

## Riau di Khatulistiwa

Riau yang terletak di Sumatera bagian tengah merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki sumberdaya alam yang melimpah terutama berupa minyak bumi, gas alam, karet, kelapa sawit dan perkebunan serat. Secara geomorfologis, daerah ini membentang mulai dari Pegunungan Bukit Barisan di bagian barat yang kemudian melandai hingga Selat Malaka di bagian timur.

Secara geografis, Provinsi Riau terletak pada posisi 1°05'LS - 2°25'LU dan 100° - 104°05'BT. Ini artinya bahwa garis khatulistiwa melintas di provinsi ini. Hanya sedikit tempat di dunia yang istimewa karena dilintasi garis Khatulistiwa. Di belahan bumi bagian barat garis Khatulistiwa ini selain melewati Samudera Pasifik juga melewati benua Amerika bagian selatan. Beberapa negara yang dilewati adalah Ekuador, Colombia, dan Brazilia, kemudian kembali melewati Samudera Atlantik. Di belahan bumi timur, garis khatulistiwa melewati beberapa negara di benua Afrika seperti Gabon, Congo, Zaire, Uganda, Kenya, dan Somalia, kemudian melewati Lautan Hindia, dan melewati wilayah Nusantara, serta kembali ke Samudera Pasifik melalui negara kepulauan Kiribati.

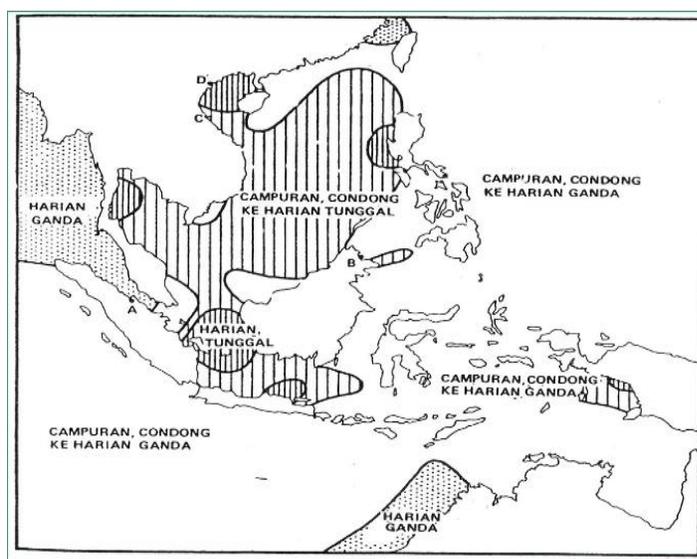
Akan tetapi apakah Riau selalu tepat berada di khatulistiwa? Tahukah kita bahwa sebetulnya 50 juta tahun yang lalu daerah ini posisi geografisnya tidak tepat di khatulistiwa? Untuk menilik posisi Sumatera bagian tengah yang sekarang berada di ekuator bumi ini, kita harus mengetahui sejarah geologi Pulau Sumatera.

Pulau Sumatera merupakan bagian dari ujung tenggara kerak Eurasia yang lebih dikenal sebagai Sundaland. Posisi Pulau Sumatera merupakan hasil interaksi pergerakan lempeng Eurasia serta India dan Australia yang bergerak ke arah utara (lihat Gambar 1). Adanya proses tumbukan lempeng India dengan lempeng Eurasia menyebabkan terjadinya proses rotasi Sundaland. Posisi Sundaland yang sebelumnya berada lebih di utara secara perlahan terputar dan tergeser menuju ke arah selatan. Pulau Sumatera (atau lebih tepat disebut “proto” Pulau Sumatera) yang berada bagian tepi dari Sundaland mengalami akibat yang sama. Dibandingkan dari 50 juta tahun yang lalu, posisinya sudah bergeser lebih dari 5° lintang di selatannya. Dengan demikian juga kita ketahui bahwa posisi Sumatera bagian tengah tidaklah selalu berada tepat di khatulistiwa sepanjang sejarah geologinya.



Selatan. Daerah tersebut juga termasuk wilayah perairan Katulistiwa sehingga kondisi fluktuasi air laut sangat besar, baik amplitudo gelombang, amplitude pasang surut maupun perubahan arus laut. Kondisi gelombang laut tertutup fluktuasi perubahan amplitude gelombang relatif besar artinya tinggi gelombang kadang rendah, akan tetapi kadang tinggi tidak menentu. Perairan selat mempunyai sifat kondisi arus yang biasanya mempunyai kecepatan tinggi terutama arus dari Samudera Hindia melalui selat Malaka menuju Laut Cina Selatan. Kondisi pasang surut di wilayah ini mempunyai fluktuasi perubahan elevasi muka air pada saat pasang dan pada saat surut yang relatif tinggi. Berdasarkan peta tipe pasang surut wilayah Indonesia menurut Pariwono (1985), tipe pasang surut perairan laut di wilayah Selat Malaka adalah diurnal (lihat Gambar 2).

Pola morfologi wilayah Riau bagian timur merupakan morfologi dataran pantai dengan beberapa muara sungai besar antara lain Muara sungai Rikan, Muara Sungai Siak, Muara Sungai Indragiri. Menurut Davis (1985), morfologi muara dapat dibedakan menjadi 3 yaitu pertama muara yang didominasi gelombang laut yang akan ditandai dengan angkutan sedimen menyusur pantai setiap tahun cukup besar dan arus menyusur pantai cukup dominan dalam pembentukan muara sungai. Pola sedimentasi yang terjadi di muara jenis ini berupa gosong pasing sejajar garis pantai. Kedua adalah muara yang didominasi debit sungai. Tipe muara ini ditandai dengan debit aliran air sungai setiap tahun cukup besar sehingga mampu memelihara atau merawat kedalaman alur sungai dan sungai dapat cukup banyak membawa material mengarah ke perairan laut. Hal ini mengakibatkan pola sedimentasi mengarah membentuk morfologi muara sungai delta. Ketiga adalah tipe muara yang didominasi pasang surut yaitu tipe muara ini ditandai dengan perbedaan fluktuasi muka air atau amplitudo antara air pasang dan pada saat air surut cukup besar. Perbedaan tunggang pasut cukup besar akan mengakibatkan pola sedimentasi di muara sungai mengarah ke arah darat pada saat pasang dan sedimentasi ke arah laut pada saat surut, sehingga terjadi angkutan sedimen dua arah dan membentuk muara yang biasanya berbentuk corong atau lonceng (*bell shape*) dengan beberapa alur dan pendangkalan muara sungai.



