

# SOAL UJIAN SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2019 TINGKAT PROVINSI

Soal ini di Download dari Folder OSN https://folderosn.blogspot.com



**BIDANG KEBUMIAN** 

Waktu: 150 Menit

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
TAHUN 2019

# SOAL SELEKSI TINGKAT PROVINSI OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2019 BIDANG ILMU KEBUMIAN

#### IKLIM INDONESIA

Indonesia yang terkenal sebagai negara dengan letak geografis yang sangat istimewa, mempunyai kondisi iklim yang kompleks dengan 3 tipe hujan, yaitu tipe ekuatorial, tipe monsun dan tipe lokal. Kondisi ini disebabkan karena selain terletak di Ekuator, Indonesia diapit oleh 2 benua di utara dan selatan serta 2 lautan di timur dan barat.

Dengan perbandingan luas daratan dan laut, sekitar 30:70, Indonesia merupakan wilayah dengan suhu muka laut dan kelembaban yang selalu tinggi. Kelebihan energi ini harus didistribusikan ke daerah yang defisit energi melalui sirkulasi atmosfer dan arus laut.

Pergerakan masa udara yang melewati wilayah Indonesia, jika berasal dari daratan Asia, udara akan membawa uap air yang banyak dan Indonesia akan memasuki musim penghujan; sedangkan jika berasal dari daratan Australia akan bersifat kering dan kita memasuki musim kemarau. Bidang pertemuan dua massa udara yang berbeda disebut front, dan dalam peta cuaca ditunjukkan oleh garis potong bidang fron dengan permukaan Bumi.

#### Pilihan Ganda

- Menurut kesetimbangan neraca energi permukaan bumi, ada wilayah di permukaan bumi yang selalu mengalami surplus energi dan sebaliknya ada yang selalu defisit. Mulai dari lintang berapa ke arah kutub yang selalu defisit energi?
  - a. sekitar 23,5° LU dan LS
  - b. sekitar 30° LU dan LS
  - c. sekitar 40° LU dan LS
  - d. sekitar 65° LU dan LS
  - e. b dan c benar
- ITCZ atau Inter Tropical Convergence Zone merupakan...
  - a. sabuk awan di atas ekuator yang berasosiasi dengan pusat tekanan tinggi
  - b. sabuk awan di daerah tropis yang selalu bergerak mengikuti pergerakan matahari
  - c. sabuk awan di atas ekuator yang terbentuk akibat pertemuan massa udara panas dari utara dengan masa udara dingin dari selatan
  - d. sabuk awan yang terbentuk ketika udara dingin dari tropopaus bergerak turun
  - e. tidak ada jawaban yang benar

- 3. Lapisan atmosfer yang sifat-sifat fisik dan dinamisnya masih dipengaruhi oleh kondisi topografi disebut...
  - a. lapisan residu (residual layer)
  - b. lapisan batas (boundary layer)
  - c. lapisan kanopi (canopy layer)
  - d. lapisan kekasaran (roughness layer)
  - e. lapisan transisi (transition layer)
- 4. Terdapat 2 jenis fron oklusi yaitu oklusi panas dan oklusi dingin, yang bukan termasuk karakter fron oklusi dingin adalah...
  - a. hujan lebat akibat udara panas dan lembab terangkat secara cepat oleh oklusi
  - b. udara dingin (cold) menabrak udara yang kurang dingin (cool)
  - c. awan yang terbentuk adalah awan stratus
  - d. untuk Eropa Barat, oklusi dingin adalah yang paling terjadi di Inggris
  - e. udara dingin diangkat secara paksa ke atas permukaan fron panas
- Awan akan terbentuk apabila terdapat proses pengangkatan udara. Terdapat beberapa tipe pengangkatan udara yang menyebabkan terjadinya awan... (pilih yang paling benar)
  - a. pengangkatan frontal
  - b. pengangkatan orografis
  - c. pengangkatan konveksi
  - d. a dan b benar
  - e. a, b, dan c benar
- 6. Parameter apakah yang perlu diperhatikan saat menganalisa fron dalam peta synoptic?
  - a. suhu
  - b. dew point
  - c. kelembaban
  - d. a,b benar
  - e. a, b dan c benar
- 7. Hal penting yang terkandung dalam "kesetimbangan hidrostatis" adalah...
  - a. menghentikan gerakan naik dan turun parsel udara sedemikian rupa sehingga gerak vertikal yang kuat tidak terjadi
  - b. mencegah molekul udara meninggalkan atmosfer bumi
  - c. menyebabkan udara hanya bergerak secara horizontal
  - d. a dan b benar
  - e. a, b, dan c salah

