

**KULIAH GEOLOGI DINAMIS
PERTEMUAN MINGGU KE 3**

TEORI PENGAPUNGAN BENUA

**Prepared By Djauhari Noor
2020/2021**

PENDAHULUAN

- Revolusi dalam ilmu pengetahuan kebumihantaraan sudah dimulai sejak awal abad ke 19, yaitu ketika munculnya suatu pemikiran yang bersifat radikal pada kala itu dengan mengajukan hipotesa tentang benua benua yang bersifat mobil yang ada di permukaan bumi.
- Sebenarnya teori tektonik lempeng sudah muncul ketika gagasan mengenai hipotesa Pengapungan Benua (Continental Drift) diperkenalkan pertama kalinya oleh Alfred Lothar Wegener (1915) dalam bukunya "*Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*" atau "*The Origins of Oceans and Continents*".

- **Hipotesa Pengapungan Benua diperkenalkan pertama kalinya oleh Alfred Lothar Wegener dalam 2 artikel yang diterbitkannya. Wegener beranggapan bahwa pada 200 juta tahun yang lalu Superbenua Pangea mulai memisahkan diri.**
- **Alexander Du Toit, seorang gurubesar geologi dari Universitas Witwatersrand yang juga sebagai mitra dan sekaligus pendukung gagasan Wegener, berpendapat bahwa Superbenua Pangea pada awalnya pecah menjadi 2 (dua) benua yang sangat luas, yaitu benua Laurasia yang adadi belahan bumi bagian utara dan benua Gondwana di belahan bumi bagian selatan.**
- **Kedua benua ini selanjutnya pecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yang kita kenal sebagai benua-benua yang ada saat ini.**

- **Hipotesa Wegener didasarkan pada kecocokan dari bagian-bagian benua Amerika Selatan dan benua Afrika. Kecocokan kedua benua ini telah diungkapkan pertama kalinya oleh Abraham Ortelius 3 abad sebelumnya.**
- **Wagner juga tertarik pada kejadian-kejadian struktur geologi yang tidak biasa terjadi serta fosil-fosil binatang dan tumbuh-tumbuhan yang ditemukan pada garis pantai Amerika Selatan dan Afrika, dimana saat ini kedua benua tersebut dipisahkan oleh lautan Atlantik yang sangat luas.**
- **Wagner berargumentasi bahwa secara fisik sangat tidak mungkin untuk organisme-organisme tersebut bermigrasi menyeberangi lautan yang sangat luas. Berdasarkan hasil identifikasi dari spesies fosil-fosil yang terdapat disepanjang bagian pantai Afrika dan Amerika ternyata memiliki kesamaan, sehingga Wagner yakin bahwa dahulunya kedua benua tersebut tadinya bersatu.**
- **Menurut Wagner bahwa pengapungan benua terjadi setelah pecahnya benua-benua yang memisahkan diri dari benua Pangea.**

- **Wegener menggunakan fitur-fitur alam, fosil, dan iklim sebagai bukti untuk mendukung hipotesisnya tentang pengapungan benua. Contoh dari fitur alam yang digunakan adalah posisi antara pegunungan yang terdapat di Afrika dan di Amerika Selatan yang sejajar; juga keberadaan batubara di Eropa cocok dengan batubara yang ada di Amerika Utara.**
- **Wegener juga mencatat bahwa fosil reptil seperti *Mesosaurus* dan *Lystrosaurus* ditemukan di tempat yang sekarang dipisahkan oleh lautan. Kemungkinan bahwa reptil tersebut dapat berenang dengan jarak yang sangat jauh, Wegener yakin bahwa reptil-reptil tersebut pernah hidup pada satu daratan yang kemudian terpisah atau terbagi-bagi.**

- Berdasarkan hasil penelitiannya, maka pada tahun 1912 Wegener menerbitkan teorinya yang dikenal dengan “Continental Drift”.
- Dalam teorinya Wegener menyatakan bahwa semua benua yang ada saat ini pada awalnya merupakan satu kesatuan dan kemudian karena pergerakannya benua benua 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 benua yang dinamakan superkontinen, dan di kemudian hari dinamakannya sebagai “Pangaea” yang artinya “Semua Daratan”.

TEORI PENGAPUNGAN BENUA

- Teori pengapungan benua pada awalnya didasarkan pada hasil pengamatan yang dilakukan oleh Wegener mengenai adanya fosil-fosil daratan yang dijumpai benua-benua yang terpisah oleh lautan (samudra) yang cukup luas serta kecocokan garis pantai yang ada di benua Amerika Selatan bagian timur dengan garis pantai benua Afrika bagian barat.
- Wegener menganggap bahwa pada awalnya benua-benua yang ada saat ini merupakan satu benua yang sangat besar yang diberi nama benua Pangea.

