

# Bab 14

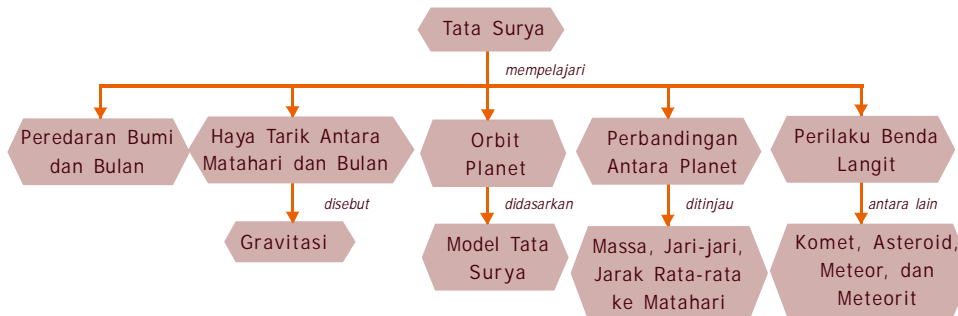
## Tata Surya

Planet bumi merupakan salah satu anggota dari 8 planet dalam sistem tata surya yang dihuni oleh kehidupan manusia. Dalam sistem tata surya matahari sebagai pusat peredaran tata surya dan menjadi salah satu sumber energi dalam kehidupan manusia. Namun perlu kalian ketahui bahwa intuisi yang didasarkan pada fenomena sehari-hari dan pengamatan yang didasarkan pada hasil perhitungan data akan memunculkan suatu pertanyaan yang sangat mendasar yaitu, apakah matahari dan bulan yang mengelilingi bumi, sehingga bumi dianggap sebagai pusat peredaran dalam sistem tata surya? Atau apakah sebaliknya bahwa matahari sebagai pusatnya? Pertentangan ini muncul dibenak kita semua dan untuk menjawabnya pada bab ini akan dibahas dengan jelas.



### Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.



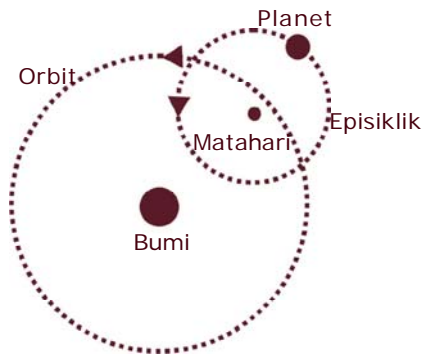
### Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Tata surya
- Matahari
- Bumi
- Gravitasi
- Bulan
- Planet



## A. Peredaran Bumi dan Bulan



**Gambar 14.1** Teori Geosentris, tiap planet bergerak dalam lingkaran kecil atau episiklik, pusat peredaran adalah bumi

**Claudius Ptolomeus** (100-178 M) di Alexandria memperkenalkan *geocentris system* yang menyatakan bahwa bumi sebagai pusat peredaran tata surya.

Pada Gambar 14.1 menunjukkan *geocentris system* dari Ptolomeus di mana setiap planet bergerak dalam lingkaran kecil atau episiklik dan pusat peredarannya adalah bumi. Beberapa abad sebelumnya teori ini sudah dikemukakan namun Ptolomeus mampu menunjukkan suatu perbaikan. Beliau mampu memperhatikan pergerakan planet-planet di langit dengan jelas dan variasi jarak planet dari bumi.

**Nicolaus Copernicus** (1473-1543), mempertanyakan asumsi dari Ptolomeus, Copernicus menyatakan bahwa bumi dan anggota tata surya yang lain beredar mengelilingi matahari, dan bumi berputar pada porosnya. Teori atau asumsi Nicolaus Copernicus dituangkan dalam sebuah bukunya yang berjudul *De Revolutionibus Orbium Coelestium* ("Mengenai revolusi orbit langit") pada tahun 1543. Teori yang beranggapan bahwa matahari sebagai pusat tata surya disebut heliosentris. Helios berasal dari bahasa Yunani yang berarti matahari.

### Info MEDIA

Astronom Inggris James Brodley (1693-1762) mencatat bahwa tampaknya banyak bintang mempunyai ketidakteraturan dalam garis edarnya. Ia menyimpulkan bahwa hal tersebut disebabkan oleh pengamatan dari bumi yang bergoyang pada sumbunya karena gaya tarik gravitasi bulan.

## Bulan Mengelilingi Bumi

Bulan merupakan satelit bumi, oleh karena itu bulan beredar mengelilingi bumi. Peredaran bulan mengelilingi bumi disebabkan gaya tarik-menarik antara bumi dan bulan yang disebut gaya gravitasi. Selain beredar mengelilingi bumi, bulan juga mengalami rotasi dan revolusi.



## B. Gravitasi

Sebuah benda apapun jika dilempar ke atas akan jatuh kembali ke bumi. Hal ini disebabkan oleh gaya gravitasi. Seorang ahli fisika **Sir Isaac Newton** menyelidikinya dan menyimpulkan bahwa besarnya gaya gravitasi berbanding lurus dengan hasil kali kedua massa benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara pusat massa dua benda tersebut. Gaya gravitasi ( $F$ ) dinyatakan dengan persamaan:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Dengan  $m_1$  dan  $m_2$  adalah massa masing-masing benda dinyatakan dalam satuan kg dan  $r$  adalah jarak antara pusat massa dua benda dinyatakan dalam satuan meter, dan  $G$  adalah konstanta gravitasi

dinyatakan dalam satuan  $\frac{\text{Nm}^2}{(\text{kg})^2}$ . Tunjukkan bahwa

$F_g$  dinyatakan dalam satuan newton!