- Siklon lintang menengah mempunyai peran yang sangat penting dalam menjaga kesetimbangan temperatur permukaan bumi melalui mekanisme...
  - a. pelepasan panas laten yang besar ke arah kutub
  - b. mendorong udara panas ke arah kutub dan sebaliknya udara dingin ke arah ekuator
  - c. terjadi subsidens di pusat tekanan rendah sehingga suhu udara meningkat
  - d. percampuran udara antara lintang tinggi dan lintang rendah
  - e. a, b, dan c benar
- 9. Apabila terdapat pusat tekanan rendah (L) dan tekanan tinggi (H) di Belahan Bumi Utara yang membentuk pola sinusoidal, apakah istilah untuk masing-masing pusat tekanan tersebut dan bagaimana arah gerak udaranya?
  - a. L = Ridge, searah jarum jam dan H = Trough, berlawanan arah jarum jam
  - b. L = Ridge, berlawanan arah jarum jam dan H = Trough, searah jarum jam
  - c. L = Trough, searah jarum jam dan H = Ridge, berlawanan arah jarum jam
  - d. L = Trough, berlawanan arah jarum jam dan H = Ridge, searah jarum jam
  - e. L = Trough, berlawanan jarum jam dan H = Ridge, berlawanan jarum jam
- 10. Pada model bumi yang tidak berotasi, akan terbentuk sistem sirkulasi udara...
  - a. sel tunggal yang disebut sel Hadley
  - b. sel tunggal yang disebut sel Ferrel
  - c. sel tunggal yang disebut sel Walker
  - d. sel ganda yang disebut sel Hadley dan sel Ferrel
  - e. tripel sel yang disebut sel Hadley, sel Ferrel dan sel Kutub
- Angin yang bergerak sejajar dengan isobar karena keseimbangan antara gaya Coriolis dan gaya gradien tekanan disebut angin...
  - a. ageostropik
  - b. gradien
  - c. geostropik
  - d. siklonik
  - e. antisiklonik
- 12. Di sebelah barat dari pegunungan Bukit Barisan di Sumatera, apabila saat di Jawa mengalami musim kemarau, curah hujannya tetap lebih ... karena pengaruh...
  - a. banyak, orografi
  - b. sedikit, orografi
  - c. sama saja, tak dipengaruhi keberadaan pegunungan
  - d. tidak beraturan, angin gunung
  - e. tidak beraturan, angin darat

- 13. Starting from Java Island to the Leser Sunda Island, the average rainfall will be ....because the influence of dry air mass from Australia.
  - a. same
  - b. increase
  - c. fluctuated
  - d. decrease
  - e. random
- 14. Setiap gas rumah kaca mempunyai dampak yang berbeda terhadap panjang gelombang radiasi yang sampai padanya. Uap air akan lebih banyak menyerap...
  - a. spektrum gelombang pendek
  - b. spektrum gelombang panjang
  - c. radiasi gelombang tampak
  - d. semua panjang gelombang
  - e. sama sekali tidak menyerap panjang gelombang panjang dan pendek karena bukan merupakan gas rumah kaca
- 15. Kolom udara yang berputar kencang yang membentuk belalai dan berhubungan dengan awan kumulonimbus dan tidak menyentuh tanah disebut...
  - a. Tornado
  - b. Waterspout
  - c. Funnel cloud
  - d. Eddies
  - e. Turbulens

#### Esai Meteorologi

1. Pada saat cahaya Matahari memanaskan permukaan air, maka air akan menguap dan meningkatkan kelembaban atmosfer. Ketika udara lembab yang panas bergerak naik, udara akan mengalami pendinginan dan akhirnya terkondensasi ketika suhunya mencapai temperatur titik embun. Pada kedua proses terjadi penyerapan panas laten, penguapan dan pelepasan panas laten kondensasi. Hasil observasi menunjukkan, suhu udara 20°C, kelembaban relatif 80% dan temperatur titik embun 10°C. Jika diketahui kandungan uap air jenuh pada suhu 20°C dan 10°C, masing-masing 14,85 g/kg dan 7,76 g/kg serta panas laten spesifik kondensasi ~ 2500 J/g, hitunglah besar panas laten yang dilepaskan satu satuan massa udara pada saat terjadi kondensasi.

#### DINAMIKA WILAYAH PANTAI

Wilayah pesisir pantai dan perairan laut sering digunakan untuk tujuan wisata baik wisata asing maupun wisata domestik. Pesisir pantai dapat dikategorikan sebagai pesisir berpasir, pesisir berbatu, pesisir bermangrove. Oleh karena itu obyek wisata tergantung kondisi obyek wisata pesisirnya. Sebagai contoh pesisir bermangrove digunakan untuk wisata menyusuri tengah hutan mangrove beserta habitatnya. Pesisir berpasir digunakan untuk tujuan wisata surfing, mandi di pantai dan sebagainya. Perairan laut terumbu karang untuk wisata selam dan snorkeling. Secara oseanografis wisata pesisir pantai sangat dipengaruhi oleh kondisi kelandaian pantai, jenis batuan sedimen pantai, gelombang pecah di pantai, arus susur pantai (*longshore current*), arus retas pantai (*rip current*).