KECOCOKAN GARIS PANTAI

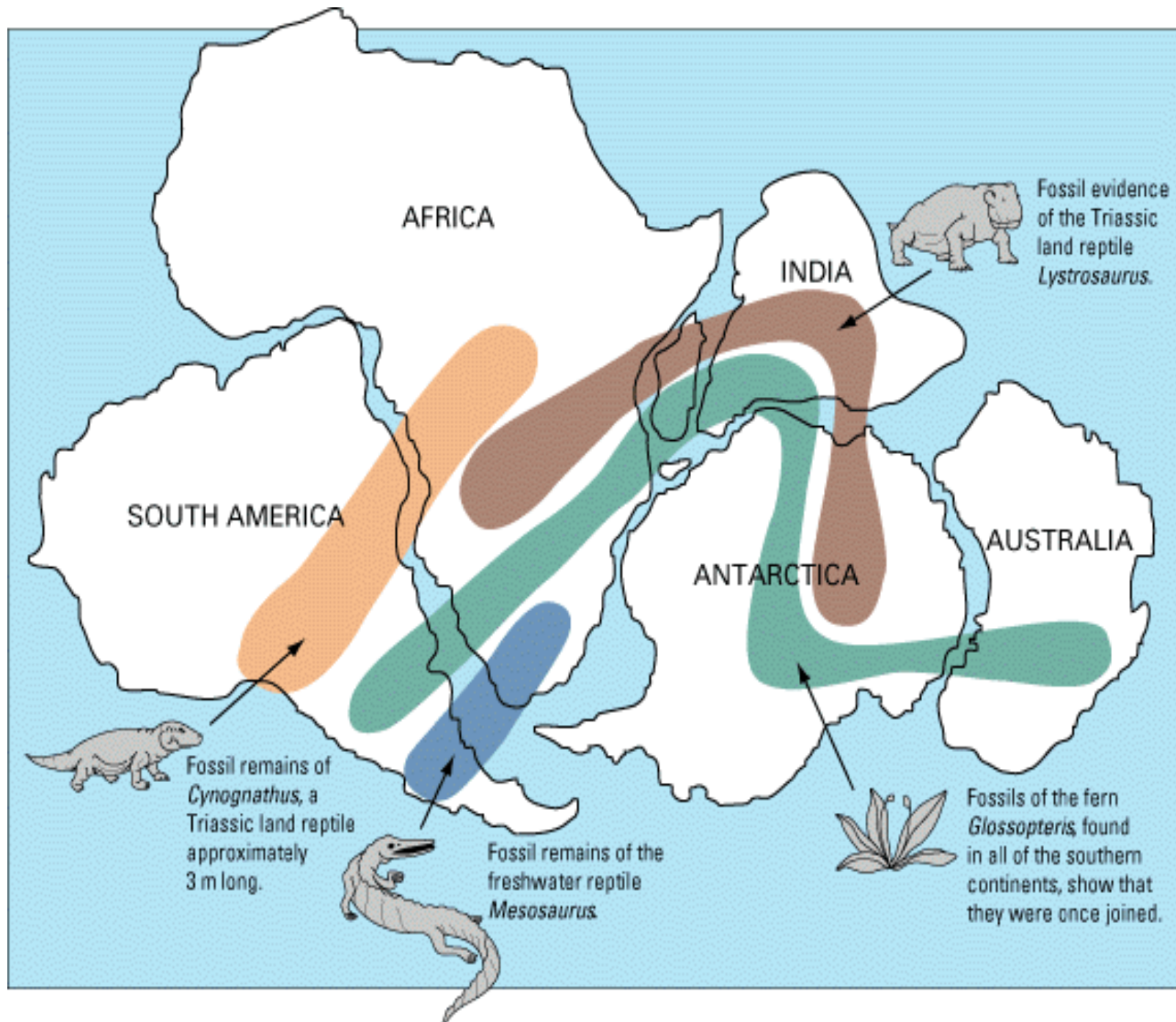
- **Adanya kecocokan garis pantai yang ada di benua Amerika Selatan bagian timur dengan garis pantai benua Afrika bagian barat, dimana kedua garis pantai ini cocok dan dapat dihimpitkan satu dengan lainnya.**
- **Wegener menduga bahwa benua benua tersebut diatas pada awalnya adalah satu atas dasar kesamaan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



Kecocokan garis pantai benua Amerika Selatan Bagian Timur dengan garis pantai benua Afrika Bagian Barat.

PERSEBARAN FOSIL

- Diketemukannya fosil-fosil yang berasal dari binatang dan tumbuhan yang tersebar luas dan terpisah di beberapa benua, seperti :
 - Fosil *Cynognathus*, suatu reptil yang hidup sekitar 240 juta tahun yang lalu dan ditemukan di benua Amerika Selatan dan benua Afrika.
 - Fosil *Mesosaurus*, suatu reptil yang hidup di danau air tawar dan sungai yang hidup sekitar 260 juta tahun yang lalu, ditemukan di benua Amerika Selatan dan benua Afrika.
 - Fosil *Lystrosaurus*, suatu reptil yang hidup di daratan sekitar 240 juta tahun yang lalu, ditemukan di benua Afrika, India, dan Antartika.
 - Fosil *Crossopteris*, suatu tanaman yang hidup 260 juta tahun yang lalu, dijumpai di benua Afrika, Amerika Selatan, India, Australia, dan Antartika.