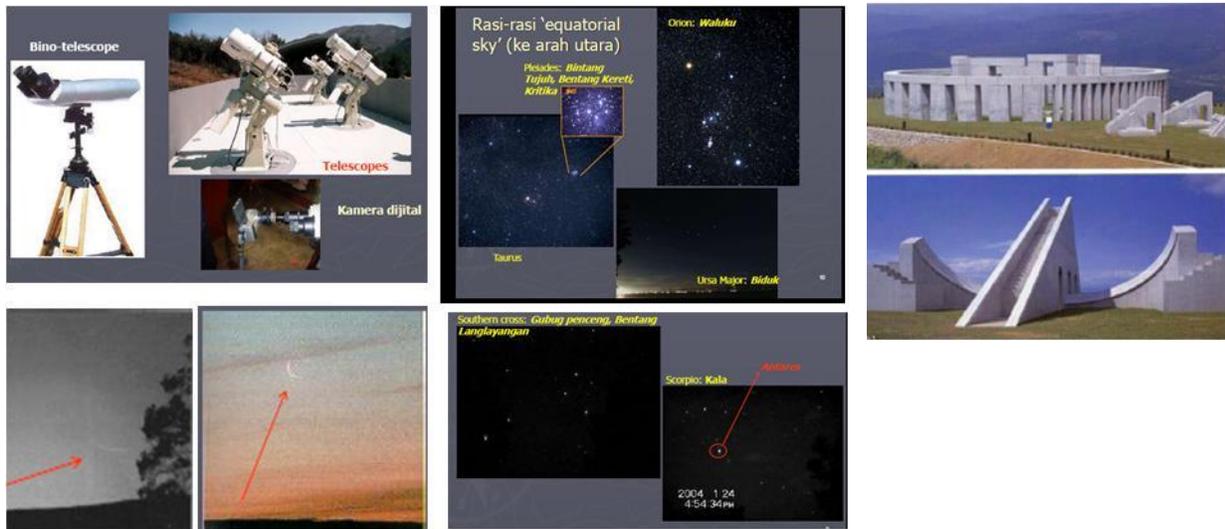
Gambar 2. Peta Sebaran Pasang Surut Indonesia (Pariwono, 1985).

Dengan posisi geografisnya yang unik saat ini, Provinsi Riau memiliki keunggulan komparatif tersendiri ditinjau dari sudut pandang Astronomi. Pada zaman kolonial, pemerintah Hindia Belanda membangun tugu Khatulistiwa di Desa Lipat Kain, Kabupaten Kampar dan Pengkalan Lesung, Kabupaten Pelalawan.



Gambar 3. Tugu Khatulistiwa disertai deskripsi koordinat geografis, Desa Lipat Kain, Kabutapen Kampar, Riau, Sumatera (Gambar dari <http://lipatkain selatan.desa.id/tugu-khatulistiwa-desa-lipatkain-selatan-kampar-riau/>)

Kawasan Taman Khatulistiwa Desa Lipat Kain ini potensial untuk kelak dibangun fasilitas observatorium skala provinsi, nasional, bahkan internasional. Observatorium merupakan kompleks bangunan berisi teleskop astronomi, monumen yang digunakan untuk melihat langit dan peristiwa astronomi. Bangunan ini juga memiliki fungsi dalam ilmu falak untuk melihat awal bulan (Hilal), arah kiblat, dan kedudukan matahari sebagai waktu shalat. Ilmu falak sendiri adalah ilmu yang mempelajari posisi dan lintasan benda-benda di langit. Selain berfungsi dalam melihat kedudukan matahari dan bulan, teropong yang ada juga dapat melihat kedudukan bintang atau benda-benda langit lainnya di sekitar ekuator langit, sehingga dapat bermanfaat sekali sebagai sarana wisata edukasi.



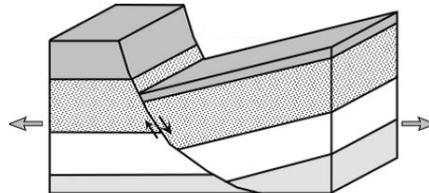
Gambar 4. Peralatan (teleskop, binokuler, kamera, *sundial*, *stonecircle*) dan fenomena langit sekitar Khatulistiwa yang dapat diamati dari Observatorium

(Disarikan dari berbagai sumber)