Fenomena hanyut dan hilangnya wisatawan yang bermain dan mandi di pesisir pantai berpasir disebabkan oleh fenomena gelombang pecah di pantai yang menyebabkan adanya arus *undertow* yang disebabkan oleh adanya *rip current*. Pengertian garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat bergerak sesuai dengan pasang surut air laut. Perubahan garis pantai dapat terjadi di daerah zona pesisir disebabkan oleh proses erosi, pengikisan (*denudation*), pengendapan (*deposition*) oleh pasang surut dan arus akibat dari gelombang (*rip current* dan *longshore current*). Pengertian pesisir adalah daerah daratan di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut.

### Pilihan Ganda

- 16. Berdasarkan nilai perbandingan antara kedalaman perairan laut (*d*) dan panjang gelombang (*L*), menurut klasifikasi lppen (1996); dikatakan gelombang laut dangkal apabila...
  - a. 0.05 < d/L < 0.5
  - b.  $d/L \le 0.05$
  - c.  $d/L \ge 0.5$
  - d.  $d/L \ge 0.05$
  - e. d/L < 0.5
- 17. Gelombang laut dalam pada kedalaman perairan laut tertentu (d) dan mempunyai nilai tinggi gelombang (Ho) dan periode gelombang (T), panjang gelombang (Lo) maka gelombang tersebut mempunyai nilai kecuraman gelombang sebesar...
  - a. Ho/T
  - b. Ho/T<sup>2</sup>
  - c. Ho/Lo
  - d. Lo/Ho
  - e. Lo/Ho2

- Peralatan otomatis yang dipergunakan untuk mengukur arus laut secara digital pada berbagai kedalaman dinamakan...
  - a. ADCP (Automatic Direct Current Propeller)
  - b. ACP (Automatic Current Propeller)
  - c. ADCP (Automatic Dopller Current Propeller)
  - d. ADC (Automatic Doppler Current)
  - e. ADCP (Automatic Digital Current Propeller)
- 19. Proses yang terjadi di pantai berpasir dimana juga terdapat muara sungai dapat mengakibatkan interaksi yang besar antara debit sungai dan gelombang pecah pantai. Gelombang pecah yang datang menyudut lancip terhadap garis pantai akan membangkitkan arus sejajar pantai yang membawa sejumlah sedimen, sehingga terjadi endapan sedimen pasir yang bentuknya memanjang di mulut sungai. Bentuk morfologi semacam ini dinamakan ...
  - a. tombolo
  - b. nehrung
  - c. spit
  - d. tanggul pantai
  - e. delta



- 20. Terumbu karang merupakan ekosistem perairan dangkal yang banyak dijumpai di sepanjang perairan pantai yang beriklim tropis. Pembentukan terumbu karang merupakan proses yang lama dan kompleks. Berikut adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan terumbu kecuali...
  - a. suhu
  - b. cahaya
  - c. salinitas
  - d. gelombang
  - e. sedimentasi
- 21. Gelombang laut dalam menjalar ke pantai mengalami proses pendangkalan gelombang. Oleh karena itu sifat gelombang akan mengalami perubahan sebagai berikut...
  - panjang gelombang akan mengalami pemanjangan, sedangkan tinggi gelombang akan semakin tinggi juga
  - b. panjang gelombang laut akan mengalami pemendekan tetapi tinggi gelombang akan mengalami peninggian
  - panjang gelombang akan mengalami pemendekan sedangkan kecepatan gelombang semakin melemah/rendah
  - d. tinggi gelombang akan semakin tinggi tetapi kecepatan gelombang akan melemah/rendah
  - e. panjang gelombang meninggi, tinggi gelombang meninggi dan periode gelombang meninggi

- 22. Gerakan gelombang dan pasang surut relatif sama yaitu gerakan naik turun muka air laut, akan tetapi terdapat perbedaan yaitu...
  - a. arus pasang surut bersifat searah sedangkan arah aarus gelombang dua arah bolak balik
  - b. periode pasang surut lebih kecil dari pada periode gelombang
  - c. arus pasang surut kecepatan lebih besar dari pada kecepatan gelombang
  - d. tinggi kenaikan muka air laut pasang surut lebih besar dari pada gelombang
  - e. energi pasang surut lebih besar dari pada energi gelombang
- 23. Dalam penentuan tipe pasang surut kita harus memperhatikan faktor komponen pasang surut, dimana dari komponen tersebut harus dihitung dengan faktor penentu harian tunggal dan harian ganda. Pernyataan di bawah ini yang paling benar adalah...
  - a. Tipe pasang surut akan berbanding lurus dengan komponen tunggal gaya tarik bulan dan berbanding terbalik dengan komponen tunggal gaya tarik matahari.
  - b. Tipe pasang surut akan berbanding lurus dengan komponen tunggal gaya tarik bulan dan komponen tunggal gaya tarik matahari.
  - c. Tipe pasang surut akan berbanding lurus dengan komponen tunggal gaya tarik bulan dan berbanding terbalik dengan komponen tunggal gaya tarik matahari.
  - d. Tipe pasut akan berbanding terbalik dengan komponen tunggal bulan dan berbanding lurus dengan komponen ganda matahari.
  - e. Tipe pasut akan sebanding dengan komponen tunggal bulan dan berbanding lurus dengan komponen tunggal matahari.
- 24. Air laut mengandung 3,5% garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Garam-garaman utama yang memiliki konsentrasi tertinggi adalah...
  - a. potasium
  - b. klorida
  - c. natrium
  - d. kalsium
  - e. sulfat
- 25. Hutan mangrove adalah hutan yang terletak di kawasan perairan payau yang dipengaruhi oleh aktivitas air laut. Ciri-ciri yang dimiliki oleh hutan mangrove adalah sebagai berikut, kecuali...
  - Didominasi oleh tumbuhan mangrove atau tumbuhan bakau, yakni tumbuhan yang mempunyai akar mencuat ke permukaan
  - Tumbuh di kawasan perairan payau, yakni perairan yang terdiri atas campuran air tawar dan air asin
  - c. Sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut
  - d. Keberadaannya terutama di daerah yang mengalami pelumpuran dan juga terjadi akumulasi bahan organik
  - e. Salinitas lumpur yang rendah