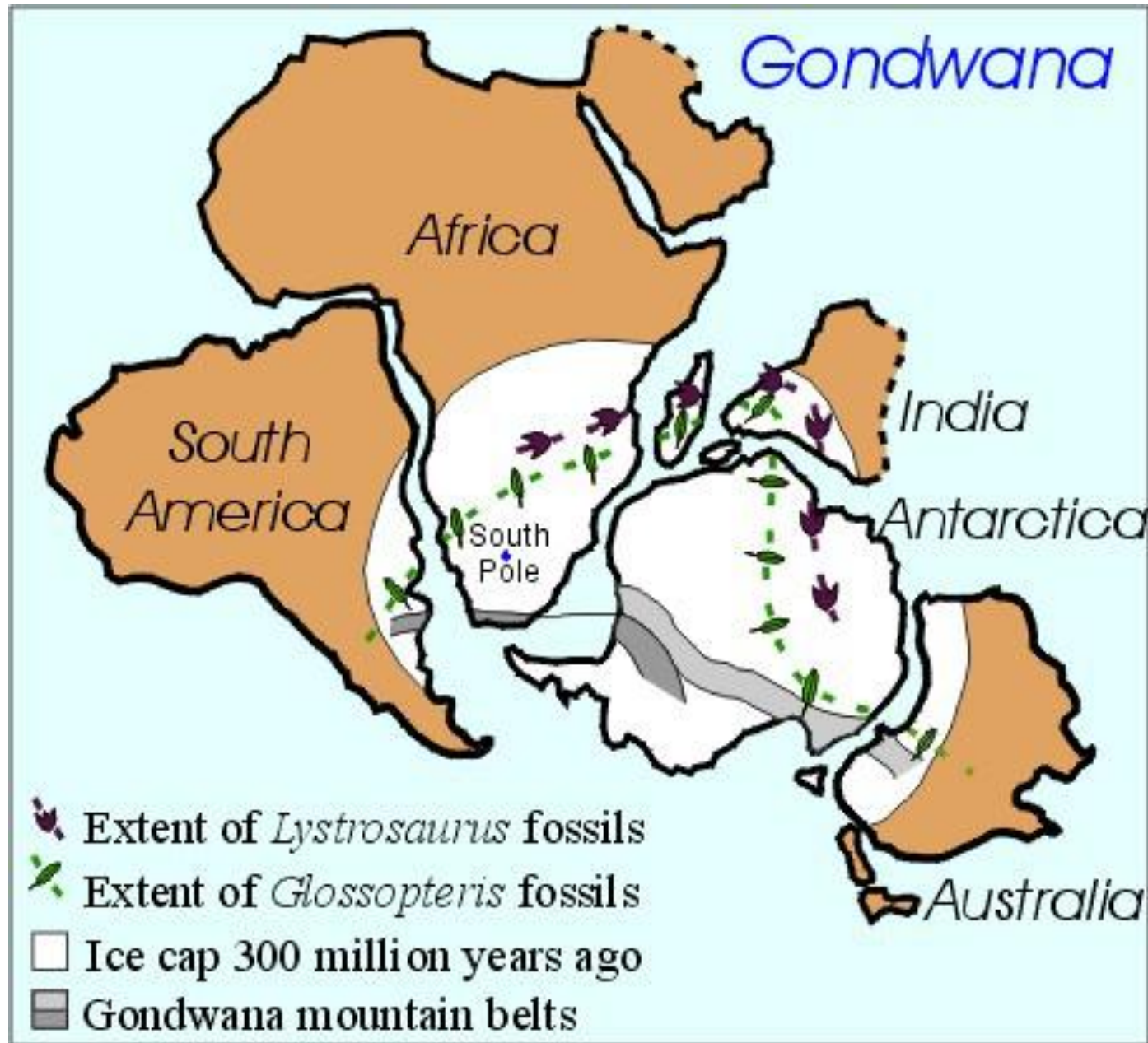
Persebaran fosil *Cynognathus* ditemukan hanya di benua Amerika Selatan dan benua Afrika; fosil *Lystrosaurus* dijumpai di benua-benua Afrika, India, dan Antartika; fosil *Mesosaurus* di benua benua Amerika Selatan dan Afrika, dan fosil *Glossopteris* dijumpai di benua benua Amerika Selatan, Afrika, India, Antartika, dan Australia.

KESAMAAAN 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.
- Dengan cara mempersatukan kenampakan bentuk-bentuk geologi yang dipisahkan oleh suatu lautan memang diperlukan, akan tetapi data data tersebut belum cukup untuk membuktikan hipotesa pengapungan benua.

IKLIM PURBA (PALEOCLIMATOLOGY)

- **Para ahli kebumihan 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.**
- **Wilayah yang terkena glasiasi di daratan Afrika ternyata menerus hingga ke wilayah ekuator. Akan tetapi argumentasi ini kemudian ditolak oleh para ahli kebumihan, karena selama perioda glasiasi terjadi di belahan bumi bagian selatan sedangkan di belahan bumi bagian utara beriklim tropis yang ditandai dengan berkembangnya hutan rawa tropis yang sangat luas dan merupakan material asal dari endapan batubara yang dijumpai di Amerika bagian timur, Eropa dan Asia.**



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.

