

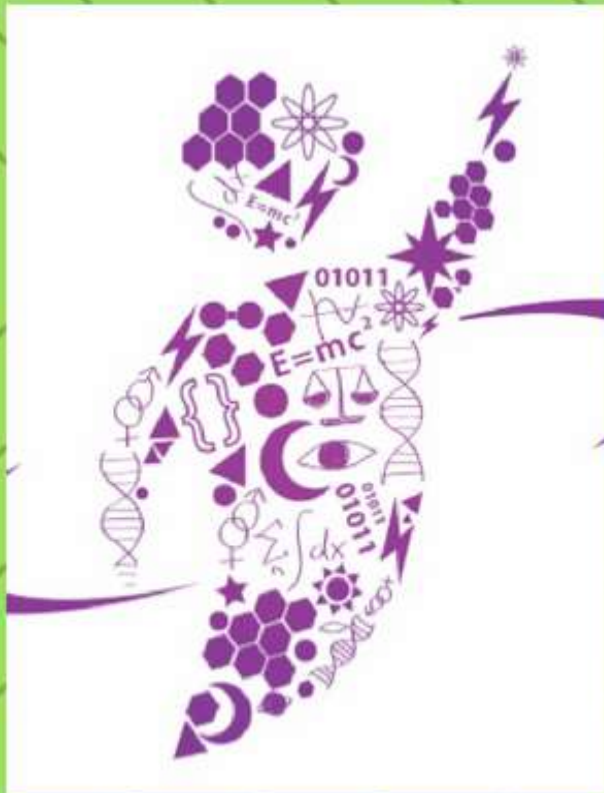
PAKET 11

PELATIHAN ONLINE

2019

**SMA
KEBUMIAN**

po.alcindonesia.co.id



WWW.ALCINDONESIA.CO.ID

@ALCINDONESIA

085223273373

METODE GEOFISIKA DAN SEISMOLOGI

Geofisika

Geofisika adalah bidang ilmu yang mempelajari sifat fisis dan dinamis Bumi dengan mengintegrasikan ilmu-ilmu dasar (matematika dan fisika) serta geologi. Aplikasi ilmu geofisika antara lain:

- Eksplorasi sumber daya alam (seperti hidrokarbon, pertambangan, geotermal, dan air tanah)
- Mitigasi bencana kebumihan (seperti gempa bumi, longsor, gunung api, dan tsunami)
- Lingkungan (seperti arkeologi, pencemaran air tanah)
- Geoteknik (berkaitan dengan bangunan sipil)

Metode geofisika terutama diklasifikasikan berdasarkan parameter fisis bumi/batuan yang diukur, yaitu seismologi (kecepatan gelombang seismik), gravitasi (rapat massa batuan), magnetik (sifat kemagnetan batuan), geolistrik dan elektromagnetik (sifat kelistrikan batuan).

Metode	Parameter yang diukur	Sifat Fisika Material yang Berperan
Gravitasi	Variasi spasial kuat medan gravitasi bumi	Densitas
Magnetik	Variasi spasial kuat medan magnet bumi	Magnetic susceptibility dan magnetic remanence
Resistivity	Tahanan listrik bumi	Konduktifitas (daya hantar listrik) atau resistivitas
Elektromagnetik	Respon terhadap radiasi elektromagnetik	Konduktivitas listrik dan induktansi
Georadar	Waktu tempuh pulsa radar yang terpantulkan	Konstanta dielektrik
Seismik	Waktu tempuh (travel time) gelombang seismik yang dipantulkan atau gelombang seismik yang dibiaskan	Densitas dan modulus elastisitas (menentukan kecepatan rambat gelombang dalam media)

Metode geofisika eksplorasi beserta parameter yang diukur dan sifat-sifat fisika material yang berperan.

Metode Gravitasi

Metode gravitasi atau metode gaya berat adalah metode geofisika yang dilandasi oleh teori medan gravitasi untuk memperoleh gambaran variasi struktur bawah permukaan Bumi. Alat untuk mengukur medan percepatan gravitasi disebut sebagai gravimeter. Klasifikasi gravimeter berdasarkan medan yang terukur, yaitu absolut dengan menggunakan prinsip gerak jatuh bebas dalam ruang hampa atau pendulu, dan relatif yaitu dengan sistem pegas. Observasi gravitasi diklasifikasikan berdasarkan tempat pengukuran, yaitu *land*, *marine*, *aero*, dan satelit. Survei gravitasi dilakukan untuk memperoleh variasi spasial medan gravitasi yang berkorelasi dengan variasi rapat massa terutama pada lapisan kerak dan diperlukan koreksi pada data observasi. Pola anomali medan gravitasi akan mencerminkan distribusi rapat massa atau berkorelasi dengan kondisi struktur bawah permukaan Bumi.