## Esai Oseanografi

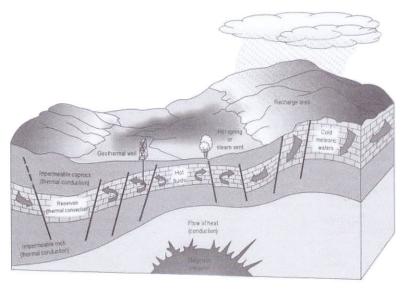
- 2. Gelombang berasal dari laut dengan nilai tinggi gelombang (Ho) sebesar 2 meter pada kedalaman perairan 8 meter dengan periode gelombang 8 detik. Apabila nilai g= 9,8 m/dt² dan nilai massa jenis air laut sebesar ρ=1,025 kg/m³,
  - a. Hitunglah panjang gelombang laut dalam
  - b. Hitunglah kecepatan gelombang laut dalam
  - c. Tentukan energi potensial gelombang
  - d. Hitunglah energi kinetik gelombang

#### PANAS BUMI SEBAGAI SUMBER ENERGI BERSIH

Panas bumi adalah sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, serta batuan bersama mineral ikutan dan gas lainnya yang secara genetik tidak dapat dipisahkan. Sementara energi panas bumi merupakan energi yang bersumber dari panas yang terkandung dalam perut bumi dan pada umumnya berasosiasi dengan keberadaan gunung api. Secara umum, pembentukan energi panas bumi berkaitan dengan kegiatan vulkanisme dan mekanisme pembentukan magma.

Sistem panas bumi pada suhu tinggi umumnya terletak di sepanjang zona vulkanik punggungan pemekaran benua, di atas zona subduksi, dan anomali pelelehan di dalam lempeng. Batas-batas pertemuan lempeng merupakan pusat lokasi munculnya sistem hidrotermal. Perpindahan energi panas secara konduktif pada lingkungan tektonik lempeng, diperbesar oleh adanya gerakan magma dan sirkulasi hidrotermal. Energi panas bumi adalah sumber energi yang relatif ramah lingkungan karena berasal dari panas dalam bumi.

Indonesia adalah negara dengan jumlah potensi energi panas bumi terbesar di dunia dengan setidaknya 40% dari total potensi di seluruh dunia. Berdasarkan data Kementrian ESDM, setidaknya terdapat 299 lokasi panas bumi dengan total 28.207 MW (ebtke.esdm.go.id). Hal tersebut terjadi dikarenakan letak Indonesia dalam kawasan *ring of fire*. Saat ini, pemanfaatan akan energi panas bumi baru sekitar 5 % atau 1.500 MW dari jumlah keseluruhan potensi panas bumi di Indonesia. Gambar berikut adalah ilustrasi suatu sistem panas bumi.



Gambar sistem panas bumi (www.knowledgeminer.net)