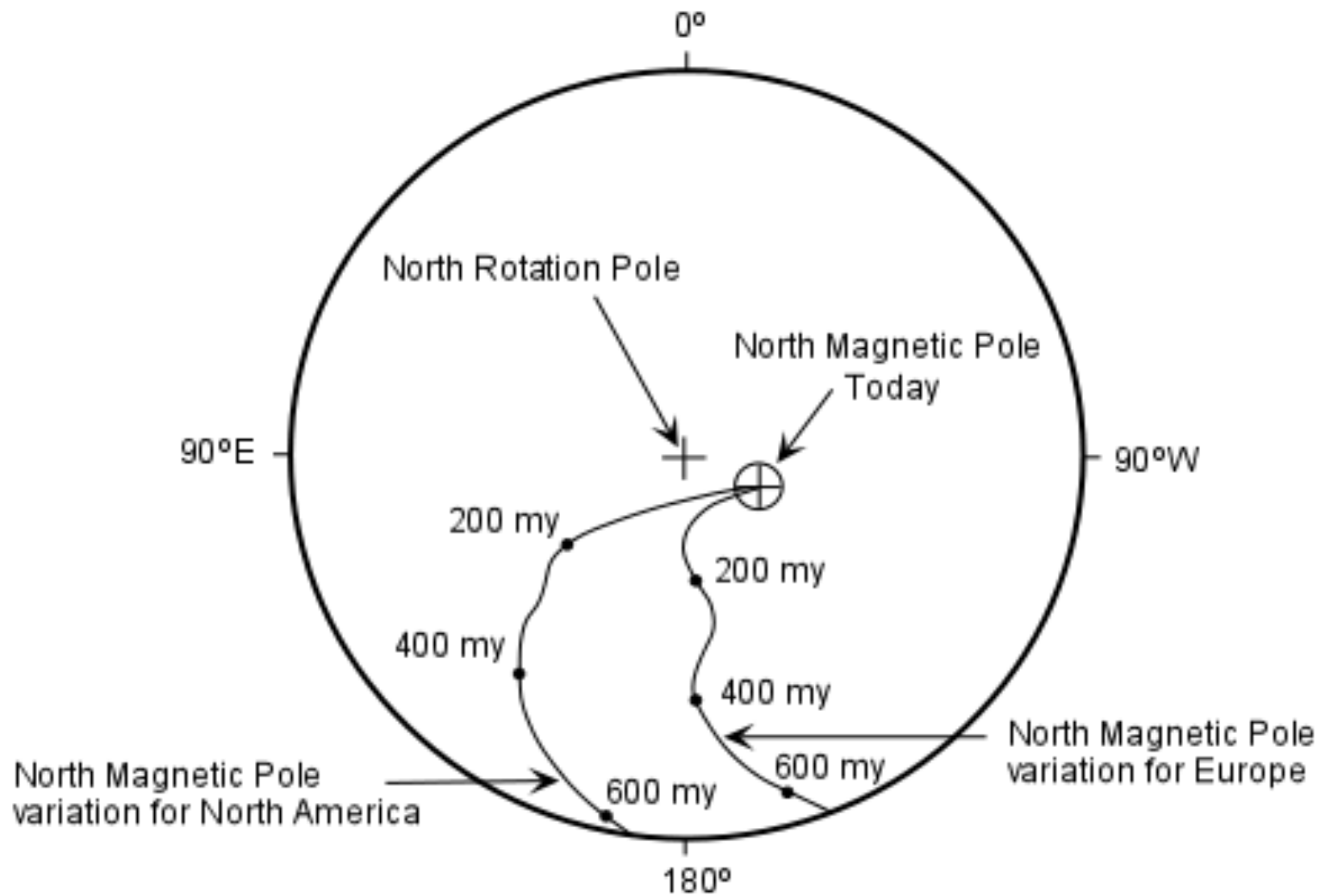
PENGAPUNGAN BENUA DAN PALEOMAGNETISME

- 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.
- Mineral yang kaya akan unsur besi, seperti magnetite banyak terdapat dalam aliran lava yang berkomposisi basaltis. Saat suatu lava yang berkomposisi basaltis mendingin (menghablur) dibawah temperatur Curie ($\pm 580^{\circ}$ C), maka butiran butiran yang kaya akan unsur besi akan mengalami magnetisasi dengan arah medan magnet yang ada pada saat itu.
- Sekali batuan tersebut membeku maka arah kemagnetan (magnetisasi) yang dimilikinya akan tertinggal di dalam batuan tersebut.

- **Arah kemagnetan ini akan bertindak sebagai suatu kompas ke arah kutub magnet yang ada. Jika batuan tersebut berpindah dari tempat asalnya, maka kemagnetan batuan tersebut akan tetap pada arah aslinya.**
- **Batuan batuan yang terbentuk jutaan tahun yang lalu akan merekam arah kutub magnet pada saat dan tempat dimana batuan tersebut terbentuk, dan hal ini dikenal sebagai Paleomagnetisme.**
- **Penelitian mengenai arah kemagnetan purba pada aliran lava yang diambil di Eropa dan Asia pada tahun 1950-an menunjukkan bahwa arah kemagnetan untuk batuan batuan yang berumur muda cocok dengan arah medan magnet bumi saat ini, akan tetapi arah kemagnetan (magnetic alignment) pada aliran lava yang lebih tua ternyata menunjukkan arah kemagnetan yang sangat bervariasi dengan perbedaan yang cukup besar.**