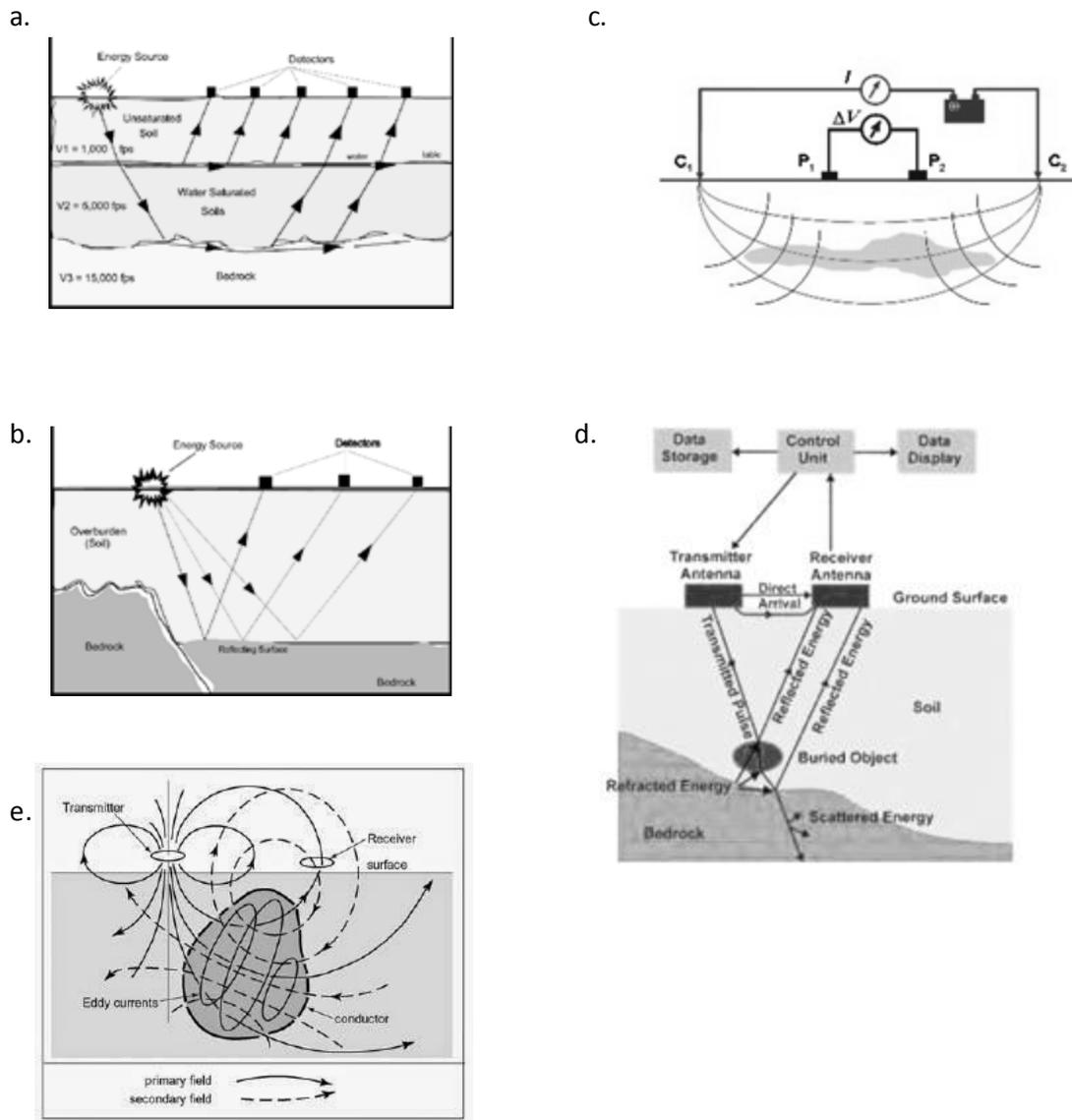
### Soal Pilihan Ganda

1. Tumbukan antara lempeng Indo–Australia dengan Eurasia berupa subduksi, sedangkan tumbukan lempeng India dengan Eurasia berupa...
  - a. subduksi
  - b. kolisi
  - c. *transform*
  - d. *rifting*
  - e. sesar
2. Proses tumbukan antar lempeng dapat mengakibatkan metamorfisme regional. Batuan metamorf yang dapat terbentuk adalah....(ada lebih dari satu jawaban benar)
  - a. Sekis
  - b. Filit
  - c. Genes
  - d. Kuarsit
  - e. Monazit

3. Provinsi Riau didominasi batuan sedimen Kuartar dengan batuan sedimen Tersier. Termasuk dalam Jaman Tersier adalah sebagai berikut kecuali....(ada lebih dari satu jawaban benar)
  - a. Pleistosen
  - b. Paleosen
  - c. Pliosen
  - d. Oligosen
  - e. Holosen
  
4. Sumber minyak bumi yang ada di Cekungan Sumatera Tengah berasal dari batuan di Formasi Pematang. Formasi ini diendapkan pada lingkungan pengendapan berupa tubuh air yang dikelilingi oleh daratan, umumnya berupa perairan yang tenang, memiliki energi pengendapan yang rendah. Lingkungan pengendapan yang memiliki ciri tersebut adalah...
  - a. delta
  - b. estuari
  - c. aluvial
  - d. lakustrin
  - e. fluvial
  
5. Pada kala Oligosen Akhir sampai Miosen Tengah, proses geologi yang terjadi di daerah Sumatera Tengah adalah pembentukan morfologi berupa dataran yang luas dan hampir rata oleh karena proses tenaga eksogen yang berlangsung terus menerus. Hal ini disebut pembentukan...
  - a. alluvial fan
  - b. mesa
  - c. bute
  - d. plato
  - e. peneplain
  
6. Patahan normal (lihat gambar) yang dijumpai pada fenomena tektonik di daerah Sumatera dengan bidang patahan berbentuk lengkungan, besar kemiringannya semakin berkurang kearah bagian bawah sehingga dapat menyebabkan blok yang turun mengalami rotasi disebut...
  - a. *Dip slip fault*
  - b. *Strike slip fault*
  - c. *Listric fault*
  - d. *Transform fault*
  - e. *Thrust fault*



7. One of the geophysical methods that is usually used in petroleum industry to identify subsurface geology is reflection seismic. Schematically, the process of reflection seismic data acquisition is shown by figure...



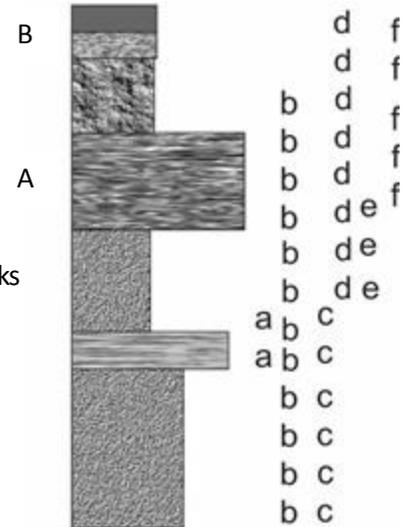
8. Suatu lapisan batuan mengandung fosil ostracoda, spora, polen, dinoflagelata dan gastropoda namun di dalamnya tidak ditemukan fosil foraminifera. Dari data tersebut maka lingkungan pengendapan yang mungkin adalah...

- laut dalam
- laut dangkal
- terrestrial
- lereng bawah laut
- palung

**Gambar disamping untuk soal Nomor 9 dan 10.**

9. Dari lapisan A ke lapisan B terdapat pola ukuran butir sedimen yang menghalus ke atas. Hal tersebut menunjukkan pada lingkungan pengendapannya... (ada lebih dari satu jawaban benar)
- tinggi muka air tetap
  - tinggi muka air semakin menurun saat pengendapan A ke B
  - tinggi muka air semakin meninggi saat pengendapan A ke B
  - lingkungan pengendapan mendalam dari A ke B
  - lingkungan pengendapan mendangkal dari A ke B

10. Dalam kolom stratigrafi tsb ditemukan beberapa macam fosil yaitu fosil a,b,c,d, e dan f. Yang dapat disebut sebagai fosil indeks adalah fosil...
- b dan d
  - a dan e
  - c dan f
  - b,c dan d
  - b, c, d dan f