#### Pilihan Ganda

- 26. Lokasi potensi panas bumi yang ada di Indonesia mengikuti pola sabuk cincin api (*ring of fire*). Pernyataan-pernyataan berikut berkaitan dengan daerah sabuk cincin api, kecuali...
  - a. ring of fire merupakan sebutan kawasan yang dipenuhi gunung berapi dan aktivitas seismik seperti gempa bumi
  - b. ring of fire mengelilingi Samudera Atlantik
  - c. terdiri dari pertemuan berbagai lempeng tektonik yang terus aktif bergerak
  - d. sebanyak 81% gempa-gempa besar yang pernah terjadi berasal dari kawasan ini
  - e. selain pusat aktivitas gempa, tempat ini juga 'rumah' bagi 75% gunung berapi di dunia
- 27. Pada proses *partial melting* di daerah subduksi, batuan yang telah mencapai panas yang cukup akan mengalami pelelehan. Pelelehan tidak terjadi serempak namun hanya sebagian karena batuan tersebut mengandung beberapa mineral dengan titik leleh yang berbeda-beda. Mineral yang meleleh paling akhir adalah mineral yang mempunyai titik leleh tinggi yaitu lebih dari 1.000 °C, yaitu golongan mineral dengan kandungan ferromagnesian silikat tinggi. Mineral yang termasuk di dalam golongan tersebut adalah...
  - a. kuarsa
  - b. olivin
  - c. halit
  - d. gipsum
  - e. pirit
- 28. Kaolinit adalah salah satu jenis mineral lempung yang banyak ditemukan sebagai akibat pelapukan atau alterasi hidrotermal dari mineral-mineral aluminosilikat, misalnya K-feldspar (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). Proses hidrolisis yaitu proses penggantian ion pada mineral oleh H<sup>+</sup> atau OH<sup>-</sup> adalah proses yang umum terjadi pada fenomena di atas. Jika diketahui reaksi kimia perubahan K-feldspar menjadi kaolinit adalah sebagai berikut

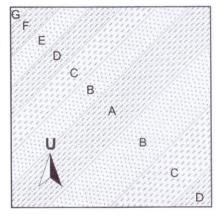
4 K-feldspar + 4H<sup>+</sup> + 2H<sub>2</sub>O  $\rightarrow$  4K<sup>+</sup> + kaolinit + 8 SiO<sub>2</sub>

Apa rumus kimia kaolinit?

- a. Al<sub>4</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>12</sub>(OH)<sub>8</sub>
- b. Al<sub>4</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>8</sub>
- c. Al<sub>4</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>6</sub>
- d. Al<sub>4</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>6</sub>
- e. Al<sub>4</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>(OH)<sub>6</sub>

- 29. Terdapat empat elemen penting yang berpengaruh dalam sistem panasbumi, terutama pada sistem panasbumi hidrothermal yang terdapat di sebagian besar Indonesia seperti tersebut di bawah ini, kecuali...
  - a. sumber panas
  - b. reservoir
  - c. batuan penutup
  - d. struktur geologi
  - e. fluida
- 30. Batuan yang paling mungkin berperan sebagai batuan penutup (*cap rock*) pada sistem panas bumi adalah...
  - a. breksi
  - b. batupasir
  - c. konglomerat
  - d. batulempung
  - e. batugamping
- 31. Dalam istilah kegiatan eksplorasi panas bumi, batuan yang dapat menyimpan dan meloloskan air atau fluida dalam jumlah yang signifikan karena memiliki porositas dan permeabilitas yang cukup baik disebut...
  - a. batuan rekahan
  - b. batuan reservoir
  - c. batuan penutup
  - d. batuan induk
  - e. batuan ubahan
- 32. Pada daerah yang berpotensi panas bumi, ditemukan breksi vulkanik yang cukup melimpah. Istilah 'breksi' pada penamaan batuan digunakan untuk menunjukkan batuan dengan bentuk fragmen yang menyudut. Bentuk menyudut atau membulat pada fragmen penyusun batuan sedimen dihasilkan pada saat proses pembentukan batuan sedimen yaitu...
  - a. transportasi
  - b. likuifaksi
  - c. desikasi
  - d. sementasi
  - e. litifikasi

- 33. Perubahan komposisi mineralogi batuan (dalam keadaan padat) karena adanya pengaruh suhu dan tekanan yang tinggi dan tidak dalam kondisi isokimia dan umumnya menghasilkan mineral lempung, kuarsa, oksida atau sulfida logam disebut...
  - a. alterasi
  - b. permineralisasi
  - c. deformasi
  - d. transformasi
  - e. rekristalisasi
- 34. Gambar di samping adalah peta yang dihasilkan dari survei geologi di suatu daerah. Apabila batuan A adalah batuan tertua, maka struktur geologi yang ada di daerah tersebut...
  - a. sesar naik
  - b. antiklin
  - c. sesar turun
  - d. sinkin
  - e. sesar geser dekstal



- 35. Adanya suatu sistem hidrothermal di bawah permukaan sering kali ditunjukan adanya manifestasi panas bumi di permukaan seperti di bawah ini, kecuali...
  - a. mata air panas
  - b. geyser
  - c. fumarol
  - d. kawah
  - e. dolin
- 36. Dalam memanfaatkan energi panas bumi, yang digunakan untuk mengaktifkan turbin agar menghasilkan energi listrik adalah...
  - a. uap air
  - b. air panas
  - c. panas magma
  - d. panas batuan
  - e. gas H<sub>2</sub>S