Medan gravitasi yang terukur oleh gravimeter (data pengamatan) merupakan akumulasi dari berbagai faktor, yaitu:

$$g_{obs} = g_n + \delta g_{drift} + \delta g_{tidal} + \delta g_{fa} + \delta g_{sb} + \delta g_{terr} + \delta g_E + \delta g_{iso} + \delta g_c$$

$$\delta g_c = g_{obs} - g_n - \delta g_{drift} - \delta g_{tidal} - \delta g_{fa} - \delta g_{sb} - \delta g_{terr} - \delta g_E - \delta g_{iso}$$

dimana:

g_{obs} = grav. Pengukuran;	
g_n = gravitasi normal;	δg_{fa} = Free-air corr.;
δg_{sb} = Bouguer corr.;	δg_{terr} = terrain corr.;
δg_{drift} = drift corr.;	δg_{tidal} = tidal corr.;
δg_E = Eotvos corr. ;	δg_{iso} = isostatic corr.;
δg_c = variasi geologi "lokal";	

Koreksi-koreksi gravitasi ditentukan menggunakan pendekatan teoritis sehingga menghasilkan nilai gravitasi teoritis. Anomali gravitasi adalah gravitasi pengukuran (observasi) dikurangi gravitasi teoritis. Jenis-jenis koreksi gravitasi yaitu:

- *Tidal correction* (koreksi pasang surut): koreksi dari pengaruh gaya tarik bulan dan matahari.
- *Drift correction* (koreksi apungan): koreksi pengaruh sifat mekanis pegas.
- *Latitude correction* (koreksi lintang): koreksi variasi medan gravitasi Bumi terhadap posisi lintang.
- *Free-air correction* (koreksi udara bebas): $\delta g_{fa} = -0.3086 \times 10^{-5} h$ (dalam $m \text{ sec}^{-2}$; h dalam meter).
- *Bouguer correction* (koreksi Bouguer): $\delta g_{sb} = 2 \pi G \rho h = 0.1119 \times 10^{-5} h$ ($\rho = 2670 \text{ kg m}^{-3}$); (dalam $m \text{ sec}^{-2}$; h dalam meter).
- *Terrain correction* (koreksi topografi): koreksi terhadap pengaruh variasi topografi di sekitar lokasi pengamatan, membutuhkan data topografi.
- *Eotvos correction* (koreksi Eotvos): $\delta g_E = 7.503 v \cos \lambda \sin \alpha + 0.004154 v^2$ (dalam mGal).
- *Isostatic correction* (koreksi isostatik): koreksi terhadap pengaruh kompensasi massa bawah permukaan akibat kesetimbangan hidrostatik.

Metode Magnetik

Metode magnetik merupakan metode geofisika yang berdasarkan gaya magnetik yang dinyatakan oleh Gaya Coulomb. Alat ukur medan magnet Bumi disebut magnetometer. Survei magnetik dapat dilakukan baik di darat (*land survey*), udara (*airborne survey*), dan laut (*shipborne survey*). Aplikasi survei geomagnetik antara lain untuk menentukan lokasi pipa, kabel, objek-objek metal, senjata militer yang terkubur (seperti bom, dsb), bahan buangan yang mengandung besi yang terkubur, dan lokasi lorong pertambangan. Selain itu, metode geomagnetik juga dapat digunakan untuk memetakan sisa-sisa arkeologi, dike batuan beku, struktur geologi, batas geologi seperti sesar, dan lapisan mineral yang mengandung bahan metal. Eksplorasi geofisika menggunakan metode magnetik bertujuan untuk memetakan anomali magnetik akibat variasi magnetik lokal yang diakibatkan oleh magnetisasi batuan. Dua koreksi utama yang dilakukan adalah:

- Koreksi diurnal: akibat variasi temporal medan magnet bumi
- Koreksi medan utama

Beberapa istilah dalam geomagnetisme:

- Intensitas magnetik
Tingkat kemampuan suatu benda untuk menyearahkan momen-momen magnetiknya dalam suatu medan magnet luar. Dinyatakan dalam rumus:

$$I = M/V$$

Dimana M adalah momen magnet dan V adalah volume.