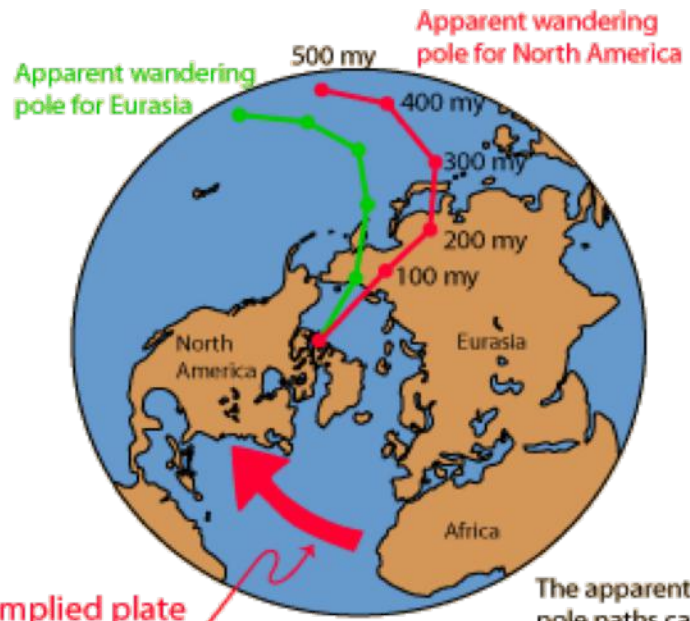
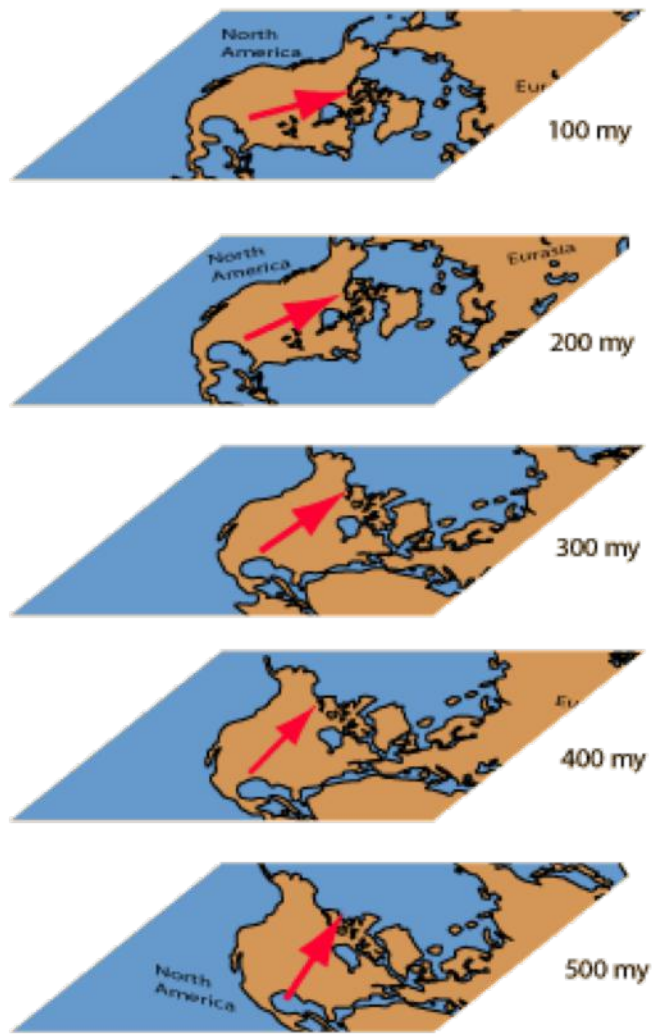
- Berdasarkan hasil plotting dari posisi yang terlihat sebagai kutub magnet utara untuk benua Eurasia meng-indikasikan bahwa selama 500 juta tahun yang lalu, lokasi – lokasi dari kutub utara magnet bumi secara berangsur berpindah pindah.
- Hal ini merupakan bukti kuat bahwa kutub magnet bumi telah mengalami perpindahan / bermigrasi. Perpindahan arah kutub magnet ini dikenal sebagai “Pole Magnetic Wandering” yaitu arah kutub magnet yang berpindah pindah (berkelana).
- Sebaliknya apabila arah kutub magnet dianggap tetap pada posisi seperti saat ini maka penjelasannya adalah bahwa benua yang mengalami perpindahan atau pengapungan.

- **Semua bukti-bukti ilmiah tersebut meng-indikasikan bahwa posisi rata-rata dari kutub kutub magnet erat kaitannya dengan posisi kutub geografis bumi.**
- **Dengan demikian, jika posisi kutub-kutub magnet relatif tetap pada posisinya, maka kutub-kutub yang terlihat berpindah pindah dapat dijelaskan dengan hipotesa Pengapungan Benua.**
- **Beberapa tahun kemudian, suatu kurva dari kenampakan kutub-kutub magnet yang berpindah pindah juga dilakukan untuk benua Amerika Utara. 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 30° .**



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.