- 37. Volcanic gas dominated by steam (H<sub>2</sub>0) flows out from crack or fracture at volcanic field is...
  - a. spring
  - b. solfatara
  - c. mofet
  - d. fumarole
  - e. geyser
- 38. Manifestasi panas bumi umumnya berasosiasi dengan keberadaan gunung api. Gunung api yang ada di Indonesia secara umum berupa gunung api strato, disebut juga gunung api komposit, yang berbentuk kerucut. Karakteristik gunung api seperti ini terkait dengan hal di bawah kecuali...
  - a. magmanya bersifat asam-menengah
  - b. ciri gunung api yang terletak pada zona subduksi
  - c. tersusun hanya oleh aliran lava
  - d. magma keluar tidak hanya melalui kawah saja tetapi dapat juga menembus dinding gunung api
  - e. letusannya umumnya bersifat eksplosif
- 39. Survei geofisika diperlukan dalam penelitian potensi panas bumi. Untuk menggambarkan bentuk/struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi medan gravitasi bumi yang muncul akibat perbedaan densitas batuan adalah...
  - a. seismik refleksi
  - b. metode gayaberat
  - c. seismik refraksi
  - d. georadar
  - e. geolistrik
- 40. Energi panas bumi memiliki banyak keunggulan seperti di bawah ini kecuali...
  - a. ramah lingkungan karena polutan yang dihasilkan sangat lebih kecil dibandingkan dengan pembangkit listrik energi fosil dan tidak menghasilkan limbah karena fluida yang dimanfaatkan diinjeksikan kembali ke dalam reservoar
  - b. terbarukan karena fluida yang dimanfaatkan diinjeksikan kembali ke dalam reservoir
  - c. tidak berkelanjutan karena sumber panas bumi berumur pendek
  - d. bersifat lokal dan dapat dimanfaatkan secara langsung
  - e. total luas lahan untuk produksi dan pemanfaatan relatif kecil

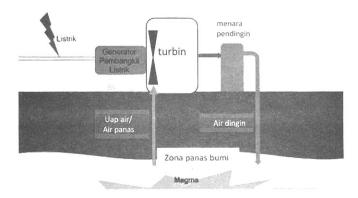
## Esai Geologi

3. Pada sebuah sampel batuan yang diambil dari suatu pemboran untuk eksplorasi panas bumi, dilakukan analisis kimia mineral. Hasil analisis kimianya adalah berupa berat senyawa oksida sebagai berikut

Senyawa oksida	% berat
SiO <sub>2</sub>	68,74
$AI_2O_3$	19,44
Na <sub>2</sub> O	11,81

Tentukan rumus kimia mineralnya. Mineral tersebut umum ditemukan dalam batuan beku. Apakah nama mineral itu?

4.



Pada suatu sistem eksploitasi panas bumi, air yang berasal dari turbin akan dimasukkan kembali ke dalam zona panas bumi melalui sumur injeksi seperti pada gambar di atas. Pada menara pendingin diketahui kecepatan air yang keluar melalui pipa adalah v1 = 5 m/s dengan ketinggian 3 meter. Pada sumur injeksi, air mengalir dengan kecepatan v2 = 7 m/s dengan tekanan 25.000 Pa. Dari data tersebut tentukan:

- a. Tekanan dalam pipa di menara pendingin
- Jika diameter pipa adalah 20 cm. Berapa air yang masuk ke sumur injeksi setiap detiknya? (dalam liter).

#### APA YANG MEMBUAT SEBUAH PLANET BERPENGHUNI?

Sejak tahun 1995, sekitar 3700 extra solar planet (atau dikenal eksoplanet) telah ditemukan. Namun dari sekian banyak planet hanya sejumlah kecil yang kemungkinan bisa mendukung kehidupan, dalam arti layak dihuni (habitable), menurut ukuran kita di Bumi. Astronom berupaya secara menerus menjelajahi alam semesta mencari tanda-tanda kehidupan dalam maupun di luar Tata Surya kita. Menelaah secara mendalam satu obyek langit dengan mengerahkan seluruh upaya dan waktu sangat mahal dan percuma. Oleh karena itulah, Astronom mencari petunjuk tertentu dari obyek langit dan menentukan apakah memiliki potensi mendukung kehidupan, atau dengan kata lain apakah layak dihuni atau tidak.

Faktor-faktor yang menjadikan sebuah planet layak huni (habitable) antara lain, planet tersebut berada pada jarak tertentu yang tepat dari bintang induk. Zona dimana planet ini layak huni disebut habitable zone. Bintang induk haruslah bintang yang stabil dalam artinya setimbang secara hidrostatis. Planet tersebut hendaknya tidak memiliki massa yang terlalu rendah, berotasi dan berevolusi seperti halnya Bumi. Struktur planet itu memiliki komponen inti cair dan juga atmosfer. Menurut lembaga penerbangan antariksa Amerika Serikat atau NASA, sebuah benda langit untuk bisa mendukung kehidupan, haruslah merupakan daerah dengan liputan air yang luas. Kondisi tersebut yang memungkinkan molekul organik kompleks dapat terbentuk dan tersedia pula sumber energi untuk melangsungkan metabolisme. Salah satu perumusan untuk memperoleh batas dalam  $(r_i)$  dan batas luar  $(r_o)$  dari zona layak huni diberikan pada situs PHL: Mapping The Habitable Zone