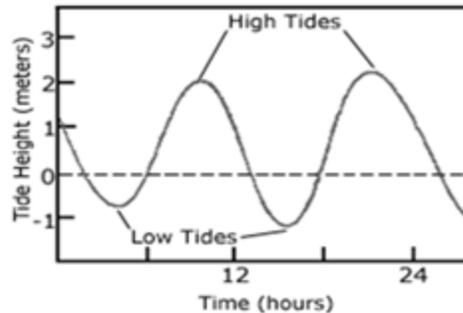


11. Angin di samudera akan membangkitkan gelombang karena adanya gaya gesek angin dengan permukaan air samudera. Kita mengenal hubungan antara kondisi angin dan ciri gelombang serta tinggi gelombang yang akan dibangkitkan dikenal dengan Skala Beaufort. Dalam Skala Beaufort terdapat komponen no skala, nama angin, kecepatan angin, kondisi permukaan air samudera dan perkiraan tinggi gelombang. Kalau kita ketahui Skala beaufort dengan kecepatan angin 11-16 knot atau 5,5 -7,9 m/dt, maka...
- nama angin *Frest Breeze*
  - nama angin *Light Breeze*
  - nama angin *Moderate Breeze*
  - nama angin *Strong Breeze*
  - nama angin *Frest Gale*
12. Tipe pasang surut itu mempunyai komponen pasang surut harian ganda (*semi diurnal*) mempunyai komponen pasang surut...
- perbandingan jumlah nilai K1 dan O1 dibagi S2 dan M2. lebih kecil 0,25
  - perbandingan jumlah nilai K1 dan O1 dibagi S2 dan M2 sama dengan 0,25
  - perbandingan jumlah nilai K1 dan O1 dibagi S2 dan M2. lebih besar 1,5
  - perbandingan jumlah nilai K1 dan O1 dibagi S2 dan M2. lebih besar 1,5
  - perbandingan jumlah nilai K1 dan O1 dibagi S2 dan M2. lebih besar 0,25

13. Morfologi muara sungai yang terdapat *spit* mencirikan bahwa energi dominan yang bekerja adalah...
- energi arus sungai
  - energi arus pasang surut
  - energi gelombang
  - energi pasang surut
  - energi arus gelombang
14. Perpindahan massa air laut dari suatu perairan air laut yang satu ke perairan laut yang lain akan menimbulkan adanya arus laut. Arus laut akan mempunyai kecepatan arus cenderung berubah kecepatan lebih besar apabila...
- arus dari perairan laut terbuka ke laut terbuka
  - arus dari perairan laut tertutup ke perairan laut tertutup
  - arus perairan laut terbuka menuju ke perairan laut samudera
  - arus tidak terpengaruh oleh kondisi perairan terbuka atau tertutup
  - arus melalui perairan sempit atau selat sempit

15. The figure below shows a type of tides, which is...

- Diurnal Tides
- Semi Diurnal Tides
- Mix Diurnal Tides
- Mix Semidiurnal Tides
- Diurnal Mix Tides

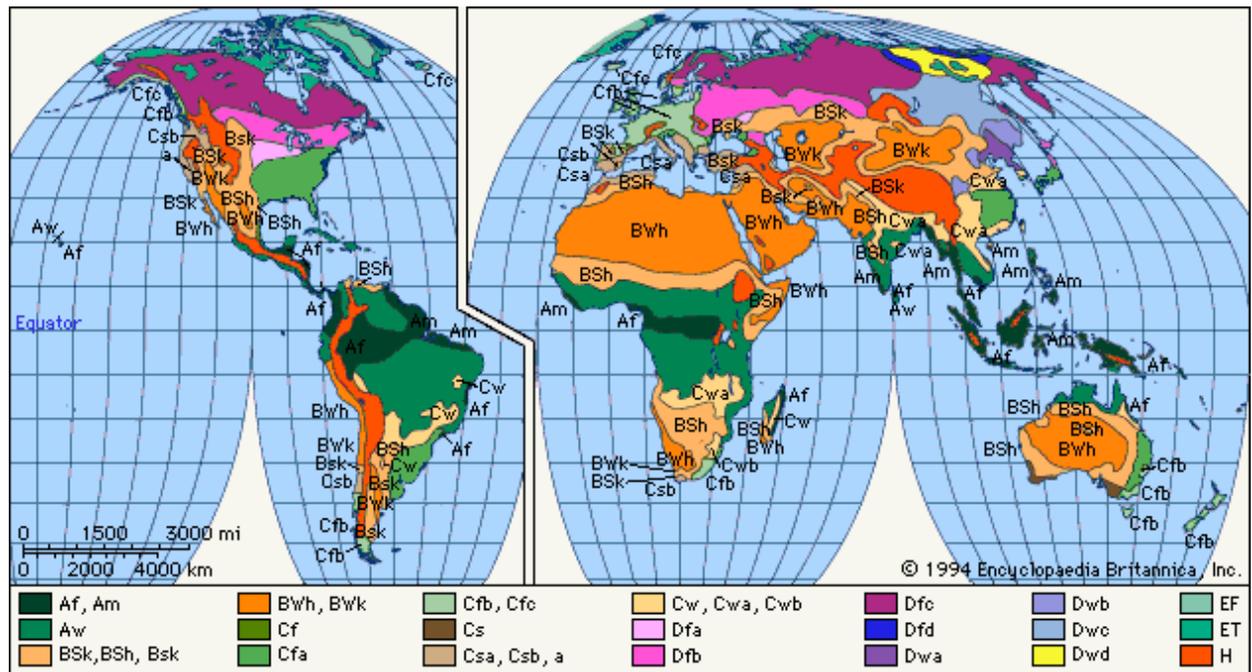


16. Pada saat limbah masuk ke perairan laut akan menimbulkan kekeruhan air laut. Kekeruhan tersebut dapat di ukur dengan alat...
- Currentmeter*
  - Secci dish*
  - Do – meter*
  - Bottle nonsen*
  - Echosounder*
17. Bagian pantai yang dibatasi oleh *beach face* atau muka pantai pada saat surut terendah hingga uprush pada saat air pasang tinggi adalah...
- Backshore*
  - Inshore*
  - Offshore*
  - Foreshore*
  - Surf Zone*