- Suseptibilitas
Tingkat suatu benda magnetik untuk mampu dimagnetisasi. Semakin banyak mineral yang bersifat magnetik pada batuan maka semakin besar nilai suseptibilitasnya.
- Induksi magnetik
Bila benda magnetik diletakkan dalam medan luar (H), kutub-kutub internalnya akan menyearahkan diri dengan (H) dan terbentuk suatu medan magnet baru yang besarnya:
$$H' = 4\pi kH$$
- Diamagnetik
Material yang sulit untuk diinduksi dan nilai suseptibilitasnya rendah. Contohnya bismuth, raksa.
- Paramagnetik
Bisa diinduksi, suseptibilitas positif, akan tetapi tidak bisa menahan sifat kemagnetannya dalam jangka panjang. Contohnya aluminium, platinum.
- Ferromagnetik
Mudah diinduksi, suseptibilitas tinggi, dan mudah menyimpan sifat kemagnetannya dalam jangka panjang. Contohnya besi, cobalt, nikel, steel.

Metode Geolistrik

Metode geolistrik berdasarkan sifat resistansi dan resistivitas suatu batuan, dimana resistansi ini berdasarkan Hukum Ohm yang dinyatakan oleh rumus:

$$V = I \cdot R$$

Dimana V adalah tegangan (Volt), I adalah arus (Ampere), dan R adalah resistansi (Ohm). Resistansi bergantung pada sifat bahan dan juga pada ukuran atau geometri. Sementara resistivitas adalah resistansi yang dinormalisasi terhadap geometri, dan merupakan besaran karakteristik bahan/material. Faktor-faktor yang mempengaruhi harga tahanan jenis/resistivitas batuan yaitu:

- Porositas
- Jenis fluida pengisi pori
- Temperatur
- Tekanan
- Salinitas
- Kandungan *clay*
- Umur batuan

Eksplorasi geolistrik dapat berupa:

- Vertical Electrical Sounding (VES) 1D:
 - Mengukur tahanan jenis semu pada suatu titik pusat bentangan elektroda di permukaan
 - Pusat konfigurasi elektroda-elektroda pada lokasi tersebut
 - Data pengukuran : kurva tahanan jenis semu vs spasi elektroda yang menunjukkan tahanan jenis lapisan batuan sebenarnya sebagai fungsi dari kedalaman
- Mapping 2D/3D
 - Memetakan tahanan jenis semu baik secara horizontal maupun vertikal
 - Konfigurasi elektroda diatur sedemikian rupa hingga distribusi data pengamatan mengelilingi zona yang diamati

- Data pengukuran : peta distribusi tahanan jenis semu (pseudo-section) yang menunjukkan distribusi tahanan jenis batuan sebagai fungsi dari posisi horizontal dan kedalaman
- Imaging/tomografi
Pengukuran untuk memperoleh informasi mengenai pengukuran untuk memperoleh informasi mengenai variasi resistivitas baik secara lateral maupun variasi resistivitas baik secara lateral maupun vertikal (2 vertikal (2-D atau 3 D atau 3-D).

Aplikasi metode geolistrik antara lain:

- Karakterisasi hidrogeologi bawah permukaan
- Peta luasan vertikal tipe tanah dan kontaminasi air tanah
- Mengestimasi ketebalan lapisan
- Memetakan patahan/sesar
- Peta luasan lateral dari lapisan kontaminan konduktif
- Mengetahui lokasi ruang kosong dan daerah karst
- Memetakan kontaminasi tanah oleh logam berat
- Delineasi daerah pembuangan
- Memetakan *paleochannel*

Metode Seismik Refraksi

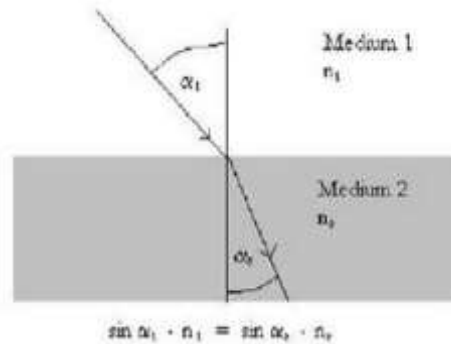
Metode seismik refraksi merupakan metode geofisika aktif yang memanfaatkan penjaran gelombang seismik di bawah permukaan bumi, dengan asumsi bahwa medium berlapis-lapis.

Aplikasi metode seismik refraksi yaitu:

- Keperluan geoteknik
- Kedalaman lapisan lapuk
- Kedalaman *bed rock*
- Perkiraan kedalaman *water table*
- Perkiraan kedalaman lubang galian

Metode seismik dilakukan dengan menggunakan asumsi bahwa medium bumi berlapis-lapis, dimana tiap lapisan mempunyai kecepatan yang berbeda-beda. Semakin dalam suatu lapisan maka batuan akan semakin kompak (keras) (panjang gelombang seismik < ketebalan lapisan seismik). Perambatan gelombang seismik dapat dipandang seperti penjaran sinar sehingga memenuhi hukum lintasan sinar. Berkas sinar seismik dalam suatu medium mematuhi hukum-hukum fisika, yaitu:

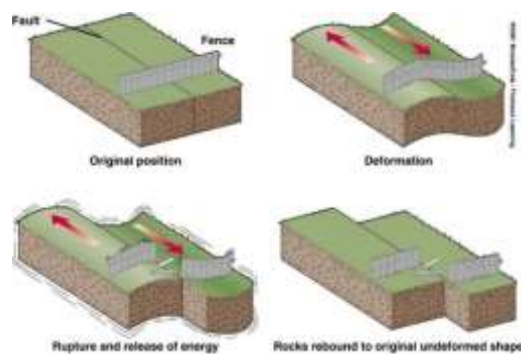
- Azas fermat: sinar gelombang selalu melintas pada lintasan optis yang terpendek (garis lurus)
- Hukum Huygens: Setiap titik pada muka gelombang akan menjadi sumber gelombang baru.
- Hukum Snellius: gelombang datang, gelombang pantul, dan gelombang bias terletak pada satu bidang. Pada sudut kritis, sinus sudut datang sama dengan perbandingan kecepatan medium yang dilalui gelombang datang terhadap kecepatan pembias.



Hukum Snellius

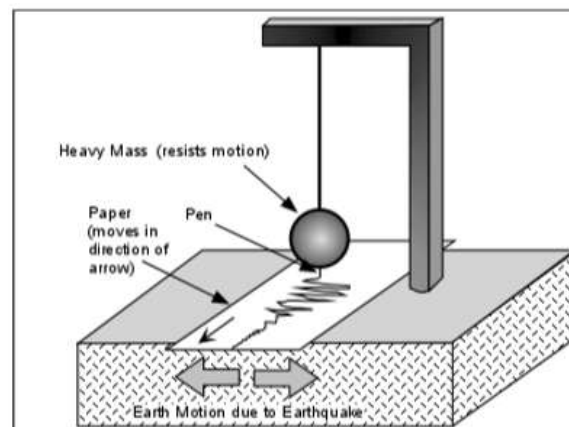
Seismologi

Gempa bumi adalah getaran pada permukaan yang disebabkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba. Gempa bumi dapat disebabkan oleh pergerakan tektonik, aktivitas gunung api, ataupun ledakan bom. Proses gempa bumi berkaitan erat dengan *Elastic Rebound Theory* yang menjelaskan bagaimana suatu energi tersimpan pada batuan. Ketika terjadi suatu deformasi maka batuan akan melengkung hingga melebihi kekuatan batuan tersebut. Ketika telah melebihi daya tahan batuan maka akan muncul retakan dan batuan akan kembali ke posisi semula. Energi dilepaskan dalam bentuk gelombang yang menjalar dari patahan/sesar yang terbentuk.



Elastic Rebound Theory

Gelombang seismik akan menjalar pada Bumi melalui getaran. Getaran tersebut akan direkam oleh seismometer dan akan menghasilkan grafik yang disebut sebagai seismograf.



Alat pencatat aktivitas gempa.

Istilah dalam seismologi:

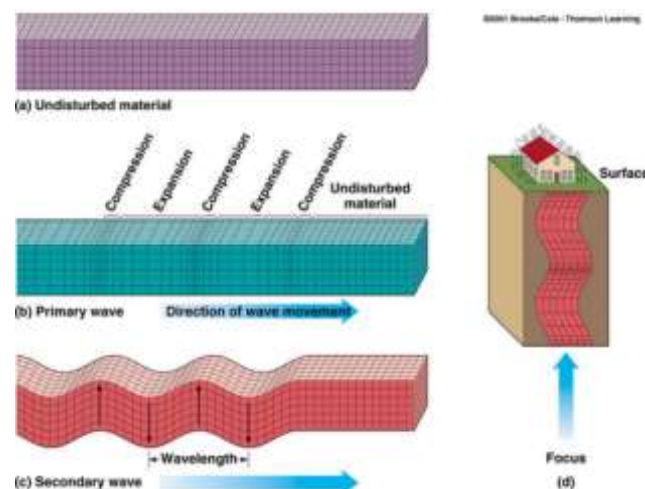
- Hiposentrum: pusat gempa di dalam bumi
- Episentrum: pusat gempa di permukaan bumi
- Iseisme: garis yang menghubungkan daerah dengan tingkat kerusakan yang sama
- Makroseisme: gempa bumi yang intensitas atau kekuatannya besar dan dapat diketahui secara langsung tanpa menggunakan alat
- Pleistoseista: garis yang membatasi makroseisme
- Homoseista: garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai waktu gelombang primer yang sama.