$$r_i = \left[0.72 - 2.7619 \times 10^{-5} (T_{eff} - 5700) - 3.8095 \times 10^{-9} (T_{eff} - 5700)^2\right] \sqrt{L}$$

$$r_o = \left[1.77 - 1.3786 \times 10^{-4} (T_{eff} - 5700) - 1.4286 \times 10^{-9} (T_{eff} - 5700)^2\right] \sqrt{L}$$

dengan *Teff* adalah temperatur efektif dan *L* adalah luminositas bintang induk dalam satuan luminositas Matahari (L<sub>0</sub>). Perumusan tersebut berdasarkan makalah ilmiah yang ditulis oleh Kasting, dkk. (1993).

Beberapa eksoplanet yang ditengarai layak huni antara lain

- 1. Proxima b : Planet yang berevolusi mengelilingi bintang Proxima Centauri berjarak 4,2 tahun cahaya dari Matahari. Massa planet adalah 1,3 kali massa Bumi.
- Wolf 1061 c: Berlokasi di konstelasi Ophiuchus dan beredar mengelilingi bintang katai merah Wolf 1061 yang berjarak 13,8 tahun cahaya dari Bumi. Ukurannya 4,3 kali ukuran Bumi, dengan kala revolusi 17,9 hari.
- 3. Gliese 832 c: Planet yang berevolusi mengelilingi bintang katai merah Gliese 832. Ukurannya 5 kali ukuran Bumi, oleh karena itu disebut juga *super-Earth* berjarak 16 tahun cahaya dari Matahari.
- 4. TRAPPIST-1d: Planet yang berjarak 40 tahun cahaya berada di konstelasi Aquarius. Planet ini berevolusi mengelilingi bintang katai merah yang dingin bernama TRAPPIST-1 yang memiliki luminositas sebesar 1,998×10<sup>23</sup> W dan temperatur efektif = 2511 K.

Sumber

https://www.nasa.gov/mission\_pages/kepler/news/kepler20130717.html

https://www.scienceabc.com/nature/what-makes-a-planet-habitable.html

PHL: Mapping The Habitable Zone

http://phl.upr.edu/library/notes/habitablezonesdistancehzdahabitabilitymetricforexoplanets

Kasting, J. F., Whitmire, D. P., dan Reynolds, R. T. (1993). Icarus, 101, halaman 108-108

#### **Daftar Konstanta**

Konstanta Gravitasi Universal Newton (G) = 6,674×10<sup>-11</sup> m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> s<sup>-2</sup>

1 massa Bumi (M<sub>⊕</sub>) = 5,972×10<sup>24</sup> kg.

1 massa Matahari (M<sub>☉</sub>) = 1,989×10<sup>30</sup> kg.

1 luminositas Matahari (Lo) = 3,828×10<sup>26</sup> W.

 $1 \text{ AU} = 1,496 \times 10^{11} \text{ meter.}$ 

1 angstrom(Å) =  $10^{-10}$  meter.

1 pc = 206265 AU = 3,26 tahun cahaya.

1 mas = mili arc second = mili detik busur = 10<sup>-3</sup> detik busur(").

#### Pilihan Ganda

- 41. Deteksi eksoplanet pada hakikatnya mengamati bintang induk sistem keplanetan, karena bintang induk yang bercahaya. Cara mendeteksi eksoplanet adalah...
  - a. mengukur diameter bintang induk
  - b. mengamati transit eksoplanet
  - c. mengukur paralaks eksoplanet
  - d. menentukan kelas spektrum bintang induk
  - e. membangun hubungan periode-luminositas bintang induk
- 42. Apa yang bisa ditentukan dari pengamatan kurva kecepatan radial bintang induk yang memiliki eksoplanet?
  - a. massa eksoplanet
  - b. luminositas eksoplanet
  - c. temperatur eksoplanet
  - d. tekanan eksoplanet
  - e. kerapatan eksoplanet