18. Arus laut terjadi akibat adanya angin, adanya gelombang laut ke pantai, adanya perbedaan air pasang dan air surut laut, adanya perbedaan suhu air laut, adanya perbedaan salinitas air laut dan adanya perbedaan densitas air laut. Arus retas pantai atau *longshore current* disebabkan oleh...
- arus karena perbedaan suhu air laut
  - arus karena adanya perbedaan salinitas air laut
  - arus karena adanya perbedaan densitas
  - arus karena pendangkalan gelombang laut
  - arus karena adanya pasang dan surut laut
19. Kondisi perairan laut dengan turbiditas tinggi akan berpengaruh terhadap masuknya intensitas cahaya matahari masuk ke kolom air, sehingga akan berpengaruh terhadap proses asimilasi tumbuhan yang terdapat didasar laut. Pernyataan yang paling benar di bawah ini adalah...
- apabila turbiditas air laut tinggi maka penetrasi cahaya akan rendah
  - apabila turbiditas air laut rendah maka penetrasi cahaya akan rendah
  - apabila turbiditas air laut tinggi maka penetrasi cahaya tinggi
  - apabila turbiditas air laut rendah maka penetrasi cahaya akan rendah
  - semua pernyataan salah
20. Jika gelombang dari laut dalam akan menuju ke pantai maka gelombang akan pecah terus menuju ke pantai. Pantai berpasir akan mengalami hempasan gelombang dengan membawa material sedimen pantai. Hempasan gelombang pantai pada saat datang dinamakan *swash* dan pada saat kembali ke laut dinamakan *back swash*. Kita akan secara cepat mengetahui pantai tererosi atau tidak tererosi dengan cepat apabila...
- pantai tererosi apabila terjadi sedimen *back swash* lebih kecil dari pada sedimen *swash*
  - pantai tererosi apabila terjadi sedimen *back swash* lebih besar dari pada sedimen *swash*
  - pantai tererosi apabila terjadi sedimen *back swash* relatif sama dengan sedimen *swash*
  - pantai tererosi apabila sedimen *swash* lebih besar dari pada sedimen *back swash*
  - pantai tererosi apabila sedimen *swash* lebih lebih besar dan *back swash* lebih kecil
21. Terkait dengan monsoon dalam narasi diatas, manakah pernyataan dibawah ini yang benar? (ada lebih dari satu jawaban benar)
- Di Indonesia monsoon barat berkaitan dengan curah hujan yang rendah, sedangkan pada monsoon timur curah hujannya tinggi
  - Monsoon Indonesia-Australia mempengaruhi curah hujan tinggi di Indonesia pada saat musim panas di belahan bumi selatan (BBS)
  - Monsoon barat biasanya lebih lembab daripada monsoon timur
  - Monsoon terjadi diakibatkan adanya sel tekanan tinggi dan sel tekanan rendah secara bergantian di Benua Australia dan laut Cina Selatan
  - Ketika BBS mengalami musim dingin, angin bertiup dari daerah bertekanan tinggi di Australia melewati wilayah Kepulauan Indonesia yang dinamakan monsoon timur

22. Curah hujan selama musim kemarau di sisi utara pulau Jawa lebih ..... dibanding sisi selatan karena slope pegunungan bagian selatan menghadap monsoon ..... yang meningkatkan curah hujan, sedangkan di sisi utara mengalami efek....  
Lengkapilah titik-titik di atas secara berurutan!
- Kecil, timur, Fohn
  - Besar, timur, leeward
  - Kecil, barat, leeward
  - Besar, barat, Fohn
  - Tidak ada jawaban yang benar
23. Pada saat Belahan Bumi Utara (BBU) mengalami musim dingin, Indonesia bagian utara mendapatkan massa uap air yang cukup banyak dari massa udara dataran tinggi Tibet yang bergerak ke arah tenggara ke Benua Australia dengan kecepatan 20m/s, ketika melewati ekuator angin tersebut dibelokkan menjadi arah barat daya oleh gaya Coriolis. Tentukan berapa besar gaya coriolis tersebut pada lintang  $10^{\circ}\text{N}$  jika kecepatan sudut rotasi bumi  $7,29 \times 10^{-5}$  rad/detik!
- $24,4 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2$
  - $49,9 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$
  - $50,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$
  - $25,3 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$
  - $68,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$
24. Jika angin bertiup pada isobar lengkung maka terdapat gaya ketiga, yaitu gaya sentrifugal, jika gaya gradien tekanan, coriolis dan sentrifugal saling seimbang, maka gerak udara tersebut dinamakan...
- angin geostrofik
  - angin gradien
  - angin paduan
  - persistensi angina
  - tidak ada jawaban yang benar

Untuk menjawab soal nomor 5 dan 6, perhatikan peta klasifikasi iklim menurut Koeppen di bawah ini.



25. Pada gambar di atas, tentukan klasifikasi iklim untuk wilayah Riau dan tentukan deskripsinya yang sesuai!
- Af, Hutan hujan tropis
  - Am, Monsun tropis
  - Aw, Hutan hujan tropis
  - Am, Hutan hujan tropis
  - Af, Monsun tropis
26. Pada tipe klasifikasi iklim Koeppen, tentukan kondisi temperatur dan kelembaban dari iklim C, D dan E!
- C: Mesothermal, Subhumid ; D: Taiga, Semi arid ; E: Frost, Arid
  - C: Microthermal, Subhumid ; D: Tundra, Semi arid ; E: Taiga, Arid
  - C: Microthermal, Humid ; D: Taiga, Semi arid ; E: Frost, Arid
  - C: Mesothermal, Subhumid ; D: Taiga, Semi arid ; E: Tundra, Arid
  - C: Mild, Subhumid ; D: Hot, Semi arid ; E: Frost, Arid
27. Mengenai pola pergerakan curah hujan di Indonesia, ...
- curah hujan bertambah sesuai dengan ketinggian tempat, curah hujan terbanyak terdapat pada ketinggian 600 – 900 mdpl
  - wilayah tenggara memiliki curah hujan rerata yang lebih sedikit dari wilayah lainnya
  - bulan maksimum hujan sesuai dengan letak dekat
  - pola curah hujan bergeser dari barat ke timur
  - semua jawaban benar