Gelombang Seismik

Gelombang seismik merupakan gelombang yang dilepaskan sebagai respons dari material yang menerima suatu energi yang datang yang kemudian dilepaskan melalui patahan yang terjadi. Dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

- Gelombang tubuh/*body waves*
Disebut gelombang tubuh karena merambat di semua tubuh batuan, tidak hanya di permukaan saja. Terdiri dari gelombang primer (gelombang P) dan gelombang sekunder (gelombang S). Gelombang primer merupakan gelombang yang memiliki kecepatan paling tinggi sehingga muncul pertama kali di seismograf. Kecepatan gelombang ini bergantung pada seberapa mudah suatu material dapat dikompresi, seberapa padat suatu material (*rigidity*), dan densitas material tersebut (gelombang primer sangat bergantung pada sifat elastisitas batuan yang dilaluinya). Dapat merambat melalui medium padat, cair, maupun gas. Merupakan gelombang kompresional dimana pergerakan material searah dengan pergerakan gelombang (longitudinal).

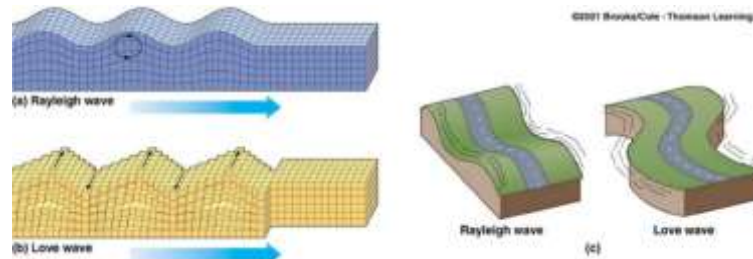
Gelombang sekunder bergerak lebih lambat dibandingkan gelombang primer sehingga muncul setelah gelombang primer pada seismograf. Hanya dapat merambat melalui medium padat. Gelombang ini hanya bergantung pada tingkat *rigidity*/kepadatan dan densitas material yang dilalui. Merupakan gelombang *shear* dimana pergerakan material tegak lurus terhadap pergerakan gelombang (transversal).



Gelombang tubuh/*body waves*.

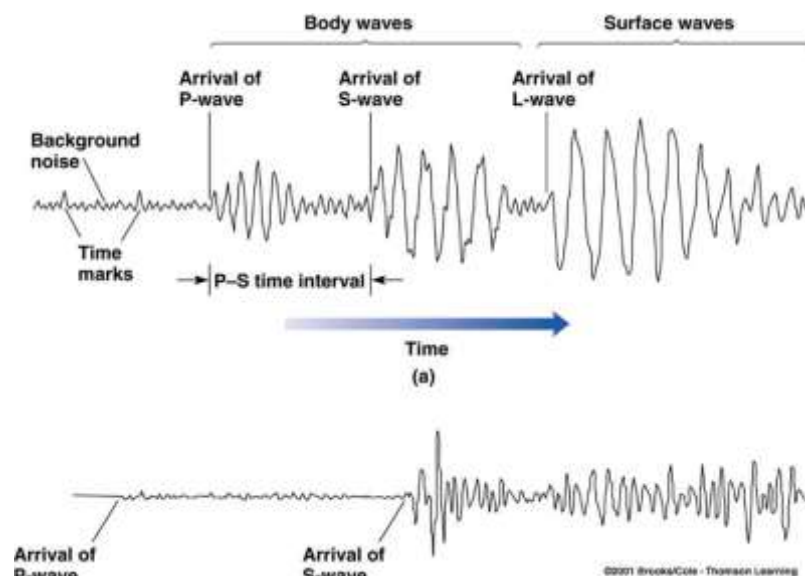
- Gelombang permukaan/*surface waves*

Gelombang permukaan hanya merambat pada permukaan saja, bergerak lebih lambat dibandingkan gelombang tubuh, bersifat merusak. Terdiri dari gelombang Love (gelombang L) yang bergerak kanan-kiri dan gelombang Rayleigh (gelombang R) yang bergerak eliptik retrograde.

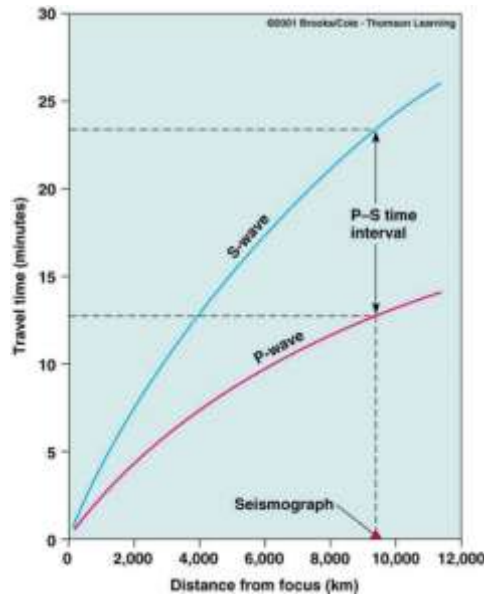


Gelombang permukaan/*surface waves*.