- 43. Jika jarak suatu eksoplanet (radius = 7,2×10<sup>7</sup> meter) dari bintang induk adalah 7,8×10<sup>11</sup> meter dan dan luminositas bintang induk adalah *L*, maka eksoplanet tersebut memantulkan cahaya sebesar.... (asumsi eksoplanet memantulkan seluruh cahaya yang diterimanya).
  - a. 1,1× 10<sup>-9</sup> L
  - b. 2.1× 10<sup>-9</sup> L
  - c. 3.1× 10<sup>-9</sup> L
  - d. 4,1× 10<sup>-9</sup> L
  - e. 5.1 ×10<sup>-9</sup> L
- 44. Sebuah eksoplanet dengan massa 6,0×10<sup>24</sup> kg mengelilingi bintang induk dengan massa 2,0×10<sup>30</sup> kg dalam periode 1 tahun. Berapa besar pergeseran panjang gelombang garis Hidrogen alpha (6563 Angstrom) akibat bergoyangnya (wobbling) bintang induk? (mÅ = miliAngstrom)
  - a. 0,001 mÅ
  - b. 0,002 mÅ
  - c. 0,003 mÅ
  - d. 0,004 mÅ
  - e. 0,005 mÅ
- 45. Apa yang dimaksud dengan Hot Jupiter?
  - a. planet terrestrial yang berjarak lebih dari 5 AU dari bintang pusat
  - b. planet Jovian yang berjarak lebih jauh dari 5 AU dari bintang pusat
  - c. planet massif yang berjarak lebih dekat dari 0,5 AU dari bintang pusat
  - d. planet kerdil yang berjarak lebih dekat dari 1 AU dari bintang pusat
  - e. planet terrestrial yang berjarak lebih dekat dari 1 AU dari bintang pusat
- 46. Berdasar tulisan yang diberikan sebelumnya, maka pernyataan yang tidak tepat adalah...
  - a. paralaks bintang Wolf 1061 adalah 236 mas
  - b. eksoplanet Trappist-1 d berjarak 12,27 pc dari Matahari
  - c. massa eksoplanet Proxima b adalah 7,76 ×10<sup>21</sup> ton
  - d. planet layak huni harus memiliki atmosfer mirip atmosfer Bumi dengan komposisi 78,09 %
     Nitrogen, 20,95 % Oksigen, dan 0,96% unsur lain
  - e. eksoplanet Gliese 832 c mengorbit sebuah bintang kelas spektrum M deret utama
- 47. Bintang Gliese 832 memiliki terang absolut dalam daerah visual (M<sub>V</sub>)=10,19 magnitudo, maka terang semu bintang adalah...
  - a. 11,21
  - b. 10,63
  - c. 8,65
  - d. 6,02
  - e. 4,91

- 48. The spectrum of a class M stars...
  - a. have prominent spectral lines H and K of Ca II. They have even weaker hydrogen lines than spectrum of class stars before, but along with the ionized metals, they have neutral metals. There is a prominent spike in the G band of CH molecules
  - b. have extremely weak hydrogen lines, if they are present at all, and mostly neutral metals (Mn I, Fe I, Si I). By late this spectrum of class stars, molecular bands of titanium oxide (TiO) become present
  - have strong hydrogen lines and also lines of ionized metals (Fe II, Mg II, Si II). The presence of Ca
    II lines is notably strengthening in this spectrum of class stars
  - d. have lines from oxide molecules (in the visible spectrum, especially TiO) and all neutral metals, but absorption lines of hydrogen are usually absent and Vanadium(II) oxide bands become present by late this spectrum of class stars
  - e. have metal hydrides and alkali metals to be prominent in their spectra
- Dengan menggunakan perumusan yang diberikan dalam teks, maka batas zona layak huni berada pada jarak ..... dari bintang Trappist-1.
  - a. 0,02 0,05 AU
  - b. 0,22 0,52 AU
  - c. 0,72 1,76 AU
  - d. 1,76 5,02 AU
  - e. 2,01 5,02 AU
- Jarak terjauh dan terdekat eksoplanet Wolf 1061 c dari bintang induk secara berurutan adalah 0,079
   AU dan 0,099 AU. Bersama data yang terdapat dalam bacaan/teks, maka perkiraan massa bintang
   Wolf 1061 adalah...
  - a. 4,37×10<sup>20</sup> kg
  - b. 2,58×10<sup>25</sup> kg
  - c. 5,84×1025 kg
  - d. 2,58×10<sup>26</sup> kg
  - e. tidak dapat diperkirakan sebab data tidak lengkap

#### Esai Astronomi

- Sistem keplanetan luar Tata Surya (eksoplanet) yang bernama Kepler-1625 b (massa = 3180 M<sub>☉</sub>), hingga saat ini, merupakan satu-satunya eksoplanet yang memiliki exomoon. Eksoplanet tersebut berjarak 0,875 AU dari bintang induk. Bintang induk sistem ini adalah sebuah bintang setipe Matahari dengan magnitudo semu = 13,92 magnitudo dan bermassa 1,08 M<sub>☉</sub>.
   Pertanyaan:
  - a. Tentukan periode orbit eksoplanet. Nyatakan dalam satuan tahun.
  - b. Tentukan diameter minimum teleskop yang memiliki koefisien transmisi cahaya (T) = 80% agar dapat mengamati bintang Kepler-1625. Catatan: Terang bintang paling redup yang dapat dilihat mata manusia = 6 magnitudo. Ukuran pupil mata manusia = 7 mm.
  - c. Bila diberikan koordinat Kepler-1625 sebagai berikut  $\alpha_{2000.0}$  = 19 jam 41 menit dan  $\delta_{2000.0}$  = 39° 53′. Berapa tinggi bintang tersebut saat di kulminasi atas, bila diamati oleh pengamat di kota Manado, Sulawesi Utara ( $\phi$  = 1° 28′ LU,  $\lambda$  = 124° 50′ BT).