



Gambar 2-4 Bagian Kerak Bumi (Selaput Batuan / Litosfir)
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

Susunan dan komposisi litosfir (kerak benua dan kerak samudra) dapat diketahui dengan cara menganalisa batuan-batuan yang tersingkap di permukaan bumi, atau hasil pemboran inti, maupun produk aktivitas gunung api.

Berdasarkan analisa kimia dari sampel batuan yang diambil di berbagai tempat di bumi, secara umum unsur kimia yang paling dominan sebagai penyusun litosfir adalah sebagai berikut:

Tabel 2-1
Unsur Kimia Penyusun Litosfir
(Kerak Bumi)

Unsur	Persen Berat
Oxygen (O)	46.6
Silicon (Si)	27.7
Aluminium (Al)	8.1
Iron (Fe)	5.0
Calcium (Ca)	3.6
Sodium (Na)	2.8
Pottasium (K)	2.6
Magnesium (Mg)	2.1
Lain-nya	1.5
Total	100

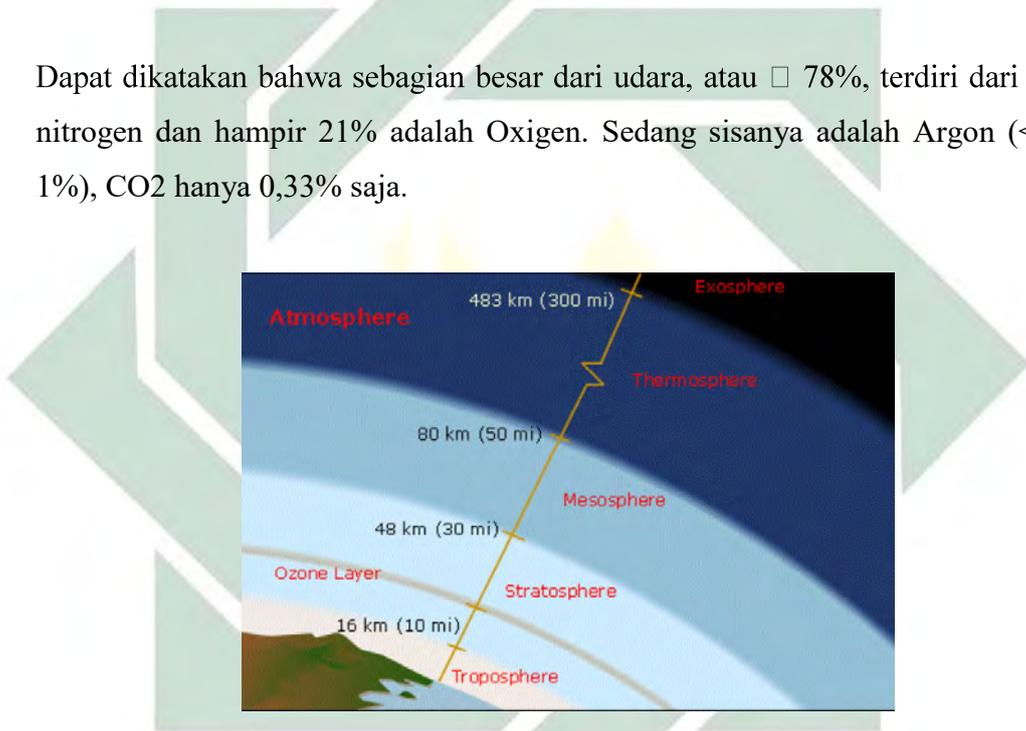
2. Selaput udara (Atmosfir)

Selaput atau lapisan udara Lapisan-lapisan udara dan air ini digambarkan sebagai selaput yang saling menutup, tetapi pada batas-batas tertentu akan saling bercampur. Masing-masing selaput terdiri dari bahan-bahan yang khas dan didalam bahan itu sendiri juga berlangsung proses-proses tertentu.

fungsi dari Atmosfera adalah:

(1). merupakan media perantara untuk memindahkan air dari lautan melalui proses penguapan ke daratan yang kemudian jatuh kembali sebagai hujan dan salju;
 (2). merupakan salah satu gaya utama dalam proses pelapukan, dan ketiga bertindak sebagai pengatur khasanah kehidupan dan suhu di atas permukaan bumi. Atmosfera disini berfungsi sebagai pelindung dari permukaan bumi terhadap pancaran sinar ultra-violet yang tiba di atas permukaan bumi dalam jumlah yang berlebihan.

Dapat dikatakan bahwa sebagian besar dari udara, atau \square 78%, terdiri dari unsur nitrogen dan hampir 21% adalah Oksigen. Sedangkan sisanya adalah Argon (< dari 1%), CO₂ hanya 0,33% saja.



Gambar 2-5 Bagian bagian dari Atmosfir (Troposfir, Stratosfir, Mesosfir, Termosfir, dan Eksosfir)
 (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

3. Selaput air (Hidrosfir)

Menempati ruang mulai dari bagian atas atmosfer hingga menembus ke kedalaman 10 Km dibawah permukaan Bumi, yang terdiri dari samudra, gletser, sungai dan danau, uap air dalam atmosfer dan air-tanah. Termasuk kedalam selaput ini adalah semua bentuk air yang berada diatas dan didekat permukaan bumi, 97,2% air di bumi berada di laut dan samudra. Tetapi mereka ini mudah untuk menguap dalam

jumlah yang cukup besar untuk selanjutnya masuk kedalam atmosfera dan kemudian dijatuhkan kembali ke Bumi sebagai hujan dan salju.

II.4. Tektonik Lempeng

Tektonik lempeng adalah merupakan teori yang menjelaskan tentang bumi yang tidak tetap atau mengalami pergerakan. Hal ini dapat diketahui dengan adanya gempa bumi, aktifitas gunung api dan pembentukan pegunungan (orogenesis). Dalam alquran QS. Abasa: 26) juga dijelaskan tentang dasar pembentukan benua oleh adanya pergerakan tektonik lempeng.

"kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya," (QS. `Abasa:26)

"Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu sangka dia tetap di tempatnya, padahal ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan." (QS. An-Naml, 27 : 88)

1. Hipotesa Pengapungan Benua (Continental Drift)

Hipotesa Continental Drift) diperkenalkan oleh **Alfred Lothar Wegener** pada tahun 1912 dan menyatakan bahwa kontinen secara perlahan bergerak di permukaan bumi. yang menyebutkan bahwa semua kontinen pada awalnya merupakan satu kesatuan dan kemudian karena pergerakannya kontinen tersebut terbagi menjadi beberapa bagian yang kemudian bermigrasi (drifted) ke posisi seperti saat ini. Pada tahun 1915, dalam *The Origin of Continents and Oceans* (Die Entstehung der Kontinente und Ozeane), Wegener mempublikasikan teori bahwa dahulu pernah ada satu superkontinen, yang di kemudian hari dinamakannya "Pangaea" yang berarti "Semua Daratan", dan mengumpulkan bukti-bukti dari berbagai bidang. Bukti bukti tentang adanya super-kontinen Pangaea pada 180 juta tahun yang lalu didukung oleh fakta fakta sebagai berikut:

a. Kecocokan / kesamaan Garis Pantai

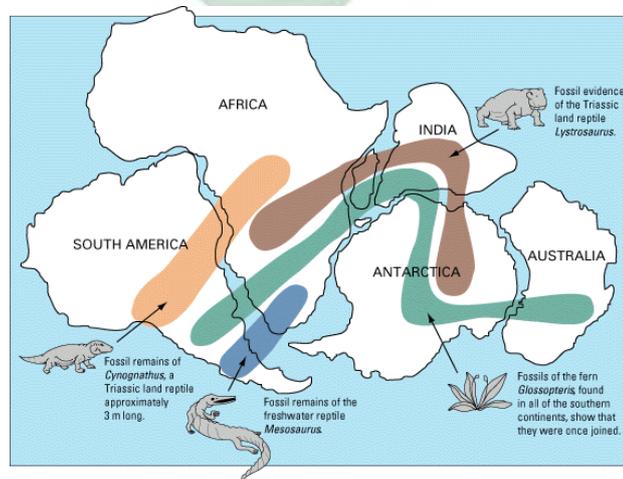
Adanya kecocokan garis pantai yang ada di benua Amerika Selatan bagian timur dengan garis pantai benua Afrika bagian barat, dimana kedua garis pantai ini cocok dan dapat dihimpitkan satu dengan lainnya (gambar 2-6). Wegener menduga bahwa benua-benua tersebut di atas pada awalnya adalah satu atas dasar kesamaan garis pantai. Atas dasar inilah kemudian Wegener mencoba untuk mencocokkan semua benua-benua yang ada di muka bumi.



Gambar 2-6 Kecocokan garis pantai benua Amerika Selatan Bagian Timur dengan garis pantai benua Afrika Bagian Barat (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

b. Persebaran Fossil:

Diketemukannya fosil-fosil yang berasal dari binatang dan tumbuhan yang tersebar luas dan terpisah di beberapa benua, seperti (gambar 2-9):



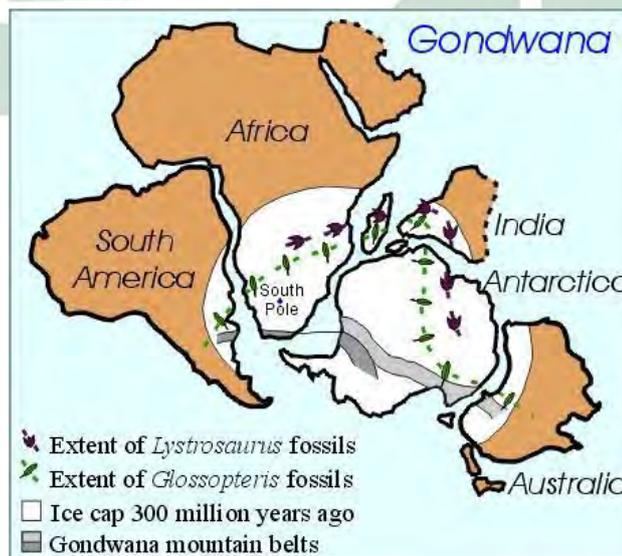
Gambar 2-7 Persebaran fosil *Cynognathus* ditemukan hanya di benua Amerika Selatan dan benua Afrika; fosil *Lystrosaurus* dijumpai di benua-benua Afrika, India, dan Antartika; fosil *Mesosaurus* di benua benua Amerika Selatan dan Afrika, dan fosil *Glossopteris* dijumpai di benua benua Amerika Selatan, Afrika, India, Antartika, dan Australia. (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

c. Kesamaan Jenis Batuan :

Jalur pegunungan Appalachian yang berada di bagian timur benua Amerika Utara dengan sebaran berarah timurlaut dan secara tiba-tiba menghilang di pantai Newfoundland. Pegunungan yang umurnya sama dengan pegunungan Appalachian juga dijumpai di British Isles dan Scandinavia. Kedua pegunungan tersebut apabila diletakkan pada lokasi sebelum terjadinya pemisahan / pengapungan, kedua pegunungan ini akan membentuk suatu jalur pegunungan yang menerus.

d. Bukti Iklim Purba (Paleoclimatic) :

Para ahli kebumian juga telah mempelajari mengenai iklim purba, dimana pada 250 juta tahun yang lalu diketahui bahwa belahan bumi bagian selatan pada zaman itu terjadi iklim dingin, dimana belahan bumi bagian selatan ditutupi oleh lapisan es yang sangat tebal, seperti benua Antartika, Australia, Amerika Selatan, Afrika, dan India (gambar 2-10). Wilayah yang terkena glasiasi di daratan Afrika ternyata menerus hingga ke wilayah ekuator.