Pada suatu data seismograf, gelombang P akan datang pertama kali, diikuti gelombang S, gelombang L, dan gelombang R. Setelah suatu gempa bumi terjadi, perbedaan waktu datang gelombang pada stasiun seismograf dapat digunakan untuk menghitung jarak dari sesimograf terhadap episentrum. Minimal tiga stasiun seismograf dibutuhkan untuk mengetahui lokasi episentrum gempa. Perpotongan antara lingkaran-lingkaran yang merupakan radius yang sama dengan jarak terhadap episentrum akan menunjukkan lokasi dari episentrum.



Urutan kedatangan gelombang-gelombang seismik.



Grafik jarak terhadap waktu yang menunjukkan rata-rata waktu rambat gelombang P dan S. Semakin jauh suatu seismograf dari pusat gempa maka akan semakin besar interval antara waktu datang gelombang P dan S.



Menentukan lokasi episentrum.

Suatu gempa dapat diukur berdasarkan:

- Intensitas gempa
Intensitas gempa merupakan ukuran yang subjektif dimana yang dilihat adalah tingkat kerusakan yang disebabkan gempa. Garis isoseista menunjukkan daerah dengan kerusakan yang sama. Intensitas gempa dapat ditunjukkan oleh Skala Mercalli dan Skala Omori.
- Magnitudo
Pengukuran magnitudo gempa dapat menggunakan Skala Richter yang berdasarkan total energi yang dilepaskan oleh suatu gempa bumi dan tidak bergantung pada intensitas gempa. Amplitudo dari gelombang terbesar dari suatu gempa akan dikoreksi terhadap jarak dan diberikan nilai berdasarkan suatu skala logaritmik.

Sumber:

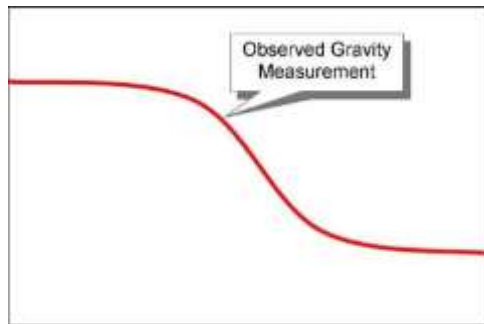
- Slide Kuliah Geofisika Umum, Dr. Tedi Yudistira
- Slide Teori Metode Magnetik, Herlan Darmawan
- Slide Metoda Geolistrik, Direct Current (DC) Resistivity Method
- Earthquakes and the Earth's Interior, Prof. Stephen A. Nelson, Tulane University

SOAL

1. Berikut merupakan pernyataan yang benar mengenai gelombang gempa....
 - A. Gelombang sekunder merupakan gelombang longitudinal
 - B. Gelombang primer hanya bisa merambat di medium padat saja
 - C. Gelombang sekunder tidak terdeteksi pada inti luar bumi
 - D. Gelombang Love terjadi sebelum gelombang sekunder
 - E. Gelombang Rayleigh merupakan gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah rambatnya
2. Garis yang mencatat waktu gelombang primer gempa yang sama disebut....
 - A. Hiposentrum
 - B. Isoleisme
 - C. Pleisoseista
 - D. Homoseista
 - E. Makroseisme
3. Anomali positif pada gravimeter menunjukkan....
 - A. Pegas gravimeter tertarik ke bawah
 - B. Pegas gravimeter tertarik ke atas
 - C. Pegas gravimeter tidak bergerak dari titik setimbang
 - D. Pegas gravimeter tertarik ke atas kemudian ke bawah
 - E. Pegas gravimeter tertarik ke bawah kemudian ke atas
4. Metode yang berdasarkan sifat suseptibilitas suatu batuan adalah metode...
 - A. Seismik
 - B. Gravitasi
 - C. Geolistrik
 - D. Magnetotelluric
 - E. Magnetik
5. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tahanan jenis suatu batuan yaitu...
 - A. Temperatur
 - B. Salinitas
 - C. Kandungan clay
 - D. A dan B benar
 - E. Semua benar
6. Berikut merupakan perbandingan yang tepat antara metode gravitasi dan magnetik, kecuali....
 - A. Metode gravitasi berdasarkan properti densitas sementara metode magnetik menggunakan properti magnetisasi.
 - B. Sumber metode gravitasi bersifat monopole sementara metode magnetik bersifat dipole.
 - C. Nilai rendah pada metode gravitasi menunjukkan adanya air sementara pada metode magnetik menunjukkan sedimen.
 - D. Hanya metode gravitasi yang mampu menunjukkan ketebalan dan kedalaman suatu sedimen sementara metode magnetik tidak bisa.