- **Bagaimana para ahli kebumihan menjelaskan adanya 2 (dua) perbedaan dari kurva perpindahan kutub kutub magnet yang teramati tersebut. Apakah mungkin ada 2 kutub magnet? Penjelasan yang lebih masuk akal adalah dengan 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.**



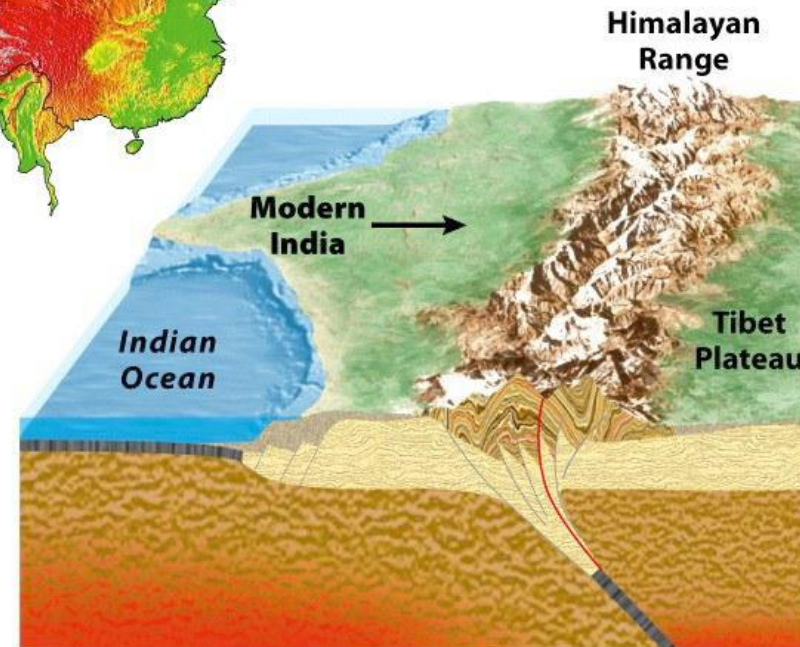
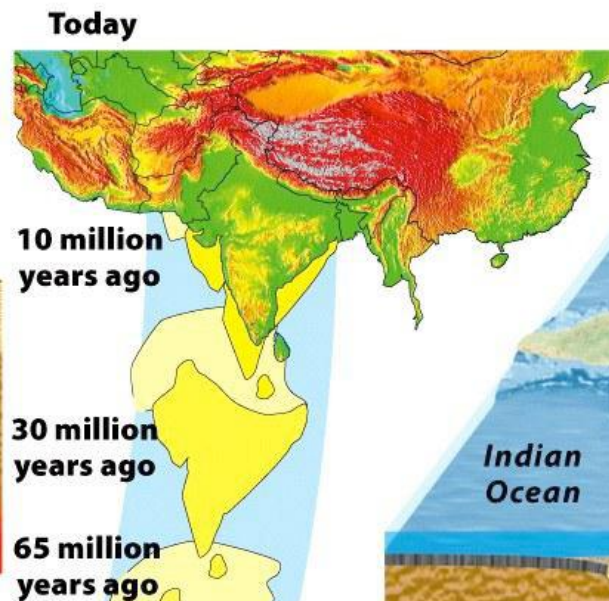
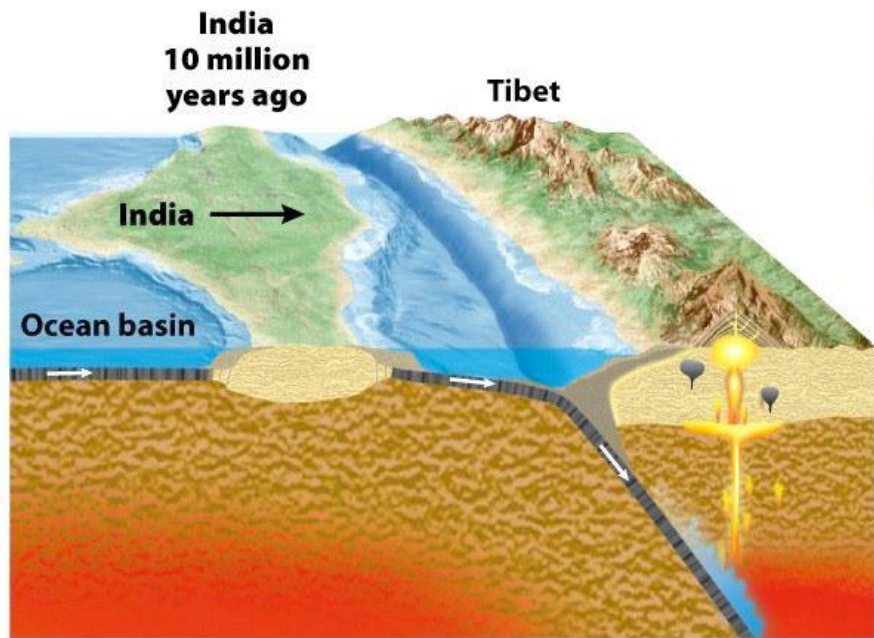
Implied plate tectonic movement of North America

The apparent wandering pole paths can be brought into congruence by rotating the North American continent down to a point close to the African continent.