Gambar 2-8 Sebaran lapisan es di belahan bumi bagian selatan pada 250 – 300 juta tahun yang lalu serta sebaran fosil *Lystrosaurus* dijumpai di benua-benua Afrika, India, dan Antartika; fosil *Glossopteris* dijumpai di benua benua Amerika Selatan, Afrika, India, Antartika, dan Australia.

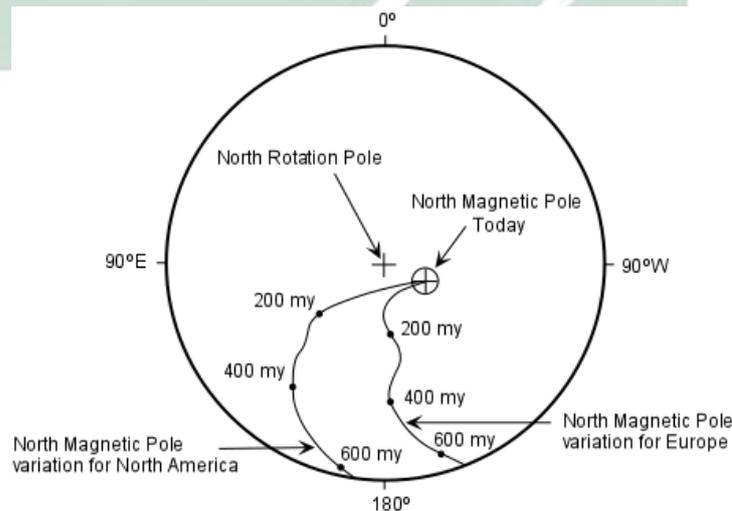
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

e. Pengapungan Benua dan Paleomagnetisme :

Adapun perhatian terhadap hipotesa ini baru terjadi ketika penelitian mengenai penentuan Intensitas dan Arah medan magnet bumi. Setiap orang yang pernah menggunakan kompas tahu bahwa medan magnet bumi mempunyai kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan yang arahnya hampir berimpit dengan arah kutub geografis bumi. Medan magnet bumi juga mempunyai kesamaan dengan yang dihasilkan oleh suatu batang magnet, yaitu menghasilkan garis-garis imajiner yang berasal dari gaya magnet bumi yang bergerak melalui bumi dan menerus dari satu kutub ke kutub lainnya. Jarum kompas itu sendiri berfungsi sebagai suatu magnet kecil yang bebas bergerak di dalam medan magnet bumi dan akan ditarik ke arah kutub-kutub magnet bumi.

Suatu metoda yang dipakai untuk mengetahui medan magnet purba adalah dengan cara menganalisa beberapa batuan yang mengandung mineral-mineral yang kaya unsur besinya yang dikenal sebagai fosil kompas.

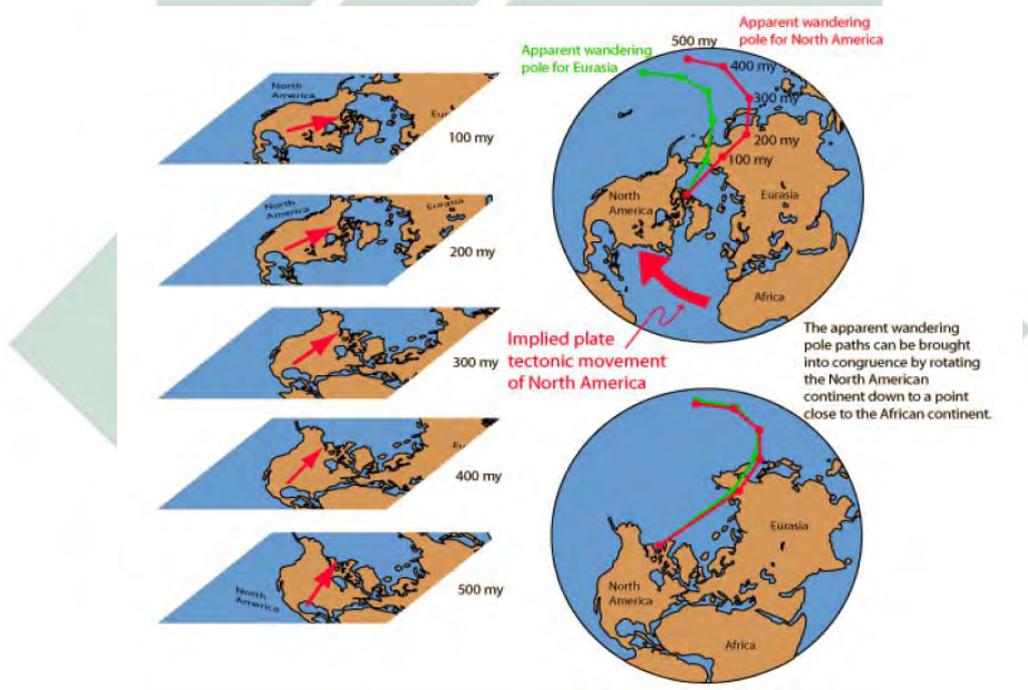
Apabila diperbandingkan hasil dari kedua jalur perpindahan kutub magnet bumi, baik yang ada di Amerika Utara dan Eurasia memperlihatkan kesamaan dan kemiripan dari jalur perpindahan kutub kutub magnet bumi tersebut yang terpisah dengan sudut 300. (gambar 2-9)



Gambar 2-9 Dua kurva Perpindahan Arah Kutub Utara Magnet Bumi (north magnetic pole wandering) hasil analisa batuan lava yang berasal dari dua benua, yaitu benua Amerika Utara dan benua Eropa.

(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

Hal ini menganggap bahwa kutub mempunyai posisi yang tetap, sementara benua-benua mengalami perpindahan. Data paleomagnetisme dari batuan batuan yang berumur 200 juta tahun di Amerika Utara dan Eurasia menunjukkan adanya 2 kutub magnet utara yang terletak pada jarak beberapa ribu kilometer dari kutub geografi saat ini. Dengan cara mengembalikan ke posisi semula melalui Pengapungan Benua, maka benua-benua tersebut akan menyatu sebagai bagian dari super-kontinen Pangaea pada 200 juta tahun yang lalu.

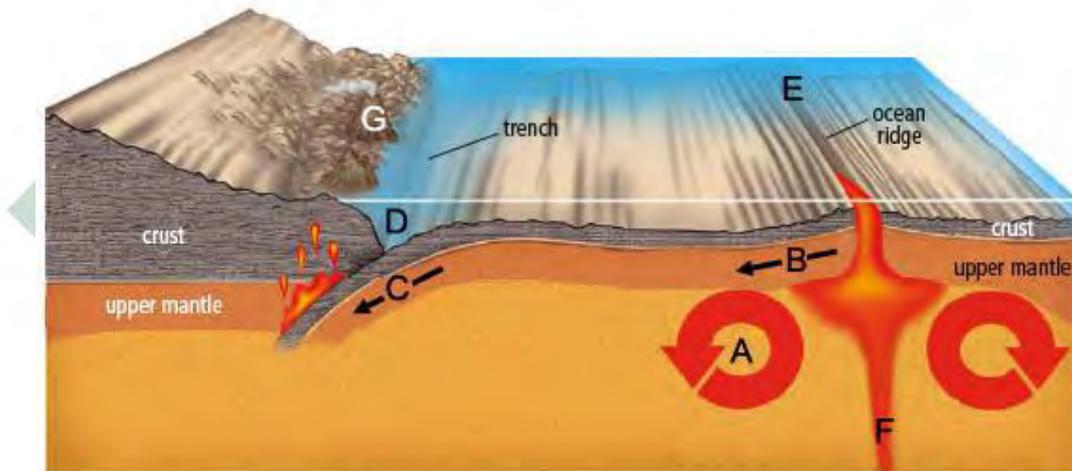


Gambar 2-10 Kurva dari perpindahan kutub utara magnet bumi berdasarkan hasil analisa arah kemagnetan purba yang terekam dalam batuan lava yang berasal dari hasil analisa batuan-batuan di benua Eropa dan Asia serta batuan-batuan yang berasal dari benua Amerika Utara. Kedua kurva perpindahan kutub utara magnet bumi membentuk sudut 300 dan apabila dianggap arah kutub utara bumi tetap ditempatnya, maka dengan cara menyatukan ke dua kurva tersebut dapat menjelaskan adanya perpindahan / pemisahan benua-benua seperti posisi saat ini. (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

2. Hipotesa Pemekaran Lantai Samudra (*Sea Floor Spreading Hypothesis*)

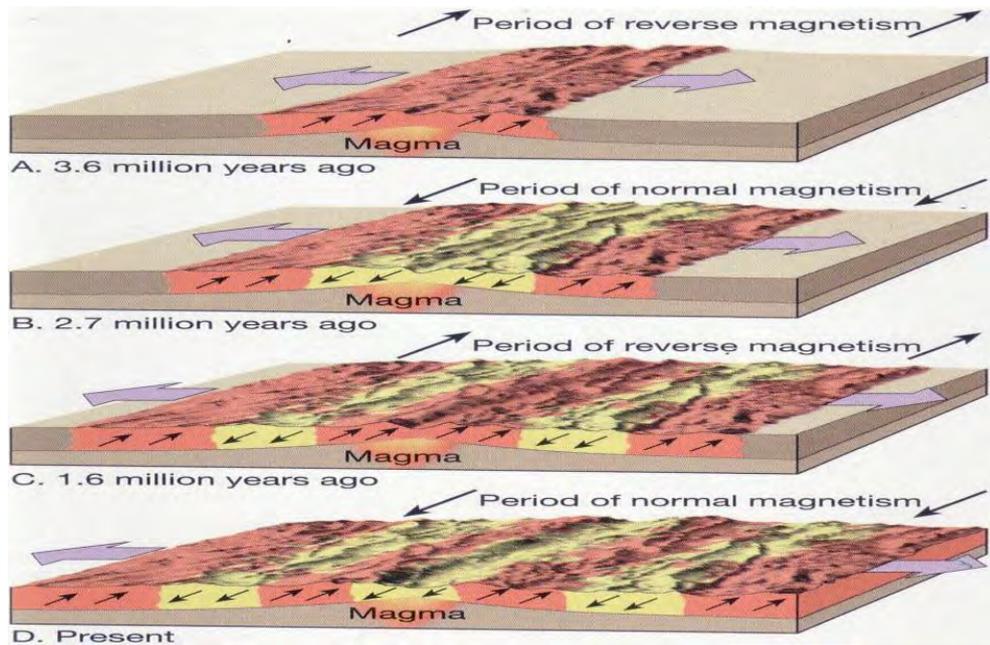
Hipotesa pemekaran lantai samudra dikemukakan oleh **Harry Hammond Hess** pada tahun 196. Teori ini pada dasarnya adalah suatu hipotesa yang menganggap bahwa bagian kulit bumi yang ada didasar samudra Atlantik tepatnya di Pematang Tengah Samudra mengalami pemekaran yang diakibatkan oleh gaya tarikan

(tensional force) yang digerakan oleh arus konveksi yang berada di bagian mantel bumi (astenosfir). Akibat dari pemekaran yang terjadi disepanjang sumbu Pematang Tengah Samudra, maka magma yang berasal dari astenosfir kemudian naik dan membeku. Pergerakan lantai samudra (litosfir) ke arah kiri dan kanan di sepanjang sumbu pemekaran Pematang Tengah Samudra lebih disebabkan oleh arus konveksi yang berasal dari lapisan mantel bumi (astenosfir). Arus konveksi inilah yang menggerakkan kerak samudra (lempeng samudra) yang berfungsi sebagai ban berjalan (conveyor-belt). Gambar 2-13 memperlihatkan ilustrasi dari pemekaran lantai samudra oleh arus konveksi yang adadi lapisan astenosfir.