- E. Perubahan lateral pada metode gravitasi terjadi secara bertahap sementara pada metode magnetik nampak tidak beraturan pada batuan dasar.

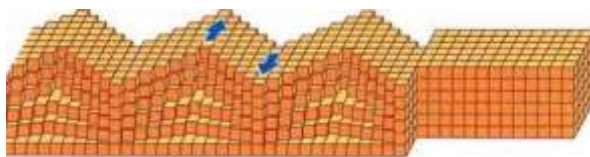
7.



Formasi batuan yang paling mungkin ditunjukkan oleh pola anomali medan gravitasi pada gambar di atas adalah....

- A. Lapisan batupasir yang di bawahnya terdapat lapisan granit dengan adanya dike di tengah batuan granit tersebut
 - B. Lapisan batupasir yang di bawahnya terdapat lapisan granit dengan adanya diatrema di tengah batuan granit tersebut
 - C. Adanya sesar antara batupasir di sebelah kanan dan granit di sebelah kiri
 - D. Adanya sesar antara batupasir di sebelah kiri dan granit di sebelah kanan
 - E. Adanya lipatan dengan bagian antiklin tersusun dari batupasir dan pada sinklin terdapat susunan granit
8. Perbedaan antara Skala Mercalli dan Skala Omori adalah....
- A. Skala Mercalli merupakan skala untuk gempa sementara Skala Omori digunakan untuk tsunami
 - B. Skala Mercalli merupakan skala untuk intensitas gempa sementara Skala Omori untuk magnitudo gempa
 - C. Skala Mercalli merupakan skala yang mengukur magnitudo gempa sementara Skala Omori untuk intensitas gempa
 - D. Skala Mercalli terdiri dari 13 skala sementara Skala Omori terdiri dari 7 skala
 - E. Tidak ada pilihan yang benar

9.



Gambar di atas merupakan gambar penjalaran gelombang....

- A. Gelombang P
 - B. Gelombang S
 - C. Gelombang Rayleigh
 - D. Gelombang Love
 - E. Gelombang permukaan
10. *Body wave* atau gelombang tubuh merupakan gelombang yang merambat di seluruh tubuh batuan, tidak hanya di permukaan saja. *Body wave* ini terdiri dari....
- A. Gelombang kompresional dan gelombang shear
 - B. Gelombang kompresional dan gelombang Rayleigh

- C. Gelombang shear dan gelombang permukaan
 - D. Gelombang Love dan gelombang Rayleigh
 - E. Gelombang transversal dan eliptik retrograde
11. Gempa bumi menengah merupakan gempa yang memiliki letak hiposentrum pada.....di bawah permukaan bumi.
- A. 8-50 km
 - B. 40-100 km
 - C. 50-200 km
 - D. 60-300 km
 - E. 30-200 km
12. Metode geolistrik merupakan metode yang berdasarkan hukum Ohm yang menyatakan bahwa arus yang mengalir pada suatu medium nilainya....
- A. Sebanding dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan tahanan medium
 - B. Sebanding dengan tahanan medium dan berbanding terbalik dengan tegangan
 - C. Berbanding terbalik dengan luas bidang medium dan sebanding dengan tegangan
 - D. Sebanding dengan panjang medium dan luas bidang medium
 - E. Tidak ada yang benar
13. Nilai resistansi atau tahanan suatu medium pada metode resistivitas diperoleh dari....
- A. Tegangan dikalikan dengan arus
 - B. Tegangan dibagi arus dikali panjang medium
 - C. Panjang medium dibagi dengan luas bidang
 - D. Luas bidang dibagi dengan panjang medium
 - E. Luas bidang dibagi dengan panjang medium dikali arus pada suatu medium
14. Yang bukan merupakan bagian dari ilmu geofisika adalah pengukuran tentang....
- A. Elastisitas batuan
 - B. Densitas batuan
 - C. Kemagnetan batuan
 - D. Butir mineral batuan
 - E. Temperatur dan tekanan batuan
15. Adanya tegangan listrik atau *power line* akan memberikan gangguan pada data seismik yang akan menghasilkan jenis *noise*....
- A. *White noise*
 - B. *Random noise*
 - C. *Coherent noise*
 - D. *Additive noise*
 - E. *Correlative noise*
16. Jenis benda di alam yang bukan merupakan noise dari seismik adalah....
- A. Pipa air tanah dari besi
 - B. Pohon berakar yang bergoyang
 - C. Angin kencang
 - D. Mobil berjalan
 - E. Hujan deras