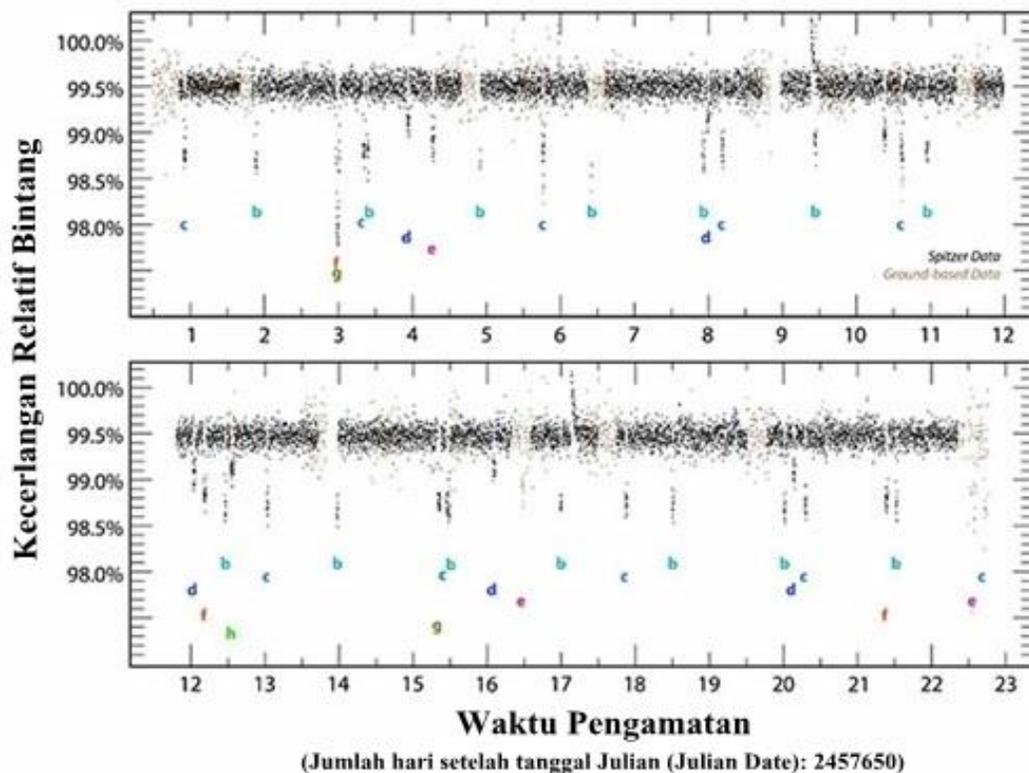
28. Daerah Konvergen Antar Tropis (DKAT) dengan curah hujan lebat merupakan daerah sumber energi yang menggerakkan sirkulasi umum di atmosfer tropis melalui...
- perubahan energi potensial menjadi energi panas
  - penyerapan maksimal radiasi matahari
  - subsistensi partikel udara
  - pelepasan panas laten kondensasi
  - peningkatan panas sensible
29. Berdasarkan Hukum Buys Ballot apabila di BBS kita membelakangi arah datangnya angin geostrofik, maka disebelah manakah letak tekanan tinggi (H) dan rendahnya (L)?
- H : di depan, L : di belakang
  - H : di belakang, L : di depan
  - H : di sebelah kiri, L : di sebelah kanan
  - H : di sebelah kanan, L : di sebelah kiri
  - tidak ada jawaban yang benar
30. Jika udara naik mencapai paras kondensasi maka gerakan ke atas selanjutnya dapat dilihat dalam bentuk awan. Pada waktu siang hari saat suhu permukaan bertambah panas maka awan kecil mulai terbentuk dan disebut awan...
- Stratus
  - Cirrus
  - Stratocumulus
  - Cumulus
  - Cirrocumulus
31. Bagi pengamat di Khatulistiwa, akan berpeluang mendapati bahwa...
- Panjang malam yang lebih dari 3 jam dari panjang siang
  - Tinggi bintang tetap untuk  $-6 \text{ jam} < \text{sudut jam (Hour Angle (HA))} < 0 \text{ jam}$
  - Azimuth Bulan tetap dari terbit hingga titik kulminasi
  - Azimuth dan terang Matahari tetap dari terbit hingga titik kulminasi
  - Azimuth bintang tetap dari terbit hingga titik kulminasi
32. Besar percepatan gravitasi yang diukur dari beberapa lokasi di Bumi akan berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh... (ada lebih dari satu jawaban benar.)
- Lintang lokasi
  - Tinggi atau kedalaman lokasi dari permukaan air laut
  - Tekanan udara setempat
  - Topografi dan geologi lokasi
  - Waktu pengukuran

33. *Solar Insolation* adalah besar energi Matahari yang sampai di permukaan Bumi per satuan luas. Perbandingan *Solar Insolation* daerah pada lintang +23° 30' terhadap untuk daerah di Khatulistiwa pada tanggal 21 Juni adalah...
- 2,51
  - 1,09
  - 1,00
  - 0,92
  - 0,40
34. Ukuran sebuah planet dapat ditentukan dari... (ada lebih dari satu jawab benar.)
- pengukuran amplitudo dari *spiral density waves*
  - analisis gempa dari radar
  - ukuran dari *central flash* (pemfokusan berkas cahaya yang direfraksikan oleh atmosfer planet, saat sebuah bintang mengalami okultasi oleh planet)
  - analisis kurva cahaya
  - pengukuran pergeseran doppler
35. Mata manusia memiliki batas magnitudo untuk melihat bintang di malam hari yang cerah = 6,0. Dengan batas tersebut, dipercayai bahwa seseorang dengan penglihatan normal yang berada di Khatulistiwa dapat melihat sekitar 6000 bintang. Sebuah penelitian memperoleh bahwa rongga mata manusia yang berada di daerah kutub memiliki ukuran lebih besar 20% lebih besar (sumber: Pearce, E. dan Dunbar, R. 2012. "Latitudinal variation in light levels drives human visual system size", *Biology Letters*. 8: 90–93). Jika diasumsikan bahwa ukuran rongga mata tersebut juga membuat ukuran pupil mata lebih besar sekitar 20%, maka jumlah bintang yang dapat diamati oleh manusia kutub adalah sekitar...
- Catatan: ukuran maksimum pupil mata manusia yang bertempat tinggal di daerah Khatulistiwa adalah 8 mm.
- 6300
  - 6700
  - 6900
  - 7100
  - 7300
36. Jarak antara tugu khatulistiwa di Desa Lipat Kain, Kabupaten Kampar, Riau dengan tugu khatulistiwa di Santan Ulu, Bontang, Kalimantan Timur diukur pada lingkaran Khatulistiwa adalah 1798,82 km, maka bujur geografis posisi tugu khatulistiwa Santan Ulu adalah .....BT. Diberikan jari-jari Bumi = 6378 km.
- 109° 20' 47"
  - 115° 21' 47"
  - 117° 18' 26"
  - 117° 21' 47"
  - 117° 24' 33"

37. Salah satu pengaruh dari pasang surut air laut yang disebabkan oleh interaksi gravitasi Bumi-Bulan-Matahari adalah periode rotasi Bumi pada sumbunya akan membesar sebesar 0,017 detik/abad (sumber: Dickey, Jean O., Bender, P.L., Faller, J.E., Newhall, X.X., Ricklefs, R.L., Ries, J.G., Shelus, P.J., dan Veillet, C. 1994. "Lunar Laser ranging: a continuing legacy of the Apollo program", *Science*. 265 (5171): 482–490). Berdasarkan informasi tersebut, panjang hari bintang (hari sideris) pada era Eosen Awal (50 juta tahun yang lalu) adalah...
- 24 jam 16 menit
  - 24 jam 12 menit
  - 23 jam 42 menit
  - 23 jam 46 menit
  - 21 jam 39 menit
38. Pada tanggal 26 Desember 2019, akan terjadi Gerhana Matahari Cincin. Gerhana Matahari dengan seri Saros 132 tersebut diamati pada tengah hari di wilayah barat Indonesia. Bila saat puncak gerhana, tinggi Matahari adalah  $65^\circ$  yang diamati dari kota Pekanbaru ( $\lambda = 101^\circ 27' 20''$  BT,  $\phi = 0^\circ 32' 0''$  LS), Maka laju bayangan Bulan saat gerhana yang diamati di daerah Pekanbaru adalah... Diberikan jari-jari Bumi = 6378 km, jarak Bumi-Bulan = 384.400 km.
- 464 m/s
  - 581 m/s
  - 1045 m/s
  - 2676 m/s
  - 3140 m/s
39. It is the night of June, 21. We are at Quito, Ekuador ( $\lambda = +78^\circ 30' 0''$  W,  $\phi = 0^\circ 11' 24''$  S), the second city near the equator after Pontianak. The Lion (Leo) has started to set. The Water Bearer (Aquarius) is just beginning to rise. The Centaur Archer (Sagittarius) has risen completely and well above the ground. The Scorpio is at its highest point as seen from the ground. The Sun is located in the Twins (Gemini) that day. What time is it?
- 20.00 LT
  - 22.00 LT
  - 00.00 LT
  - 02.00 LT
  - 04.00 LT