Gambar 2-11 Arus konveksi yang menggerakkan lantai samudra (litosfir), pembentukan material baru di Pematang Tengah Samudra (Midoceanic ridge) dan penyusupan lantai samudra kedalam interior bumi (astenosfir) pada zona subduksi.

(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Gambar 2-12 Proses pembentukan material baru dan periode polaritas arah magnet bumi yang terekam pada batuan dasar lantai samudra sejak 3.6 milyar tahun lalu (atas) hingga saat ini (bawah) (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

3. Teori Tektonik Lempeng

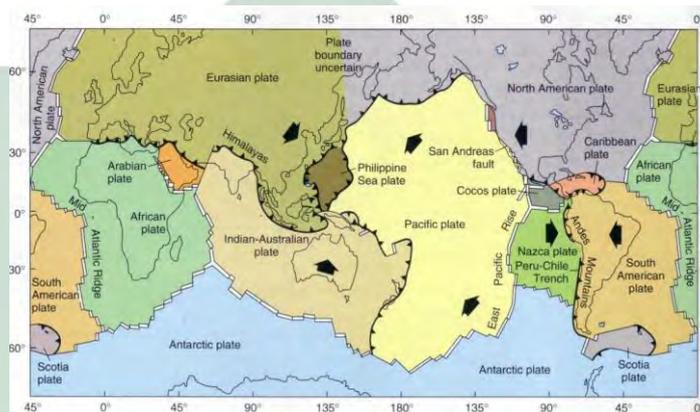
Teori tektonik lempeng adalah suatu teori yang menjelaskan mengenai sifat-sifat bumi yang mobil/dinamis yang disebabkan oleh gaya endogen yang berasal dari dalam bumi. Dalam teori tektonik lempeng dinyatakan bahwa pada dasarnya kerak-bumi (litosfir) terbagi dalam 13 lempeng besar dan kecil. Adapun lempeng-lempeng tersebut terlihat pada gambar 2-12 sebagai berikut:

- a. Lempeng Pasific (*Pasific plate*),
- b. Lempeng Euroasia (*Eurasian plate*),
- c. Lempeng India-Australia (*Indian-Australian plate*),
- d. Lempeng Afrika (*African plate*)
- e. Lempeng Amerika Utara (*North American plate*),
- f. Lempeng Amerika Selatan (*South American plate*),
- g. Lempeng Antartika (*Antartic plate*)

serta beberapa lempeng kecil seperti :

- a. Lempeng Nasca (*Nasca plate*),

- b. Lempeng Arab (*Arabian plate*), dan
- c. Lempeng Karibia (*Caribbean plate*).
- d. Lempeng Philippines (Phillippines plate)
- e. Lempeng Scotia (Scotia plate)
- f. Lempeng Cocos (Cocos plate)

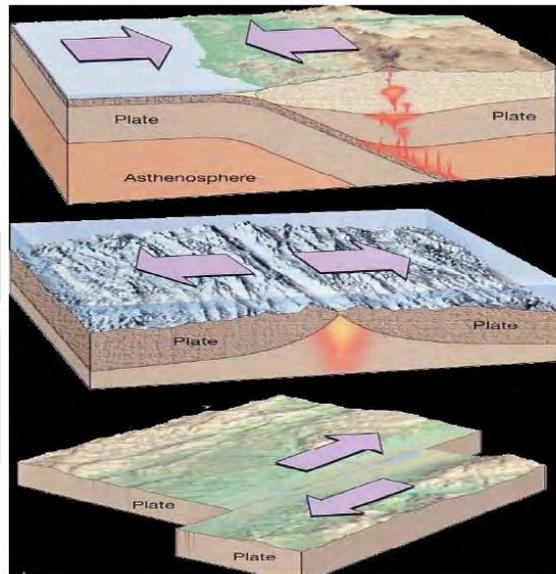


Gambar 2-12 Lempeng-lempeng utama litosfir
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

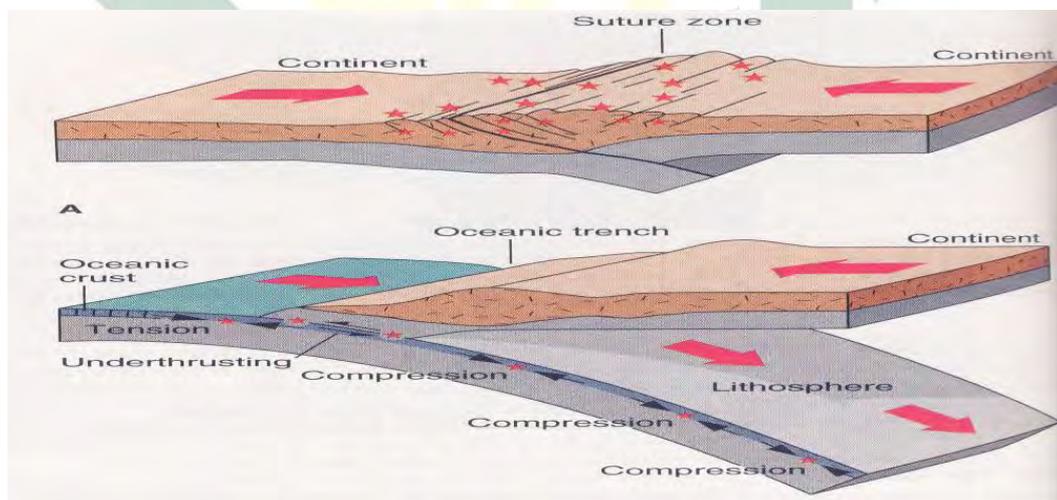
Batas-batas dari ke 13 lempeng tersebut diatas dapat dibedakan berdasarkan interaksi antara lempengnya sebagai berikut (gambar 2-13):

- a. **Batas Konvergen:** Batas konvergen adalah batas antar lempeng yang saling bertumbukan. Batas lempeng konvergen dapat berupa batas Subduksi (*Subduction*) atau Obduksi (*Obduction*). Batas subduksi adalah batas lempeng yang berupa tumbukan lempeng dimana salah satu lempeng menyusup ke dalam perut bumi dan lempeng lainnya terangkat ke permukaan (gambar 2-14 bawah). Contoh batas lempeng konvergen dengan tipe subduksi adalah Kepulauan Indonesia sebagai bagian dari lempeng benua Asia Tenggara dengan lempeng samudra Hindia–Australia di sebelah selatan Sumatra-Jawa-NTB dan NTT. Batas kedua lempeng ini berupa suatu zona subduksi yang terletak di laut yang berbentuk palung (*trench*) yang memanjang dari Sumatra, Jawa, hingga ke Nusa Tenggara Timur. Obduksi adalah batas lempeng yang merupakan hasil tumbukan lempeng benua dengan benua yang membentuk suatu rangkaian pegunungan. Contoh batas lempeng tipe obduksi adalah

pegunungan Himalaya yang merupakan hasil tumbukan lempeng benua India dengan lempeng benua Eurasia.



Gambar 2-13 Batas-batas lempeng: Konvergen (atas), Divergen (tengah) dan Transforms (bawah).
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Gambar 2-14 Jenis Batas Konvergen: Obduction / Obduksi (atas) dan Subduction / Subduksi (bawah) (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

- b. **Batas Divergen:** Batas divergen adalah batas antar lempeng yang saling menjauh satu dan lainnya. Pemisahan ini disebabkan karena adanya gaya tarik (tensional force) yang mengakibatkan naiknya magma ke permukaan dan

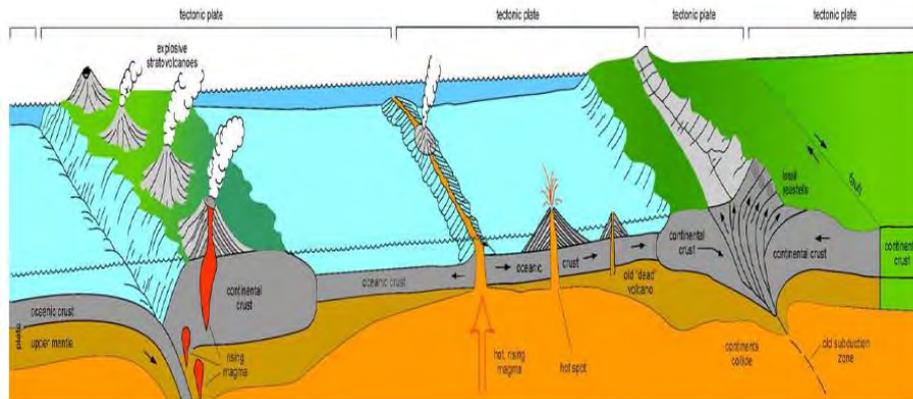
membentuk material baru berupa lava yang kemudian berdampak pada lempeng yang saling menjauh. Contoh yang paling terkenal dari batas lempeng jenis divergen adalah Punggung Tengah Samudra (*Mid Oceanic Ridges*) yang berada di dasar samudra Atlantik, disamping itu contoh lainnya adalah rifting yang terjadi antara benua Afrika dengan Jazirah Arab yang membentuk laut merah.

- c. Batas Transform:** Batas transform adalah batas antar lempeng yang saling berpapasan dan saling bergeser satu dan lainnya menghasilkan suatu sesar mendatar jenis *Strike Slip Fault*. Contoh batas lempeng jenis transforms adalah patahan San Andreas di Amerika Serikat yang merupakan pergeseran lempeng samudra Pasifik dengan lempeng benua Amerika Utara.