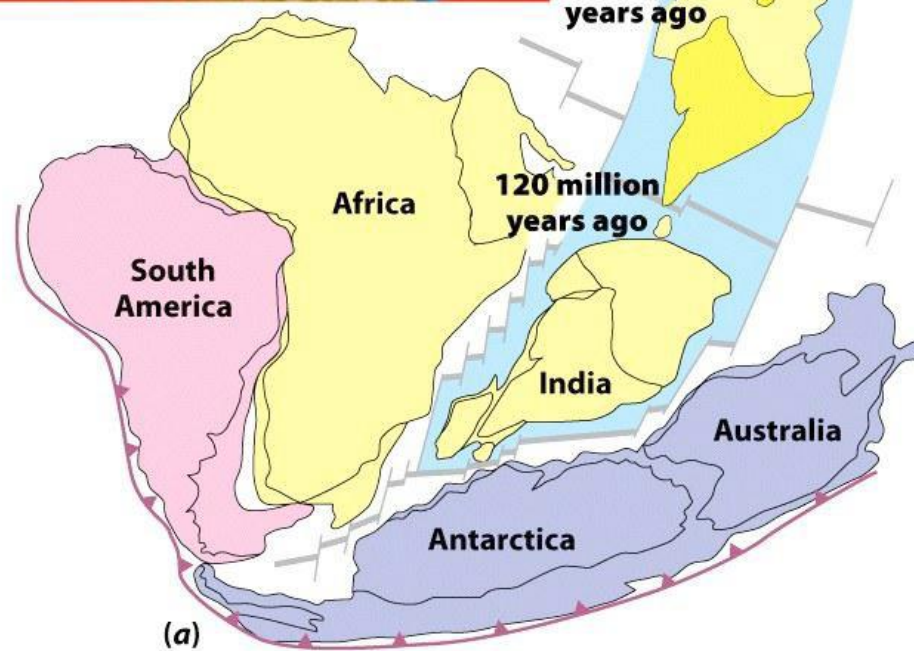


Pemisahan Benua India dan Pembentukan Pegunungan Himalaya

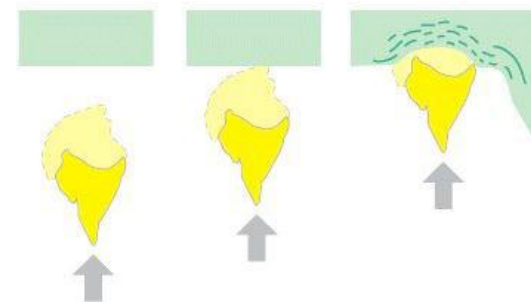
- **Awal dari pemisahan benua India terjadi pada kurun Kenozoikum (120 juta tahun lalu), yaitu ketika benua India memisahkan diri dari benua Afrika.**
- **Terjadi pemekaran lantai samudra selama zaman Tersier (65 juta tahun lalu) menyebabkan benua India terus bergerak ke arah utara yang akhirnya pada akhir Tersier terjadi tumbukan yang sangat dahsyat, dimana benua India menabrak benua Asia.**
- **Akibat dari tumbukan kedua lempeng tersebut, menghasilkan pengangkatan dan pembentukan pegunungan Himalaya dan dataran tinggi (plateau) Tibet.**



(b)



(c)



(a)

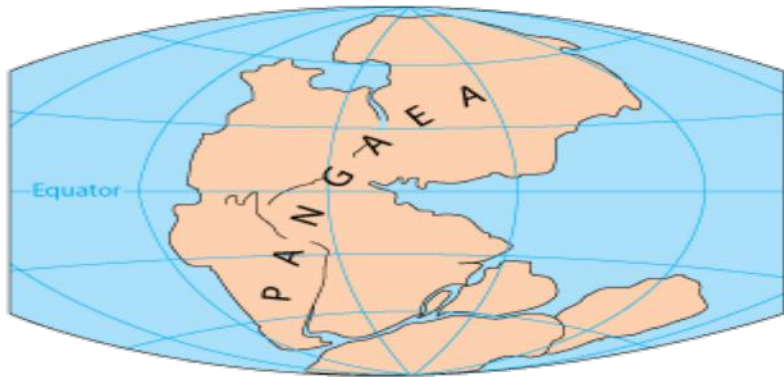
- **Gambar (A).** mengilustrasikan tahap tahap pergeseran benua India yang melepaskan diri dari benua Afrika dan selama periode zaman Tersier pergeseran terus berlanjut sebagai akibat dari pemekaran lantai samudra India.
- **Gambar (B)** mengilustrasikan proses penyusupan lempeng samudra kedalam lempeng benua Asia (Tibet) dan penyusupan lempeng ini terus berlangsung hingga Miosen Akhir dan pada akhirnya benua India mulai menabrak benua Asia (Tibet) menghasilkan pembentukan pegunungan Himalaya dan dataran tinggi Tibet (**Gambar (C)**).



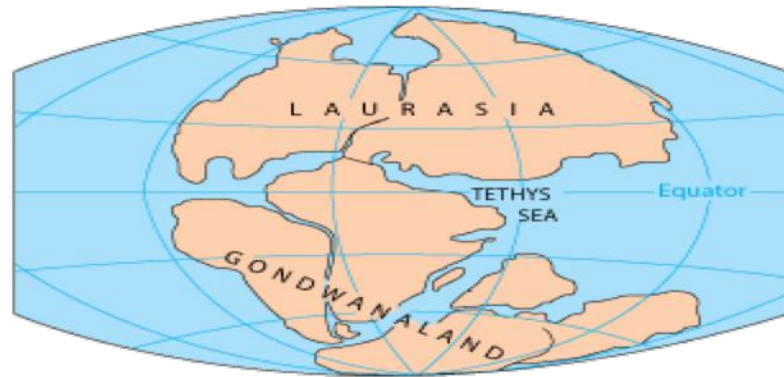
Gambar Zona Suture sebagai batas lempeng konvergen (Lempeng Benua India dan Lempeng Benua Eurasia)