17. Keberadaan *power line* dapat mengganggu survei geofisika berikut, kecuali....
 - A. Survei VES
 - B. Survei magnetik
 - C. Survei EM
 - D. Survei gravitasi
 - E. Survei geolistrik *profiling*
18. Metode gravitasi didasarkan pada hukum....
 - A. Hukum Ohm
 - B. Hukum Newton
 - C. Hukum Coulomb
 - D. Hukum Huygens
 - E. Hukum Snellius
19. Nilai gravitasi normal atau gravitasi teoritis didasarkan pada anggapan...
 - A. Bumi merupakan bola yang berputar pada sumbunya
 - B. Bumi sebagai bola dengan sedikit pemampatan pada arah kutub
 - C. Bumi sebagai benda elipsoid yang memiliki inti yang lebih berat
 - D. Bumi sebagai benda elipsoid, homogen, dan berputar pada sumbunya
 - E. Bumi sebagai bidang datar
20. Yang termasuk ke dalam metode eksplorasi geofisika pasif adalah....
 - A. Geolistrik
 - B. Seismik
 - C. Gravitasi
 - D. Elektromagnetik
 - E. Inderaja
21. Pengukuran variasi harga intensitas medan magnetik pada posisi yang berbeda dapat digunakan pada bidang....
 - A. Eksplorasi minyak bumi
 - B. Arkeologi
 - C. Geohidrologi
 - D. A, B, dan C benar
 - E. A dan B benar
22. Posisi episentrum dapat diperkirakan dengan cara memanfaatkan rekaman gempa dari....
 - A. Satu stasiun pengukur seismologi
 - B. Dua stasiun pengukur seismologi
 - C. Tiga stasiun pengukur seismologi
 - D. Langsung menuju lokasi kerusakan terparah
 - E. Tidak dapat diperkirakan
23. Skala Richter dihitung berdasarkan....
 - A. Logaritma dari amplitudo gelombang yang terekam
 - B. Kecepatan rambatan gelombang primer
 - C. Kecepatan rambatan gelombang sekunder
 - D. Kecepatan rambatan gelombang permukaan
 - E. Tingkat kerusakan yang ditimbulkan

24. Metode resistivitas didasarkan pada....
- A. Hukum Coulomb
 - B. Hukum Maxwell
 - C. Hukum Ohm
 - D. Hukum Faraday
 - E. Hukum Huygens
25. Terjadinya anomali gravitasi di permukaan bumi disebabkan oleh...
- A. Kontras densitas bebatuan di kerak bumi
 - B. Kontras impedansi akustik sebagai sifat dari batuan
 - C. Kontras kandungan mineral magnetik pada batuan
 - D. Kontras porositas pada lapisan batuan
 - E. Kontras sifat kelistrikan pada batuan
26. Nilai kerentanan magnetik (*magnetic susceptibility*) menunjukkan kondisi batuan....
- A. Sulit mengalami magnetisasi
 - B. Mudah mengalami magnetisasi
 - C. Kandungan mineral yang bersifat magnetik
 - D. Arah medan magnetisasi
 - E. Tidak ada yang benar
27. Batuan yang memiliki nilai kerentanan magnetik paling tinggi dari pilihan-pilihan di bawah ini adalah....
- A. Batulempung
 - B. Granit
 - C. Batugamping
 - D. Diabas
 - E. Peridotit
28. Gelombang kompresi memiliki sifat....
- A. Amplitudo searah dengan arah rambat gelombang
 - B. Amplitudo tegak lurus dengan arah rambat gelombang
 - C. Amplitudo miring diagonal terhadap panjang gelombang
 - D. Perubahan fasa tegak lurus terhadap panjang gelombang
 - E. Perubahan fasa diagonal terhadap panjang gelombang
29. Gempa yang terjadi akan dicatat kejadiannya mengenai....
- A. Waktu, posisi episentrum, kedalaman fokus, kekuatannya
 - B. Posisi episentrum, kedalaman fokus, penyebabnya
 - C. Waktu dan posisi episentrum
 - D. Kekuatan gempa, kedalaman, dan penyebabnya
 - E. Tidak ada yang benar
30. Adanya kandungan air asin pada lapisan batuan akan cenderung menyebabkan....
- A. Nilai resistivitas meningkat
 - B. Nilai resistivitas menurun
 - C. Menghambat arus listrik mengalir
 - D. Akan menyimpangkan aliran arus listrik, sehingga kuat arus menurun
 - E. Tidak ada yang benar