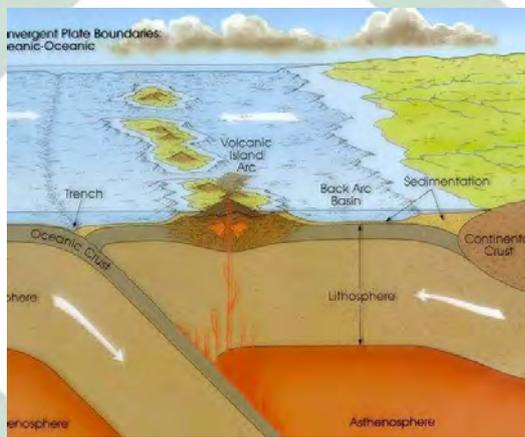
Berdasarkan teori tektonik lempeng, lempeng-lempeng yang ada saling bergerak dan berinteraksi satu dengan lainnya. Pergerakan lempeng lempeng tersebut juga secara tidak langsung dipengaruhi oleh rotasi bumi pada sumbunya. Sebagaimana diketahui bahwa kecepatan rotasi yang terjadi bola bumi akan semakin cepat ke arah ekuator. Interaksi antar lempeng dapat saling mendekat (konvergen), saling menjauh (divergen) dan saling berpapasan (transform).

4. Tatanan Tektonik (Tectonic Setting)

Tatanan tektonik yang ada disuatu wilayah sangat dipengaruhi oleh posisi tektonik yang bekerja di wilayah tersebut. Sebagaimana sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, interaksi antar lempeng yang terjadi pada batas-batas lempeng konvergen, divergen dan transform akan menghasilkan tatanan tektonik tertentu (gambar 2-15).

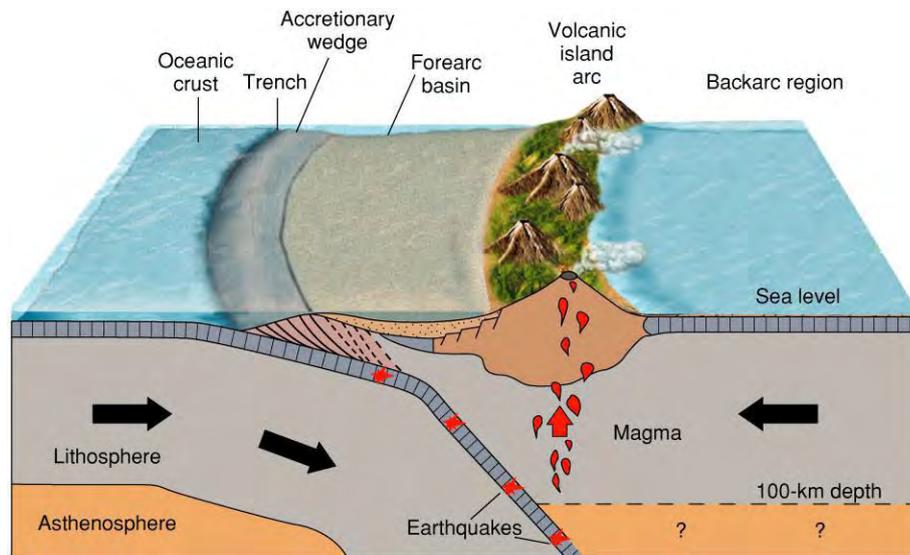


Gambar 2-15 Tatanan Tektonik pada Batas Lempeng Divergen, Batas Lempeng Konvergen, dan Batas Lempeng Transform (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Gambar 2-16 Tatanan Tektonik pada Batas Lempeng Konvergen (lempeng samudra dan lempeng samudra) (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

Pada batas lempeng konvergen, dimana terjadi tumbukan antara lempeng samudra dan lempeng benua (gambar 2-17), maka tatanan tektoniknya dicirikan oleh Palung (Trench), Prisma Akresi (Accretion Prism), Cekungan Busur Muka (Forearc Basin), Busur Kepulauan Gunungapi (Volcanic Island Arc), dan Cekungan Busur Belakang (Backarc Basin).



Gambar 2-17 Komponen komponen pada Zona Subduksi (lempeng samudra dan lempeng benua) : Palung (Trench), Struktur Tinggian / Prisma Akresi (Structural High); Cekungan Busur Muka (Forearc Basin), Jalur Busur Gunungapi (Volcanic Arc); dan Cekungan Busur Belakang (Backarc Basin). (Sumber : *Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor*)

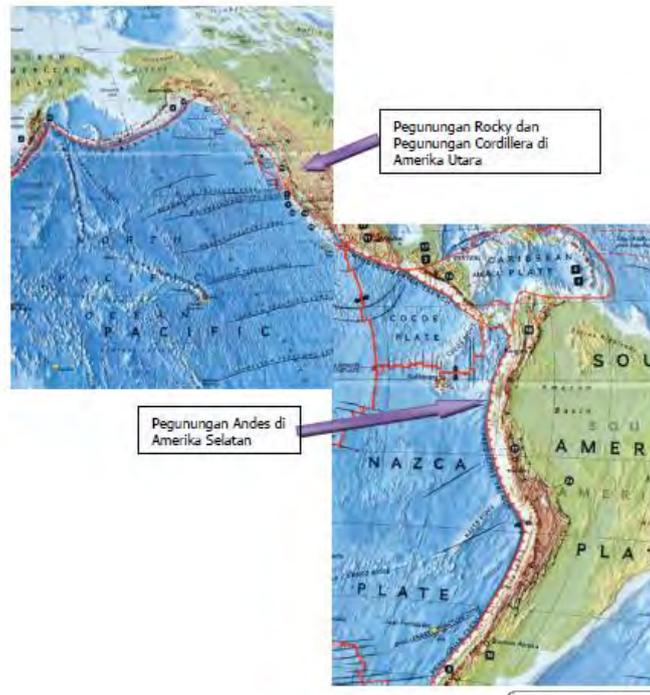
Batas lempeng konvergen yang berupa batas suture dapat kita lihat antara pertemuan lempeng benua India dengan lempeng benua Eurasia. Kedua lempeng tersebut dibatasi oleh suatu jalur pegunungan yang dikenal dengan pegunungan Himalaya. Pada gambar 2-18 ditandai oleh garis warna biru.



Gambar 2-18 Zona Suture sebagai batas lempeng konvergen (Lempeng Benua India dan Lempeng Benua Eurasia) (Sumber : *Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor*)

II.5. Orogenesa

Sifat bumi yang dinamis digerakan oleh energi yang berasal dari dalam bumi (gaya endogen) yang merubah struktur kulit bumi melalui proses deformasi, yaitu melalui gempa bumi, vulkanisme, orogenesa, dan epirogenesa. Bentuk-bentuk bentang alam yang nampak mencuat tinggi secara tiba tiba dari dataran rendah disekitarnya tidak lain merupakan hasil dari proses orogenesa. Kata orogenesa sendiri berasal dari bahasa latin, yaitu *Oros* = Pegunungan dan *Gennaos* = menghasilkan. Dengan demikian orogenesa berarti pembentukan pegunungan. Sebagaimana diketahui bahwa deformasi kerak bumi (batuan) dan pembentukan pegunungan umumnya terjadi pada wilayah wilayah yang berada pada batas interaksi lempeng. Menurut Gilbert (1890) orogenesa adalah pergeseran pergeseran yang berlangsung dalam kerak bumi yang menghasilkan rangkaian pegunungan. Sebagai contoh, pegunungan “Rocky Mountain” dan pegunungan “Cordillera” di Amerika Utara, sebagai hasil interaksi konvergen antara lempeng Pasifik dan Lempeng Amerika Utara, dan pegunungan “Andes” di Amerika Selatan sebagai hasil interaksi antara lempeng Pasifik (Nazca) dengan lempeng Amerika Selatan (Gambar 2-19 dan 2-20).



Gambar 2-19 Pembentukan pegunungan di Amerika Utara dan Amerika Selatan sebagai hasil konvergensi lempeng (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Pegunungan Rocky, Colorado,



Pegunungan Andes, Chili

Gambar 2-20 Pegunungan Rocky Mountains sebagai produk konvergensi lempeng Pasifik dan lempeng Amerika Utara sedangkan pegunungan Andes merupakan hasil konvergensi lempeng Pasifik (Nazca) dengan lempeng Amerika Selatan. (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Gambar 2-21 Jalur Orogen di Dunia (warna coklat) : Sirkum Pasifik (Peg. Andes-Peg. Cordillera-Alaska-Semenanjung-Kamsatka-Korea-Jepang-Filipina-Tasmania) dan Rangkaian Pegunungan Mediterania (Peg. Appalachian - Peg. Caledonia - Peg. Alpen - Peg. Himalaya - Kep. Busur Gunungapi Indonesia-Laut Banda).
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

Sifat sifat umum dari suatu jalur orogen adalah:

1. Terdiri dari lapisan lapisan sedimen tebal yang terlipat dengan arah sumbu lipatan yang berbeda beda (gambar 2-22).
2. Dicitrakan oleh proses deformasi yang berlangsung berkali kali
3. Merupakan pengaruh dari berbagai proses yang berbeda-beda, termasuk intrusi dan gejala pelengseran gaya berat, yang bekerja pada suatu bahan yang berlainan sifat dan kedalamannya (gambar 2-23).

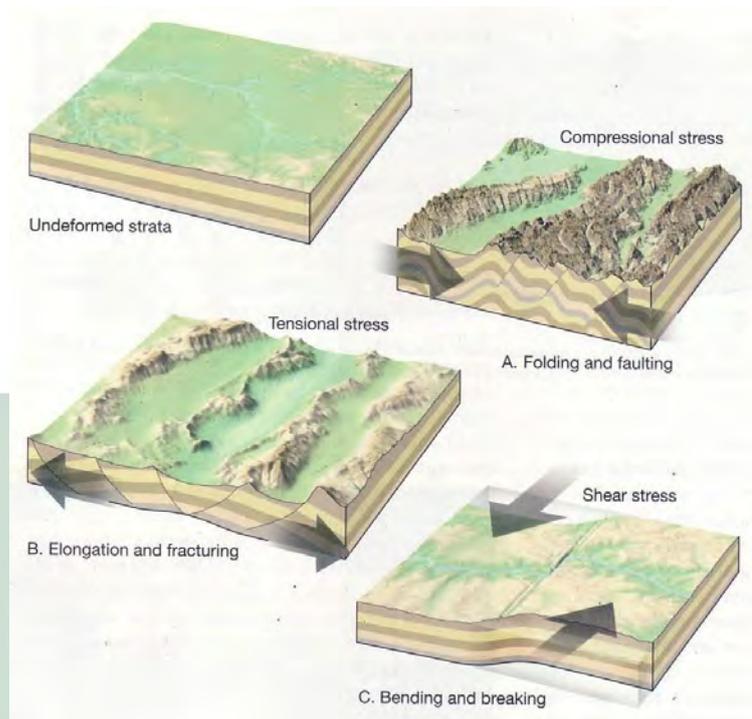


Gambar 2-22 Sumbu perlipatan yang berbeda beda dan ketidak selarasan
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Gambar 2-23 Pelengseran gaya berat, perlipatan dan pensesaran
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

Menurut Stille (1920), orogenesis adalah perubahan yang terjadi secara episodik pada pola batuan. Disini secara jelas dinyatakan adanya suatu faktor waktu kejadian atau peristiwa, disamping juga berlangsungnya suatu proses. Haarmann (1930) menyatakan bahwa pembentukan pegunungan sebagai pembentukan bentuk tinggian tentang alam di permukaan bumi, sedangkan Upham (1984) menekankan peran proses pembentukan pegunungan oleh gejala perlipatan, patahan dan pensesaran yang menyebabkan terbentuknya punggung gunung yang sempit yang terangkat. Dengan kata lain bahwa setiap pembahasan tentang orogenesis, harus dijelaskan dengan menerapkan konsep tegasan pada kerak bumi untuk proses fisiknya, serta perubahan perubahan fisiografi yang ditimbulkannya (gambar 2-24).