40. Sistem TRAPPIST-1 (The Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope - 1) adalah sistem keplanetan luar Tata Surya yang terdiri dari 7 planet seukuran Bumi yang mengorbit sebuah bintang bermassa 0,08 massa Matahari dengan paralaks sebesar 0,0833" dan berada pada arah rasi Aquarius. Sistem tersebut ditemukan dengan metode transit. Publikasi online dari sistem tersebut di situs jurnal ilmiah *Nature* pada 22 Februari 2017. Koordinat bintang induk pada sistem TRAPPIST-1 :  $\alpha = 23$  jam 6 menit 29,4 detik,  $\delta = - 05^{\circ} 02' 28,6''$ . Ketujuh planet pada sistem TRAPPIST-1 memiliki kesetimbangan temperatur yang memungkinkan air dalam bentuk cair dapat ditemukan di permukaan (sumber: Gillon, M., Triaud, A. H. M. J., Demory, B. -O. dkk. 2017. "Seven temperate terrestrial planets around the nearby ultracool dwarf star TRAPPIST-1", *Nature*. **542 (7642)**: 456–460.). Kurva cahaya dari sistem tersebut yang diamati selama 500 jam diberikan pada gambar di bawah. Berdasarkan gambar dan informasi tersebut, maka pernyataan yang **salah** di bawah ini... (dapat lebih dari satu jawaban)

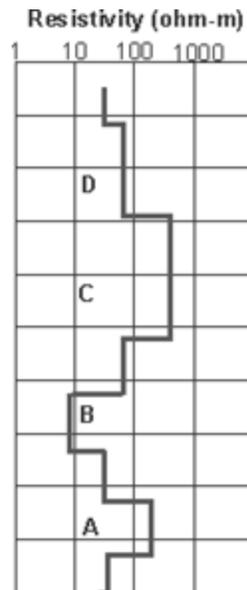
- jarak sistem tersebut = 40 tahun cahaya
- luminositas bintang sekitar  $5,7 \times 10^{22}$  Watt
- sistem dapat diamati pada bulan Februari
- periode orbit planet Trappist-1g = 12,4 hari
- ukuran radius planet dari terbesar ke terkecil adalah g, b, c, f, e, d, h.



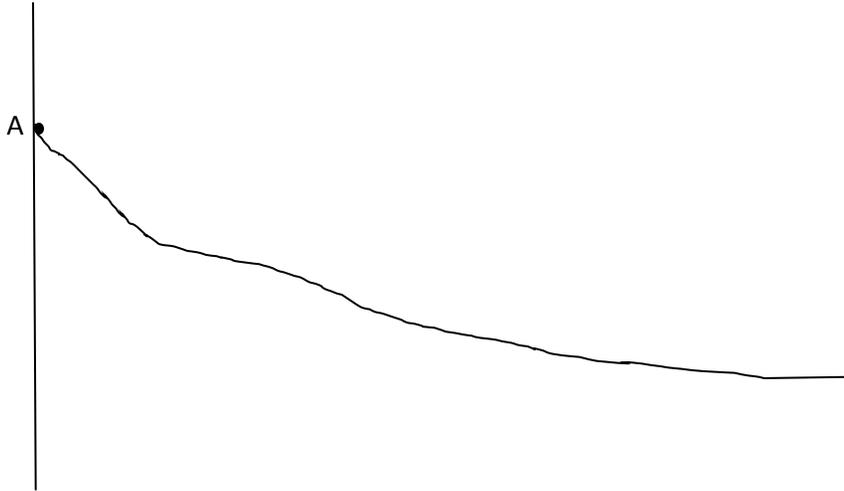
500 Hours of Exoplanet Transits in the TRAPPIST-1 System  
NASA/JPL-Caltech/M. Gillon (Univ. of Liegè, Belgium)

**Esai**

1. Berdasarkan penelitian kondisi geomagnetik, pada 50 juta tahun yang lalu Lempeng India berada pada lintang 0°. Kemudian lempeng tersebut bergerak ke arah Lempeng Eurasia dan menabrak lempeng Eurasia pada sekitar 15 juta tahun yang lalu dan berada pada lintang 20° LU. Hitung kecepatan pergerakan lempeng India tersebut berdasarkan data yang ada!
  
2. Untuk menentukan lapisan batuan reservoir mana yang mengandung minyak bumi di dalamnya, dapat digunakan metode yang disebut metode *logging*. Pada dasarnya metode ini adalah untuk mengukur sifat petrofisika batuan dan fluida yang ada dalam pori-pori batuan di sepanjang lubang bor. Salah satunya dengan mengukur sifat tahanan kelistrikkannya. Gambar berikut merupakan hasil pengukuran tahanan jenis di suatu lubang bor pada lapisan batuan yang ada (batuan A,B,C dan D).
  - a. Tentukan lapisan mana yang paling mungkin mengandung minyak!
  - b. Terangkan alasannya secara ringkas!