Pemisahan Benua Pangea

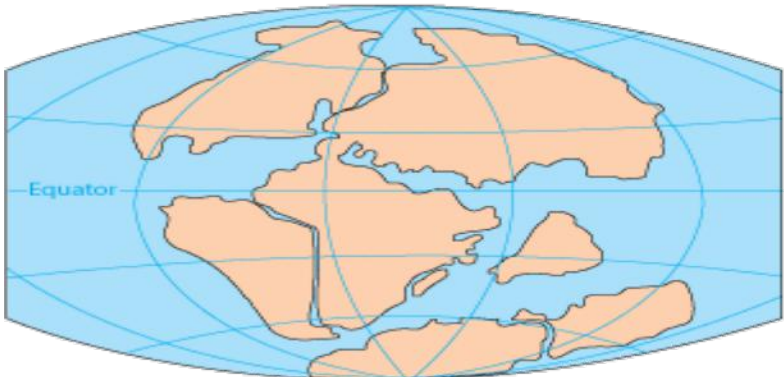
- **Perkembangan pemisahan dan pengapungan Benua Pangea yang dimulai sejak zaman Perm (225 – 200 juta tahun lalu), zaman Trias (200 juta tahun lalu) benua Pangea berpisah menjadi daratan Gonwana dan Laurasia, zaman Jura (145 juta tahun lalu) mulai pemisahan benua-benua, Kapur (65 juta tahun lalu), dan Kondisi saat ini.**



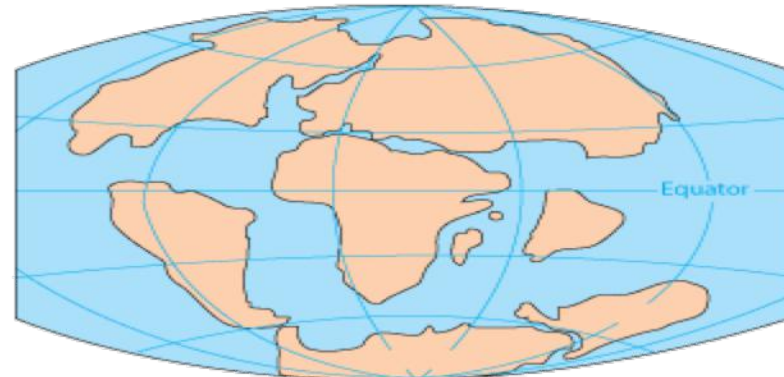
PERMIAN
250 million years ago



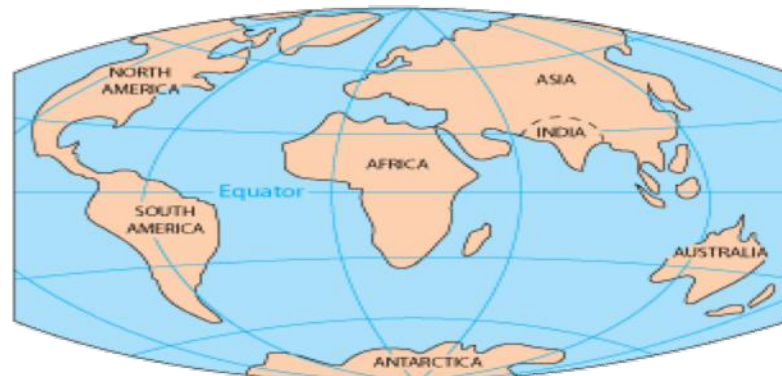
TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
145 million years ago



CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY

200 juta tahun lalu	135 juta tahun lalu	65 juta tahun lalu	50-40 juta tahun lalu
<p>Benua Pangaea mulai pecah dan memisahkan diri menjadi 2 yaitu Benua Laurasia di bagian utara yang membentuk benua Amerika Utara dan Eurasia dan Benua Gondwana di selatan yang membentuk benua benua lainnya.</p>	<p>Benua Gondwana kemudian terpecah pecah dimana daratan Amerika Selatan - Africa memisahkan diri dari daratan Antartica - Australia. Daratan India memisahkan diri dan menjauh dari daratan Antartica-Australia.</p>	<p>Pembentukan palung pada Laurasia, dimana daratan Amerika Utara terpisah dengan Eurasia. Amerika Selatan dan Madagascar terpisah dari Africa.</p>	<p>Greenland memisahkan diri dari Amerika Utara. Australia memisahkan diri dari Antartica dan bergeser ke utara. Daratan India bertabrakan dengan Asia.</p>

TUGAS KULIAH GEOLOGI DINAMIK – 3

- 1. Sebutkan apa yang mendasari lahirnya hipotesa “Pengapungan Benua” dari Wegener ?**
- 2. Jelaskan mengapa Alfred Wagener beranggapan bahwa benua benua yang ada saat ini dulunya satu yaitu benua Pangea?**
- 3. Apa yang saudara ketahui tentang “Paleomagnetisme” ?**
- 4. Jelaskan bagaimana studi paleomagnetisme dapat membuktikan terjadinya pengapungan benua-benua?**

END OF SESSION - 3

**TERIMA
KASIH**