Gambar 2-24 Peran dari proses pembentukan pegunungan yang disebabkan oleh konsep tegasan.

(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

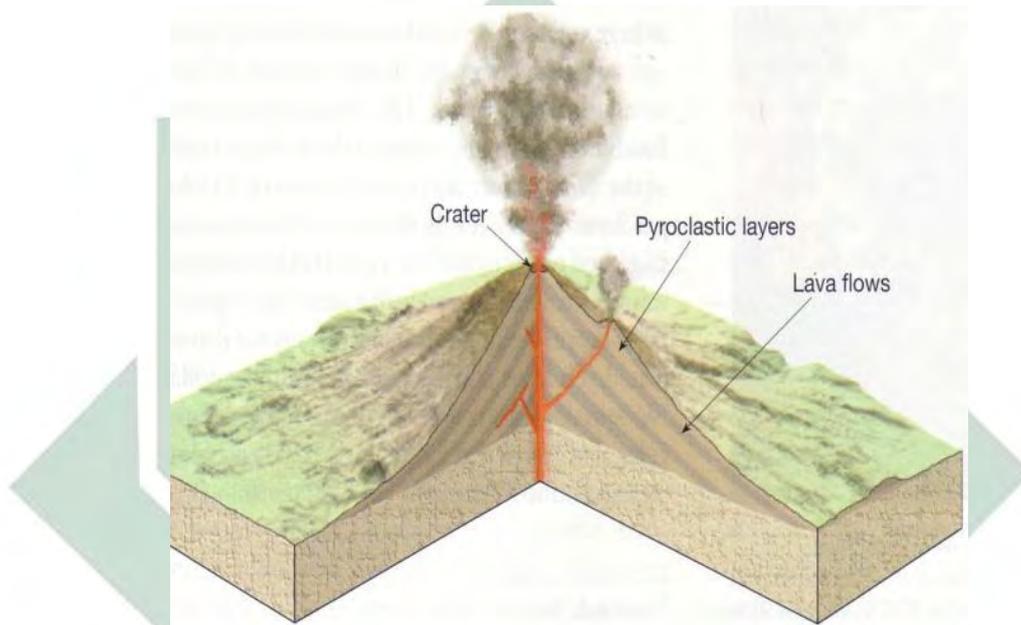
Setiap gejala orogenesis akan ditandai oleh suatu proses perlipatan atau pengangkatan yang menghasilkan gejala ketidak-selarasan bersudut. Sifat umum suatu jalur orogen ditandai oleh poros lipatan yang berbeda beda dan ketidak selarasan. Orogen yang telah diketahui lokasi dan waktu terjadinya, lazimnya akan diberi nama. beberapa cara yang diterapkan untuk menentukan umur atau waktu berlangsungnya suatu orogen, antara lain:

1. Dengan cara menentukan umur gejala ketidak selarasan;
2. Umur Radiometrik;
3. Umur Batuan Metamorfis; dan
4. Endapan-endapan produk orogen (sedimen flysch atau mollase).

Zona dimana telah berlangsung terjadinya gejala orogenesis adalah suatu wilayah yang sebelumnya merupakan suatu cekungan panjang, sempit yang mempunyai endapan sedimen yang tebal. Geosinklin adalah suatu struktur lekukan yang sangat sangat panjang dimana di dalamnya diendapkan sedimen yang sangat tebal.

II.6 Vulkanisme

Vulkanisme dapat didefinisikan sebagai tempat atau lubang di atas muka Bumi dimana daripadanya dikeluarkan bahan atau bebatuan yang pijar atau gas yang berasal dari bagian dalam bumi ke permukaan, yang kemudian produknya akan disusun dan membentuk sebuah kerucut atau gunung (gambar 2-25)



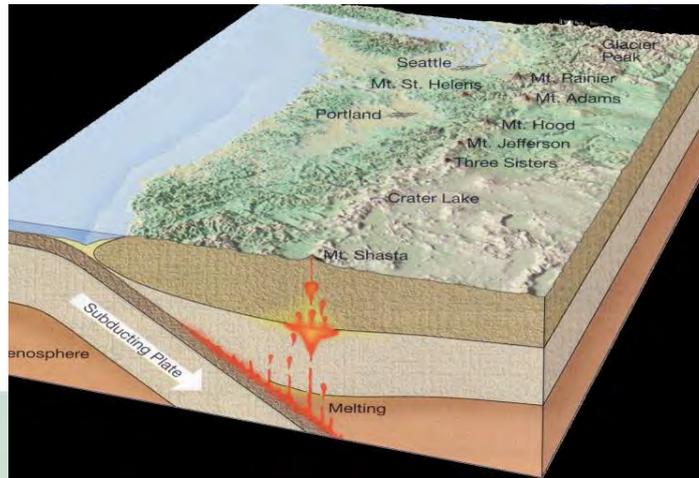
Gambar 2-25 Kerucut gunungapi yang disusun oleh perselingan pyroclastic dan aliran lava
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

Adapun sejumlah bahan-bahan yang dikeluarkan melalui lubang, yang kemudian dikenal sebagai pipa kepundan, terdiri dari pecahan-pecahan batuan yang tua yang telah ada sebelumnya yang membentuk tubuh gunung-berapi, maupun bebatuan yang bersumber dari magma di bagian yang dalam dari litosfir yang selanjutnya disemburkan.

1. Erupsi Gunungapi

Erupsi dapat dikelompokkan berdasarkan :

- a. Berdasarkan jenis bahan yang dikeluarkan
- b. Berdasarkan lokasi atau letak serta bentuk dari tempat keluarnya bahan-bahan magma dari dalam Bumi



Gambar 2-26 Proses terjadinya vulkanisme melalui tumbukan lempeng yang menghasilkan magma dan kemudian naik ke permukaan bumi melalui rekahan, patahan atau bukaan
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

2. Gerak dari Bahan Piroklastika

Bahan piroklastika yang dikeluarkan saat terjadinya erupsi gunung-berapi, selanjutnya dapat dialirkan dari pusatnya ke wilayah sekitar gunung-berapi dengan media gas yang keluar bersama piroklastik, atau melalui media air meteorik. Dengan bantuan media gas : Awan panas atau “glowing avalanche” atau “nu’ee ardente”

Berdasarkan cara-cara mekanisma keluarnya awan panas dari kepundan ada 3 tipe keluarnya awan panas: (a) Tipe Pele’ee, (b) Tipe Soufriere, dan (c) Tipe Merapi

a. Tipe Pele’ee:

adanya bukti bahwa semburan awal dari bahan dari awan panas itu arahnya horisontal yang juga memberikan tekanan terhadap awan panas yang terjadi. diawali oleh suatu letusan yang menyemburkan bahannya melalui suatu sudut yang kecil. Menurut pengamatan, “nue ardente” yang terjadi adalah letusan dari lava itu sendiri yang terarah. Sumber lava yang terkumpul dibawah kubah secara-diam-diam akan menghimpun energi. Apabila kemudian meletus, maka ia akan menyembur melalui bagian yang lemah dibawah kubah dan mengarah horisontal menyapu lembah, bukit, menuruni lereng dan menyebar seperti kipas.

b. Tipe Soufriere

bahwa bahan-bahan panas disebarkan vertikal keatas dan awan panas yang jatuh kemudian menuruni lereng gunung-berapi.

c. Tipe merapi

Kubah pada kepundannya terus tumbuh dan lerengnya menjadi tidak mantap dan mulai runtuh serta menghasilkan guguran-guguran fragmen pijar melalui lereng gunung-berapi tersebut

3. Tipe- Tipe Erupsi Gunung api

a). Erupsi efusif: Erupsi efusif berjalan tenang, tidak disertai letusan-letusan yang dahsyat dan melibatkan lava yang bersifat basaltis. Umumnya tidak menghasilkan piroklastik dalam jumlah besar.

b). Erupsi sentral: Melalui satu lubang utama yang terletak ditengah, lava basaltis akan mengalir kesegala arah dalam jumlah yang hampir sama. Erupsi-erupsi yang terjadi berulang kali kemudian akan membangun sebuah gunungapi yang berbentuk perisai

c). Erupsi rekahan: Tipe erupsi ini banyak dijumpai di wilayah lantai samudra. Rekahan terjadi sebagai akibat dari proses pemisahan pada litosfir, atau interaksi divergen lempeng litosfir, dengan ukuran panjang hingga beberapa puluh kilometer. Contoh klasik erupsi rekahan seperti ini dijumpai di Iceland yang terletak tepat diatas punggung-tengah-Samudra Atlantik. Lava yang keluar dari rekahan seperti ini bersifat sangat encer, akan menyebar ke-kedua arah dari rekahan dengan laju kecepatan hampir 20 kilometer/jam. Urut-urutan keluarnya lava akan membentuk suatu dataran yang kadang tinggi dan disebut dataran basalt (plateau basalt) , atau “flood basalt”.

d). Erupsi dibawah permukaan laut

Erupsi efusif yang terjadi 300-1000 meter dibawah permukaan laut atau disebut juga “submarine” , umumnya berlangsung tenang. Lava yang dikeluarkan akan membeku dan membentuk lava bantal. Tipe erupsi ini sedikit sekali mendapat perhatian karena terjadinya jauh dibawah pengamatan. Lava yang membeku membentuk akan membentuk lava “bantal” (pillow lava). Bentuknya melonjong

dengan ukuran kurang dari 1.5 meter dan penampang □ 30 Cm, dengan dasar yang mendatar dan bagian atasnya membulat.



Gambar 2-27 Tipe erupsi sentral (kiri) dan tipe erupsi rekahan (kanan)
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

4. Erupsi dibawah permukaan laut

Erupsi efusif yang terjadi 300-1000 meter dibawah permukaan laut atau disebut juga “submarine” , umumnya berlangsung tenang. Lava yang dikeluarkan akan membeku dan membentuk lava bantal. Tipe erupsi ini sedikit sekali mendapat perhatian karena terjadinya jauh dibawah pengamatan. Lava yang membeku membentuk akan membentuk lava “bantal” (pillow lava). Bentuknya melonjong dengan ukuran kurang dari 1.5 meter dan penampang □ 30 Cm, dengan dasar yang mendatar dan bagian atasnya membulat.