3. Di suatu daerah di wilayah Perairan Selat Malaka, setelah dilakukan pengukuran pasang surut diperoleh hasil bahwa daerah tersebut mempunyai Tipe Pasang Surut Harian Ganda (Semi Diurnal Tides) dengan nilai  $S_0=110$  cm;  $M_4=5$  cm  $S_2=15$  cm;  $P_1=4$  cm ;  $M_2=29$  cm;  $O_1=4$  cm  $M_4=5$  cm;  $K_1=6$  cm;  $N_2=10$  cm ; dan  $MS_4=0,2$  cm
  - a. Hitunglah Nilai Formzalnya
  - b. Tentukan tipe pasang surut
  - c. Gambarkan grafik pasang surutnya
  - d. Hitunglah kedudukan muka air Mean Sea Level (MSL).
  - e. Gambarkan kedudukan MSL (TITIK B) pada profil pantai tersebut, apabila ketinggian di Titik A 2,2 m dengan ketentuan skala vertical 1: 100



Bilangan Formzahl dengan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

Keterangan :

F : Bilangan Formzahl

$K_1$  : konstanta pasang surut harian tunggal/diurnal yang dipengaruhi oleh perubahan deklinasi Bulan dan matahari

$O_1$  : konstanta pasang surut harian tunggal diurnal yang dipengaruhi oleh perubahan deklinasi Bulan

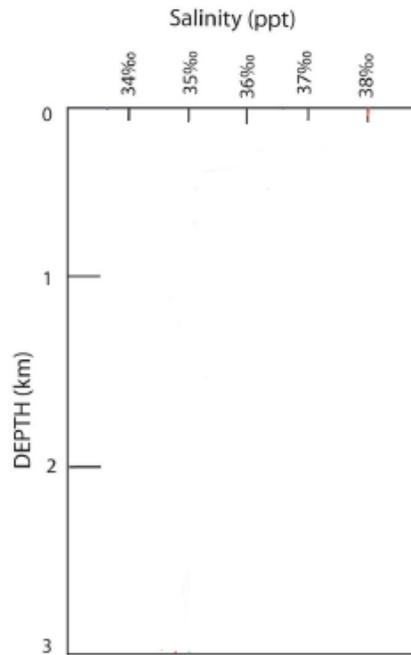
$M_2$  : konstanta pasang surut harian ganda/semi diurnal yang dipengaruhi oleh gaya tarik Bulan

$S_2$  : Konstanta pasang harian ganda/ semi diurnal yang dipengaruhi oleh gaya tarik Matahari

Tipe pasang surut berdasarkan Bilangan Formzahl:

1. Pasut ganda :  $F \leq 0,25$
2. Pasut campuran dengan tipe ganda lebih menonjol :  $0,25 < F \leq 1,5$
3. Pasut campuran dengan tipe tunggal lebih menonjol :  $1,5 < F \leq 3$
4. Pasut tunggal :  $F > 3$

4. Gambarkan pola salinitas air laut terhadap kedalaman di daerah tropis, ekuator dan kutub pada diagram di bawah ini.



5. Stasiun Meteorologi Bandara Internasional Sultan Syarif kasim II melaporkan, temperatur udara  $T = 31^{\circ}\text{C}$  dengan Tempatur Titik Embun  $T_d = 21^{\circ}\text{C}$ , berapakah tinggi dasar awan cumulus di atas bandara?
6. Dari stasiun yang sama, di peroleh data temperatur udara hari sebelumnya pada jam 07.00  $T_{07} = 20^{\circ}\text{C}$ , jam 13.00  $T_{13} = 31^{\circ}\text{C}$  dan jam 19.00  $T_{19} = 24^{\circ}\text{C}$ , berapakah temperatur udara rerata pada hari tersebut?
7. Sebuah pengukur waktu (*time keeper*) yang menggunakan bandul dan biasanya berada di Royal Greenwich Observatory ( $\lambda = 0^{\circ} 0'$ ;  $\phi = 51^{\circ} 28'$  LU), dibawa dalam ekspedisi pengamatan Gerhana Matahari Total tahun 1919 (29 Mei 1919) di pulau Principe (sebelah barat pantai Afrika) oleh Sir Frank Watson Dyson dan Sir Arthur Eddington. Lokasi geografis pulau Principe:  $\lambda = 7^{\circ} 24'$  BB;  $\phi = 1^{\circ} 37'$  LU.  
Pertanyaan:
- Tuliskan rasi bintang yang diamati saat puncak gerhana!
  - Hitung besar koreksi waktu per hari yang harus diberikan!

Catatan.

1. Ekspedisi ini yang memberikan bukti pengamatan terhadap Teori Relativitas Umum Einstein.
2. Percepatan gravitasi standard dekat permukaan Bumi adalah sekitar  $9,8 \text{ m/s}^2$  dan diberikan dengan simbol  $g_n$ . Hasil pengukuran di daerah khatulistiwa Bumi ( $\phi = 0^\circ$ ) dekat permukaan laut memberikan bahwa percepatan gravitasi =  $9,78033 \text{ m/s}^2$  dan diberikan simbol  $g_o$ . Besar gravitasi untuk lokasi dengan lintang ( $\phi$ ) diberikan oleh persamaan:

$$g(\phi) = 9,78033 (1 + 5,3024 \cdot 10^{-3} \times \sin^2 \phi - 5,8 \cdot 10^{-6} \times \sin^2 2\phi) \text{ m/s}^2$$

(sumber: International Gravity Formula 1967).

8. Pada tanggal 17 Januari 2016 komet C/2013 US10 (Catalina), dengan terang bagian inti 6,5 magnitudo, mencapai jarak terdekat dari Bumi. Diameter kepala komet diasumsikan sekitar 20 km. Pengukuran yang dilakukan dari Bumi pada saat itu memberikan paralaks horisontal komet adalah  $12,0''$ . Sedangkan pada tanggal 18 Maret 2016, paralaks horisontal komet tersebut adalah  $4,0''$ . Sebuah teleskop berdiameter 80 mm  $f/D=10,0$  yang dilengkapi beberapa *eyepieces* 10, 15, 25 mm digunakan untuk mengamati komet tersebut. Medan pandang semu (*apparent field of view* (aFOV)) ketiga *eyepiece* sama yakni  $42^\circ$ . Berdasarkan data tersebut, maka
  - a. Hitung kecepatan komet berpindah relatif terhadap Bumi untuk rentang waktu tersebut! Diketahui  $R_{\text{Bumi}} = 6378 \text{ km}$ .
  - b. Tentukan pada tanggal berapa dan menggunakan *eyepiece* yang mana untuk melihat dengan jelas kepala komet Catalina! Tuliskan alasan atas jawaban yang kamu berikan!

#### Daftar Konstanta

Luminositas Matahari ( $L_\odot$ )	= $3,86 \times 10^{26} \text{ J dt}^{-1} = 3,86 \times 10^{26} \text{ Watt}$
Konstanta gravitasi (G)	= $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ [N = Newton]
Massa Bumi	= $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Jari-jari Bumi	= $6,38 \times 10^6 \text{ m}$
Massa Matahari	= $1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Jarak rata-rata Bumi- Matahari	= $1,496 \times 10^{11} \text{ m}$
Jarak rata-rata Bumi-Bulan	= $3,84 \times 10^8 \text{ m}$
1 tahun cahaya	= $9,46 \times 10^{15} \text{ m}$
1 parsek (pc)	= 3,26 tahun cahaya