5. Erupsi piroklastik atau erupsi eksplosip

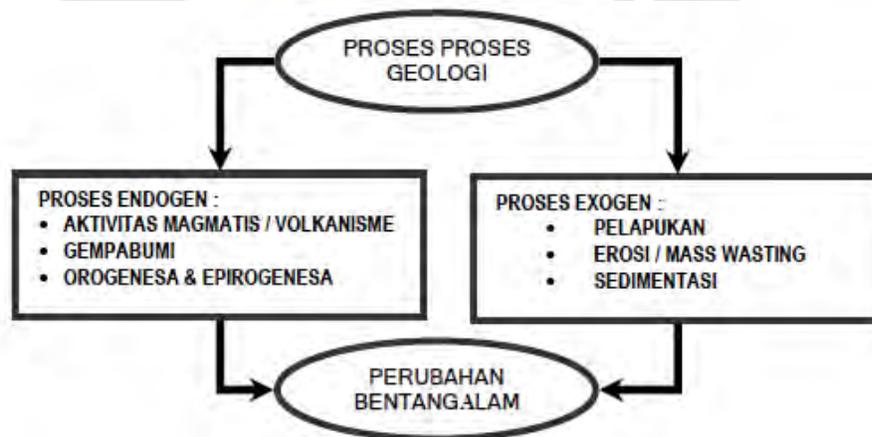
Erupsi piroklastik terjadi pada magma yang kental, mengandung banyak gas dan mempunyai sifat letusan berkisar antara sedang dan sangat dahsyat. Erupsi eksplosip umumnya banyak menghasilkan piroklastika dan sedikit lava. Karena sifat magmanya yang kental maka lava yang mengalir tidak akan dapat menempuh jarak yang jauh dari sumbernya, lubang kepundan.

III Proses-proses geologi dan Perubahan Bentang alam

Dalam alquran Allah SWT berfirman dalam surat **Al anbiya : 30** tentang perubahan bentang alam, ayat tersebut berbunyi :

“Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya...”(Q.S. AlAnbiya [21] :30)

Proses- proses geologi dan perubahan bentang alam merupakan semua aktivitas yang terjadi di bumi baik dari dalam bumi (endogen) maupun dari luar bumi (eksogen). Berikut disajikan pada Gambar 3.1 bagan proses geologi dan perubahan Bentang alam



Gambar 3.1 Proses-proses Geologi dan Perubahan Bentang Alam

III.1 Gaya Endogen

Gaya endogen merupakan gaya yang berasal dari dalam bumi seperti orogenesis dan epirogenesa, magmatisme dan aktivitas vulkanisme. Aktivitas Tektonik adalah

aktivitas yang berasal dari pergerakan lempeng-lempeng yang ada pada kerak bumi (lithosphere). Hasil dari tumbukan antar lempeng dapat menghasilkan gempa bumi, pembentukan pegunungan (*orogenesis*), dan aktivitas magmatis/aktivitas gunungapi (*volcanism*). Aktivitas magmatis adalah segala aktivitas magma yang berasal dari dalam bumi. Pada hakekatnya aktivitas magmatis dipengaruhi oleh aktivitas tektonik, seperti tumbukan lempeng baik secara convergent, divergent dan atau transform. Pembentukan material kulit bumi (batuan) yang terjadi di Pematang tengah samudra adalah salah satu contoh dari aktivitas magma, sedangkan pembentukan gunungapi di kepulauan Hawaii adalah contoh lain dari aktivitas magma yang terjadi di sepanjang batas lempeng (*transforms*). Produk dari aktivitas magma dapat menghasilkan batuan beku, baik batuan beku intrusiv dan batuan beku ekstrusiv.

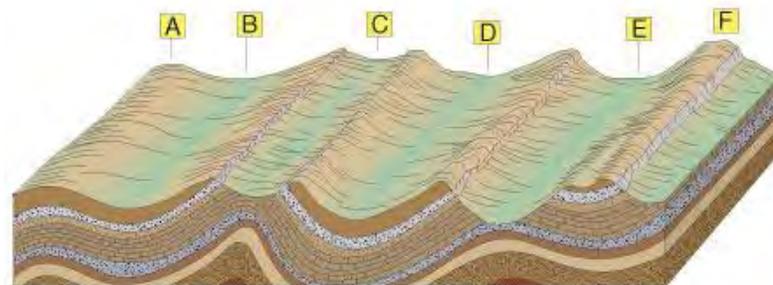
III.2 Bentang Alam Endogenik

A. Bentangalam Struktural (*Structural/Tectonic Landforms*)

Bentangalam Struktural adalah bentangalam yang proses pembentukannya dikontrol oleh gaya tektonik seperti perlipatan dan atau patahan.

1. Morfologi Lipatan (*Folding Mountain*)

Morfologi perlipatan umumnya dicirikan oleh susunan perbukitan dan lembah-lembah yang berpola sejajar, terbentuk dari batuan sedimen yang terlipat membentuk struktur sinklin - antiklin. Genetika pembentukan morfologi perlipatan dikontrol oleh gaya tektonik yang terjadi pada suatu cekungan sedimen.



Gambar 3-2 Morfologi Berbukitan Lipatan dicirikan oleh bukit dan lembah yang memanjang dan sejajar. Satuan morfologi perbukitan lipatan dapat diklasifikasikan menjadi sub-sub satuan morfologi: Bukit Antiklin (A dan C); Lembah Sinklin (B dan D); Lembah Antiklin (E); dan Bukit Sinklin (F).

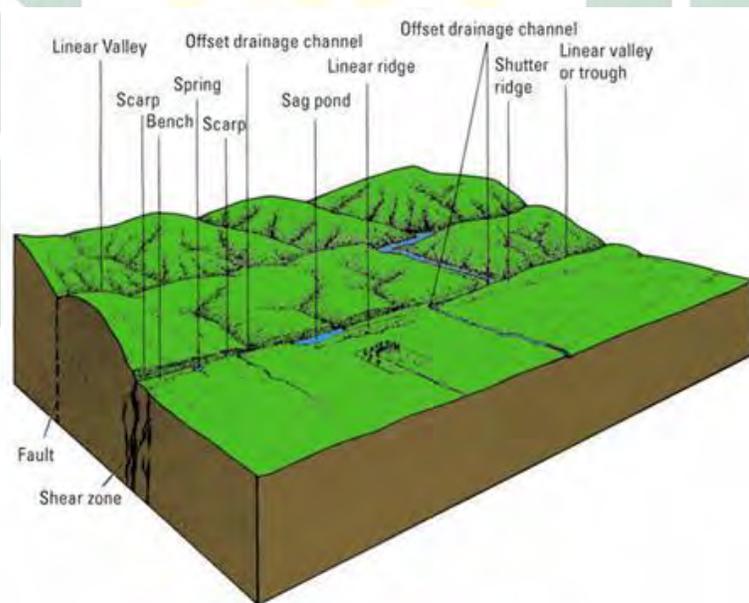
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)



Gambar 3-3 Morfologi Berbukitan Lipatan (Folded Mountains) sebagai hasil dari proses orogenesis (tektonik)
(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

2. Bentangalam Patahan (*Block Faulting Landforms*)

Bentang alam yang terjadi di daerah patahan, khususnya di wilayah yang terkena sesar mendatar (*strike slip fault*), antara lain ; Gawir, Bukir Tertekan (*pressure ridge*), *Sag Basin*, *Shutter Ridge*, *Linear valley*, *Linear ridge*, dan *Offset River* (Gambar 3-4)

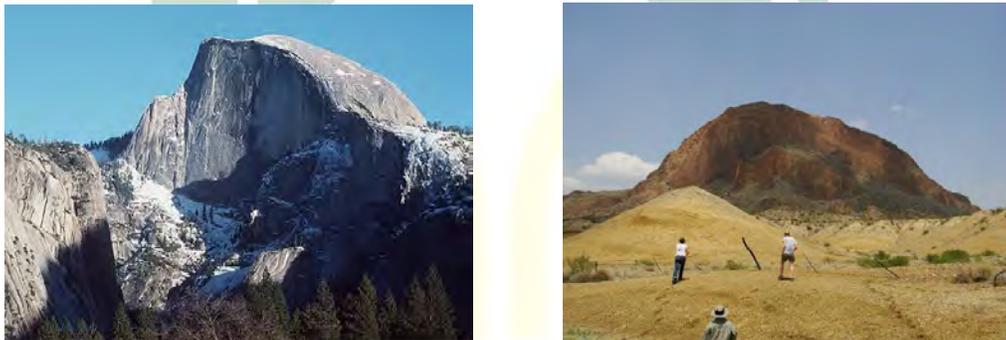


Gambar 3-4 Blok diagram yang memperlihatkan bentuk-bentuk bentangalam yang terjadi di daerah patahan, khususnya di wilayah yang terkena sesar mendatar (*strike slip fault*), antara lain Gawir, Bukir Tertekan (*pressure ridge*), *Sag Basin*, *Shutter Ridge*, *Linear valley*, *Linear ridge*, dan *Offset River*

(Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

3. Morfologi Intrusi (*Intrusive landforms*)

Morfologi Intrusi (*Intrusive landforms*) adalah bentang alam berbentuk bukit terisolir yang tersusun oleh batuan beku dan genesanya dikontrol oleh aktivitas magma. Bukit intrusi pada awalnya dapat berada dibawah permukaan bumi, namun seiring dengan berjalannya waktu oleh proses endogenik (pelapukan dan erosi) maka bagian tanah yang menutupi tubuh batuan intrusi akan tererosi sedangkan tubuh batuan yang lebih resisten hanya mengalami erosi yang tidak signifikan. Proses endogeniknya pada akhirnya akan menyisakan tubuh batuan beku yang membentuk morfologi yang lebih menonjol dibandingkan dengan daerah sekitarnya.



Gambar 3-5 Bentangalam / morfologi “Intrusive Landforms” yang dicirikan oleh bentangalam yang berbentuk bukit dengan material penyusunnya adalah batuan beku. (Sumber : *Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor*)

B. Bentangalam Gunungapi

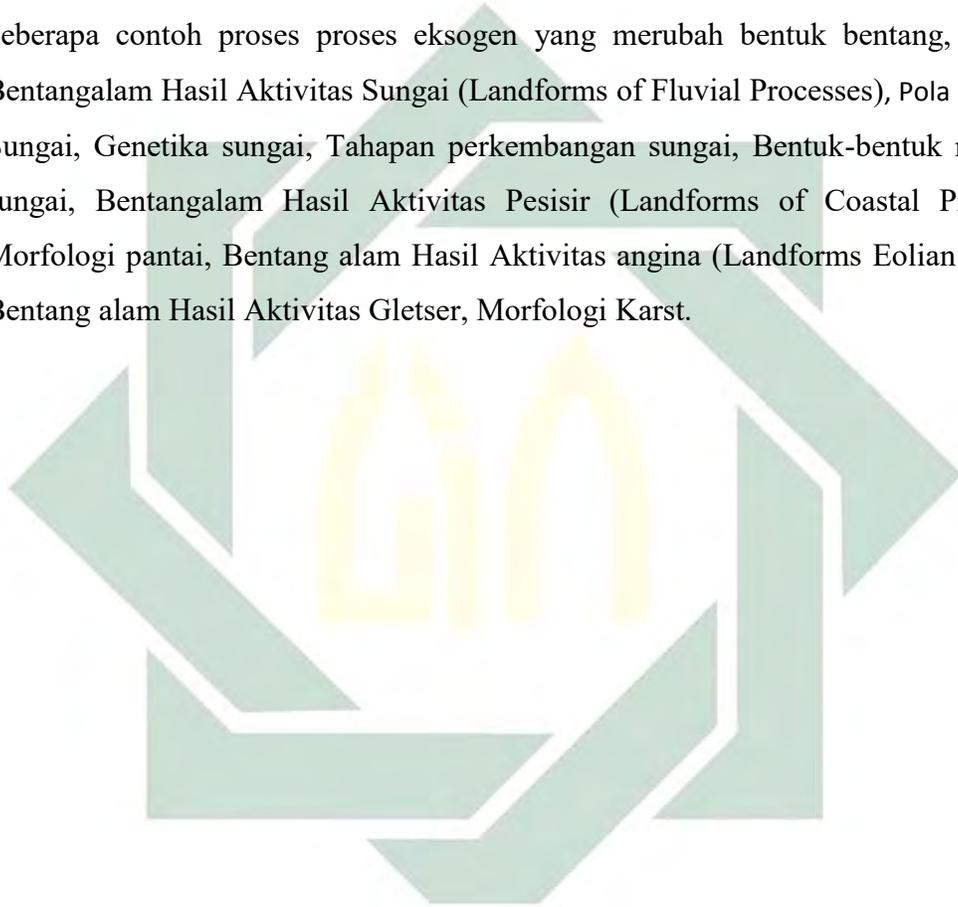
Pembentukan bentang alam gunungapi sepenuhnya dikendalikan oleh proses proses geologi (gaya endogenik) sejak saat pembentukannya hingga setelah gunungapi tersebut terbentuk. Dengan demikian, bentuk bentuk dan jenis bentangalam gunungapi akan diicirikan oleh material yang membentuk gunungapi tersebut, dimana sebaliknya tergantung pada tingkah laku erupsi gunungapinya. Meskipun proses-proses yang terjadi setelahnya dapat merubah bentuk bentuk bentangalam aslinya

III.3 Gaya Eksogen

gaya eksogen adalah gaya yang bekerja di permukaan bumi seperti pelapukan, erosi dan mass-wasting serta sedimentasi.

III.4 Bentang Alam Eksogenik

Bentangalam eksogen adalah bentuk-bentuk bentangalam yang proses pembentukannya/ genetiknya dikontrol oleh gaya eksogen. Bentangalam eksogen dikenal juga sebagai bentangalam destruksional (destructional landforms). Berikut ini beberapa contoh proses proses eksogen yang merubah bentuk bentang, meliputi, Bentangalam Hasil Aktivitas Sungai (Landforms of Fluvial Processes), Pola Pengaliran Sungai, Genetika sungai, Tahapan perkembangan sungai, Bentuk-bentuk morfologi sungai, Bentangalam Hasil Aktivitas Pesisir (Landforms of Coastal Processes), Morfologi pantai, Bentang alam Hasil Aktivitas angin (Landforms Eolian Process), Bentang alam Hasil Aktivitas Gletser, Morfologi Karst.



Tabel. 3.1 Klasifikasi Bentang Alam endogen (Kontruksional)
 . (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

S T R U K T U R A L	Lipatan (Folding)	Bukit Antiklin (Anticlinal ridges)
		Lembah Antiklin (Anticlinal valleys)
		Lembah Sinklin (Synclinal valleys)
		Bukit Sinklin (Synclinal ridges)
		Bukit Monoklin (Monoclinal ridges)
		Plateau
		Mesa
		Butte
		Kubah Garam (Salt domes)
	Patahan (Faulting)	Perbukitan / Punggungan Horst
		Lembah Sesar/ Lembah Graben
		Gawir Sesar (Escarpment)
		Punggungan Sesar (Hogback)
		Punggungan Bukit Tertekan (Pressure ridges)
Cekungan Kantong (Sag basin)		
Bukit Terpotong (Shutter ridges)		
Lembah Linier (Linear valley)		
Bukit Linier (Linear ridge)		
Aktivitas Magma	Bukit Intrusi (Intrusion ridges)	
	Kubah Intrusi (Intrusive domes)	
V O L K A N I K	Bentuk Gunungapi	Gunungapi Strato (Strato volcano)
		Gunungapi Perisai (Shield volcano)
		Kerucut Cinder (Cinder cones)
	Badan Gunungapi	Kawah (Crater)
		Kaldera (Caldera)
		Anak Gunungapi (Parasitic cones)
		Kubah Lava / Sumbat Lava
		Kawah Maar
		Badan Gunungapi (Volcanic body)
		Kaki Gunungapi (Volcanic footslopes)
	Proses Demudasi	Jenjang Gunungapi (Volcanic necks)
		Perbukitan Sisa Gunungapi (Volcanic remnant)
	Produk Erupsi Gunungapi	Punggungan aliran lava
		Punggungan aliran piroklastik / lahar
		Dataran/kipas aliran lava
		Dataran/kipas aliran piroklastik/ lahar
		Dataran kaki gunungapi
		Dataran antar gunungapi
	Kubah gunungapi perisai	

Tabel. 3.2 Klasifikasi Bentang Alam Eksogen (Destruksional)
 . (Sumber : Buku Pengantar Geologi, Djauhari Noor)

Hasil Kerja Sungai (Fluvial Proses)	Dataran Kipas Aluvial (Alluvial fan)	
	Dataran Sungai Bersirat (Braided stream)	
	Dataran Gosong Pasir (Sand bar)	
	Dataran Tekuk Sungai (Point bar)	
	Cekungan Rawa Belakang (Marsh)	
	Dataran Undak / Teras Sungai (Terrace rivers)	
	Punggungan Tanggul Alam (Levee)	
	Dataran Limpahan Banjir (Crevasse (Crevasse plain)	
	Dataran Banjir (Floodplain deposits)	
	Dataran Meander	
	Dataran Danau Tapal Kuda (Oxbow lake)	
	Dataran Delta Sungai (River dominated delta)	
	Hasil Kerja Pantai (Coastal Proses)	Punggungan Tanggul Pantai (Barrier)
		Dataran/Paparan Pasangsurut (Tidal platforms))
Punggungan Gosong Spit		
Cekungan Laguna (Lagoon)		
Punggungan Gosong Tombolo		
Dataran Teras/Undak Laut (Marine Terrace)		
Paparan Terumbu Karang		
Dataran Pantai Submergent		
Dataran Pantai Emergent		
Bukit Menara Pantai (Stack and Arched)		
Punggungan Gumuk Pantai (Sand dunes / Barchan dunes)		
Dataran Delta (Delta and Estuary plains)		
Hasil Kerja Angin (Aeolian Proses)		Punggungan Gumuk Pasir (Sand dunes)
		Kipas Talus (Scree landform)
	Dataran Gurun (Loess landform)	
	Dataran Arroyos	
	Punggungan Pediment	
	Bukit/Punggungan Inselberg	
Hasil Kerja Gletser (Glacial Proses)	Lembah Cirque	
	Lembah Glasial (Glacial Troughs)	
	Punggungan Horn (Horn Peaks)	
	Punggungan Arete	
	Punggungan Moraine	
	Dataran Moraine	
	Punggungan Esker	
	Punggungan Drumlin	
Karst	Perbukitan/Bukit Kerucut Karst (Pepino hills)	
	Lembah Dolina	
	Lembah Uvala	
	Lembah Polje	
	Perbukitan Karst	
	Dataran Karst	
Perbukitan / Bukit Menara Karst (Mogote)		

IV Morfologi Dasar Samudra

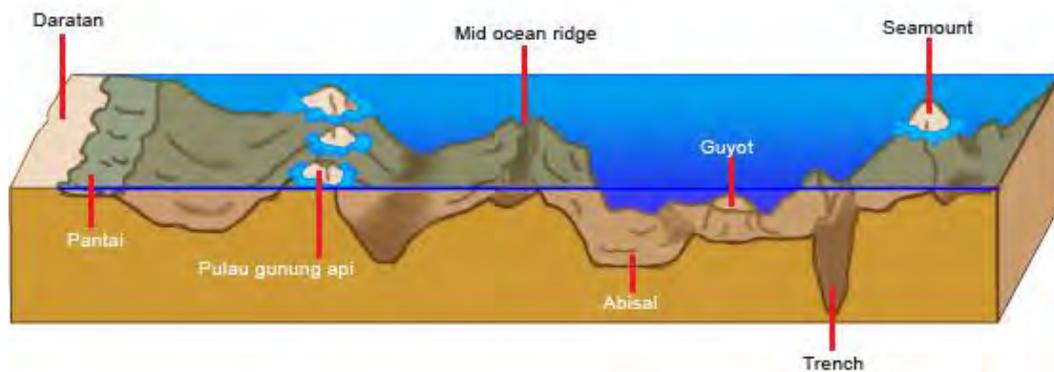
Beberapa ayat yang menjelaskan tentang morfologi dasar samudra diantaranya dalam surat An-Nuur, 24:40 dan (Q.S Al Furqan:53)

Atau seperti gelap gulita di lautan yang dalam, yang diliputi oleh ombak, yang di atasnya ombak (pula), di atasnya (lagi) awan; gelap gulita yang tindih-bertindih, apabila dia mengeluarkan tangannya, tiadalah dia dapat melihatnya, (dan) barangsiapa yang tiada diberi cahaya (petunjuk) oleh Allah tiadalah dia mempunyai cahaya sedikitpun. (Al Qur'an, An-Nuur, 24:40)

Dan Dialah yang membiarkan dua laut mengalir (berdampingan) ; yang ini tawar lagi segar dan yang lain masin lagi pahit; dan Dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang menghalangi.” (Q.S Al Furqan:53)

IV. I Pengenalan Morfologi Dasar Samudra

Morfologi dasar samudra merupakan panorama dasar laut seperti yang ada di daratan seperti kenampakan dari gunung api, pegunungan, lereng, daratan, lembah, dan lain-lain -lain. Bentuk morfologi tersebut sangat berkaitan dengan proses geologi yang terjadi baik dipengaruhi oleh tenaga endogen maupun tenaga eksogen. Seperti halnya bentuk muka bumi di daratan yang beraneka ragam, bentuk muka bumi di lautan juga beragam. Bedanya bentuk muka bumi di lautan tidak seruncing dan sekasar relatif di daratan. Keadaan ini akibat dari erosi dan pengupasan olah arus laut.



Gambar 4.1 Morfologi Dasar Samudra (Sumber: <http://tsumasaga.wordpress.com>)

Pada Dasar samudra (ocean floor) terdapat relief bentukan yang meliputi gunung laut, Seamount, Guyot, Punggung Laut, Ambang Laut, Lubuk Laut,

1. Gunung laut, yaitu gunung yang kakinya di dasar laut sedangkan badan puncaknya muncul ke atas permukaan laut dan merupakan sebuah pulau. Gunung laut dapat membentuk rantai panjang pulau dan gunung laut membentang ribuan kilometer dari barat laut Hawaii, Islandia. Terbentuknya Gunung laut adalah akibat adanya kegiatan vulkanisme yang terjadi di bawah permukaan laut berjuta tahun yang lalu, yang kemudian naik secara tiba-tiba dari dasar laut ke permukaan dengan tinggi sekitar 1000 s/d 4000 meter. Contoh: gunung Krakatau, Loihi di Kepulauan Hawaii.

2. Seamount, yaitu gunung di dasar laut dengan lereng yang curam dan berpuncak runcing dengan ketinggian sampai 1 km atau lebih tetapi tidak sampai ke permukaan laut. Contoh: St. Helena, Azores da Ascension di laut atlantik.

3. Guyot, yaitu gunung di dasar laut yang bentuknya serupa dengan seamount tetapi bagian puncaknya datar. Banyak terdapat di lautan Pasifik.

4. Punggung laut (ridge), yaitu punggung pegunungan yang ada di dasar laut. Contoh: punggung laut Sibolga.

5. Ambang laut (drempel), yaitu pegunungan di dasar laut yang terletak diantara dua laut dalam. Contoh: ambang laut sulu, ambang laut sulawesi.

6. Lubuk laut (basin), yaitu dasar laut yang bentuknya bulat cekung yang terjadi karena ingresi. Contoh: lubuk laut sulu, lubuk laut sulawesi.

7. Palung laut (trog), yaitu lembah yang dalam dan memanjang di dasar laut terjadi karena ingresi. Palung laut atau trench, adalah dasar laut yang sangat dalam, sempit, mempunyai dinding yang terjal dan curam dengan kedalaman lebih dari 5.000 m. Contoh: Palung laut Mindanao. Guyot merupakan bekas gunung api yang puncaknya datar dan tenggelam karena tererosi. Lubuk laut atau bekken adalah dasar laut yang bentuknya cekung seperti lembah di dasar laut. Contoh: Palung Sunda, Palung Mindanao, Palung Mariana.

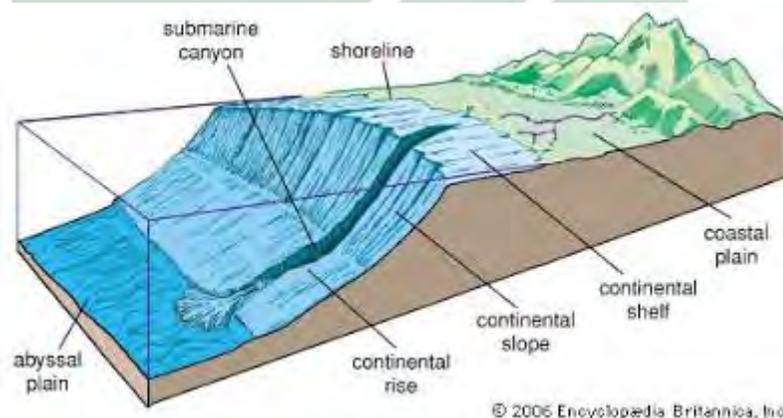
Faktor yang menyebabkan terbentuknya morfologi laut Subduction atau tumbukan yaitu terjadi tabrakan antar lempeng sehingga salah satu lempeng tersebut menghujam ke bawah. Dimana ini akan menyebabkan terjadinya palung laut Divergen atau sebar-pisah yaitu terjadi karena lempeng-lempeng bergerak saling menjauh. Disini biasanya di tandai dengan terbentuknya kerak bumi baru. Sesaran yaitu terjadi karena adanya pergeseran dua lempeng dengan arah berlawanan

Dalam morfologi dasar laut di bedakan menjadi dua bagian, yaitu: Teras benua yang melereng sampai dasar samudra. Pada teras benua, dapat di jumpai dangkalan benua dan lereng benua. kedalaman kedangkalan benua antara 0-200 m dengan lebar 0 -1.200 km, yang di hitung dari garis pantai. Lereng benua adalah bidang miring yang melereng dari dangkalan benua menuju dasar samudra dengan kemiringan antara 1-35 derajat. Bagian dasar samudra bentuknya seperti permukaan daratan, yaitu ada yang berbentuk positif, seperti cembungan, punggung, hamparan dataran tinggi dan gunung laut. Adapun yang berbentuk negatif terdiri atas lubuk dan palung.

IV.1 Bentuk Dasar samudra dan Proses Pembentukannya

Bentuk permukaan dasar samudera, memiliki keunikan tersendiri, jika dibandingkan dengan bentuk permukaan bumi di daratan. Menurut teori tektonik lempeng, tepi benua aktif terjadi pada batas lempeng konvergen. Hasil dari dua lempeng yang konvergen adalah zona penunjaman (*subduction zone*) yang menghasilkan busur kepulauan vulkanik (*Island Arc*) dan palung (*trench*). Sedimen yang terjebak di antara dua lempeng konvergen dapat membentuk pegunungan. Tepi benua pasif terbentuk di sisi jauh dari lempeng divergen. Seiring dengan lempeng bergerak menjauhi pusat pemekaran, sedimen diendapkan di dasar laut yang berdampungan dengan pantai. Pada saat yang bersamaan, kerak samudera mendingin, mengkerut dan tenggelam. Akumulasi sedimen di sepanjang tepi benua pasif menghasilkan paparan benua yang lebar.

Berdasarkan morfologinya, tepi benua Sebagai akibat dari pergerakan lempeng - lempeng di bumi, terbentuklah relief dasar laut diantaranya ; Continental Shelf, Continental Slope, Continental rise, Abyssal Plains, Submarine Canyon



Gambar 4.2. Morfologi Dasar Samudra pada Tepi Benua (Sumber :<http://2.bp.blogspot.com>)

1. Continental Shelf (Paparannya Benua)

Paparan Benua (*continental shelf*) adalah bagian benua yang tenggelam dengan kemiringan lereng yang sangat kecil (1 meter per 1000 meter). Landasan benua (*continental shelf*), adalah dataran luas di dasar laut dangkal yang melandai dengan kedalaman rata-rata 200 m yang terletak di sepanjang pantai atau di tepi benua. Contoh: Dangkal Sahul yang terletak di antara Benua Australia dan Pulau Papua, Dangkal Sunda yang terletak di antara Pulau Sumatra, Jawa, dan Kalimantan, Landas Kontinental Benua Eropa Barat sepanjang 250 km ke arah barat, landas kontinen dari Siberia ke arah laut Artetik sejauh 100 km, Berbagai kenampakan yang dijumpai di kawasan ini terjadi karena tujuh proses, yaitu glasiasi (*glaciation*), perubahan muka laut (*sea level changes*), aktifitas berbagai kekuatan alam (seperti gelombang laut, aliran sungai, pasang surut), sedimentasi, pengendapan karbonat, pensesaran, dan vulkanisme.

Paparan benua merupakan suatu sistem dinamik yang dikontrol oleh tiga faktor:

- a. laju sedimentasi bahan-bahan yang dari daratan ke laut
- b. laju energi yang cukup untuk menggerakkan sedimen ke, di sekitar dan keluar paparan
- c. erosi dan naik-turunnya muka laut

2. Continental Slope (Lereng Benua)

Lereng Benua (*continental slope*) adalah tepi benua dengan lereng curam, dimulai dari tekuk lereng dari paparan benua sampai daerah tinggian benua (*continental rise*) dengan lereng sekitar 4 derajat. merupakan kelanjutan dari *continental shelf* dengan kemiringan antara 4 % sampai 6 %. Kedalaman lereng benua lebih dari 200 meter. menitik hingga sekitar kedalaman 1000 m. Lebar dari lereng ini mencapai 100 km. Dengan sudut kemiringan biasanya tidak lebih dari 5 derajat. Karakteristik dasarnya merupakan akumulasi sedimen hasil erosi dari benua Di kawasan ini banyak terjadi

proses longsor bawah laut (submarine landslide) dan erosi yang menghasilkan berbagai kenampakan. Sedimen-sedimen di kawasan ini tersesarkan dan terlipat. Kenampakan yang sangat mengesankan di kawasan ini adalah alur bawah laut (submarine canyon).

3. Continental Rise

Continental Rise adalah daerah transisi antara benua dan cekungan samudera. Kawasan ini tersusun oleh material yang tidak terkonsolidasikan (unconsolidated materials), yang terdiri dari lumpur, lanau dan pasir yang diturunkan dari paparan benua atau lereng benua oleh mekanisme arus turbid (turbidity currents), longsor bawah laut, atau proses-proses lain. Pola dari tinggian benua ini berkaitan dengan gerakan tektonik lempeng. Pada tepi benua aktif, sedimen-sedimen telah terubah dan dibawa masuk ke dalam mantel oleh mekanisme menunjaman. Pada tepi benua pasif, sedimen-sedimen mengendap di lantai samudera (ocean floor).

3. Abyssal Plains (Dataran Abisal)

Dataran abisal (*bassin floor*) adalah dasar laut yang luas setelah tebing benua, dan mengarah ke laut lepas. Dataran abisal merupakan bagian dari paparan benua. Dengan kenampakan topografi yang sangat datar, dan kemungkinan kawasan ini merupakan tempat yang paling datar pada permukaan bumi. Topografi yang datar ini kadang-kadang di selingi dengan puncak-puncak gunung bawah laut yang tertimbun. Dataran abisal adalah dasar laut dengan gradien kurang dari 0,1 %. Dataran abisal merupakan kerak batuan dasar (bedrock crust) yang tertutup oleh sedimen yang disebarkan dari darat oleh arus dan juga tersusun dari sedimen pelagis dan oozes. Di sini juga terdapat bukit-bukit abisal dengan tinggi dari beberapa meter hingga beberapa ratus meter dengan diameter antara 8 – 10 km. **Dataran abisal (*abyssal plain*)** adalah kawasan yang luas dan agak datar dengan kedalaman dengan kedalaman berkisar dari 4000 sampai 5000 meter yang dibatasi oleh pematang

samudera atau benua. Dataran abisal umumnya tertutup oleh sedimen pelagis. Di kawasan yang berbatasan dengan lereng benua, bila terdapat alur bawah laut di lereng benua, maka, akan terbentuk kipas bawah laut (submarine fan) atau kipas laut dalam (deep-sea fan).

5. Submarine Canyon (Ngarai Bawah Laut)

Relief terbesar pada pinggiran benua (continental margin) berada pada ngarai bawah laut (submarine canyon). Submarine canyon berbentuk seperti lembah yang memotong lereng benua (continental slope) dan membentang pada bagian landasan benua (continental shelf) dan continental rise. Lembah dari submarine canyon biasanya berbentuk V, dengan sisi lembah curam. Jalur dari lembah submarine canyon mungkin bisa lurus atau mungkin juga berliku-liku. Submarine canyon adalah jalur utama dari sedimen untuk dibawa atau mengalami transportasi dari benua ke lingkungan laut dalam. Gradien dari lantai ngarai ini cukup terjal, pada lembah pendek berkisar 60 m/km dan pada lembah yang panjang berkisar 10-15 m/km. Meskipun terlihat tidak terlalu curam, namun kemiringan yang dimiliki lembah ini adalah 5 sampai 30 kali gradien lereng benua (*continental slope*).

Daftar referensi

- Djauhari, Noor. 2012. *Pengantar Geologi*. Ed.2. Pakuan University Press: Bogor.
- Hutabarat, S. dan Evans, SM. 2014. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia: Jakarta
- Wibisono, M.S. 2011. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Universitas Indonesia: Jakarta
- <https://ahmadbinhanbal.wordpress.com/>
- <http://bp.blogspot.com>
- <https://ml.scribd.com/doc/.../Morfologi-Dasar-Laut>
- <http://sayyidi89.blogspot.com/.../morfologi-dasar-laut.html>
- <http://tsumasaga.wordpress.com>
- www.al-habib.info/.../al-quran-kegelapan-lautan.htm
- www.konsultasisyariah.com