Dari persamaan di atas dapat dianalisis bahwa gaya tarik bumi lebih besar daripada gaya tarik benda. Benda jatuh di samping adanya gaya tarik menarik dengan bumi tetapi juga dikarenakan gaya berat benda itu sendiri yang besarnya sama. Oleh karena itu, persamaan gravitasi dapat ditulis kembali dengan persamaan:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m_1 g \Rightarrow g = G \frac{m_2}{r^2}$$

Dengan  $m_1$  adalah massa buah apel dan  $m_2$  adalah massa bumi ( $M_{\oplus}$ ), maka persamaan di atas dapat ditulis:

$$g_{\oplus} = G \frac{M_{\oplus}}{r^2}$$

Persamaan tersebut di atas menunjukkan bahwa suatu benda yang jatuh di permukaan bumi tidak tergantung pada massa benda tetapi tergantung pada massa bumi atau massa planet di mana benda dijatuhkan.



## Tugas

Dari  $g_{\oplus} = G \frac{M_{\oplus}}{r^2}$ , kalian bisa membayangkan dalam sistem tata surya kita.

1. Planet mana yang mempunyai gravitasi yang paling besar?
2. Dengan mengetahui massa bumi dan bulan, buktikan bahwa percepatan gravitasi di bulan  $\frac{1}{6}$  kali percepatan di bumi?
3. Benda yang bermassa  $m$ , jika ditimbang di suatu planet, planet yang mana yang mempunyai gaya berat paling besar?
4. Apakah matahari juga mempunyai percepatan gravitasi?
5. Apakah satelit buatan yang diluncurkan ke angkasa juga mempunyai gaya-tarik menarik dengan bumi?

Massa suatu benda tidak dipengaruhi oleh gravitasi sehingga dimanapun letaknya besarnya tetap. Sedangkan berat benda berbeda sesuai dengan letaknya.



## C. Orbit Planet

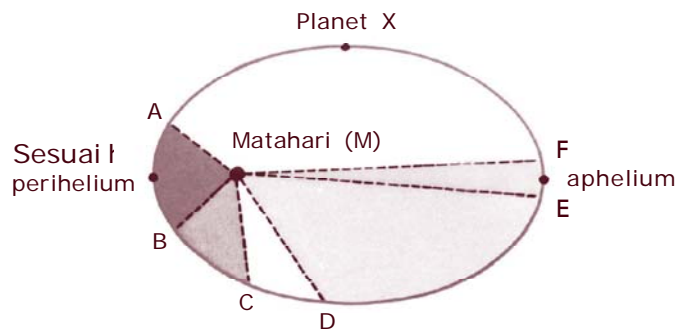
Gaya gravitasi berpengaruh juga pada matahari dan planet. Massa dan gravitasi matahari yang besar selalu berusaha menarik planet-planet ke arah matahari. Meskipun demikian, planet-planet juga berusaha mempertahankan gerakanya yang

cenderung lurus. Kombinasi gaya gravitasi dan gerak planet yang cenderung bergerak lurus menyebabkan planet senantiasa beredar mengelilingi matahari.

Pergerakan planet-planet dalam mengelilingi matahari berada pada orbital atau lintasan tertentu. Pada tahun 1609 **Johannes Kepler** yang mendukung dan terinspirasi oleh teori heliosentris dari **Copernicus** (1473-1543) mengemukakan tiga hukum gerak planet terhadap matahari:

1. Pergerakan planet mengedari matahari dengan lintasan elips.
2. Garis yang menghubungkan planet dengan matahari melewati bidang yang sama luasnya dengan jangka waktu yang sama.
3. Pangkat tiga jarak rata-rata dari matahari berbanding lurus dengan kuadrat kala revolusi sebuah planet,  $R^3 \sim T^2$ .

Misalnya planet bumi yang mengelilingi matahari selama revolusinya, bumi kadang dekat kadang menjauh. Di mana posisi bumi berada pada titik terdekat dengan matahari disebut perihelium, sedangkan titik terjauhnya aphelium. Di mana bumi berada pada aphelium yaitu pada tanggal 1 Juli dan berada pada perihelium tanggal 1 Januari. Jarak aphelium adalah 152 juta kilometer dan jarak perihelium adalah 147 juta kilometer.



**Gambar 14.3** Hukum kedua Kepler

1. Luas  $AMB = CMD = EMF$ , dengan  $M$  adalah matahari.
2. Waktu untuk menempuh  $AB = CD = EF$
3. Kecepatan yang ditempuh  $AB$  lebih besar daripada kecepatan  $EF$  dan  $CD$ . Kenapa? Diskusikan!

Jadi, planet bergerak cepat bila dekat matahari dan bergerak lambat bila jauh dari matahari.

Sedangkan jika ditinjau dari hukum ketiga Kepler yang menyatakan kuadrat kala revolusi sebuah planet berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak rata-ratanya dari matahari, maka revolusi planet pertama dan planet kedua dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$$

Dengan  $T_1$  dan  $T_2$  adalah kala atau periode revolusi planet pertama dan planet kedua,  $R_1$  dan  $R_2$  adalah jarak rata-rata matahari dari planet pertama dan jarak rata-rata matahari dari planet kedua.



## D. Planet

### Info MEDIA

Menurut para ilmuwan, bumi berusia sekitar 4,6 miliar tahun. Beberapa contoh meteorit yang jatuh ke bumi juga memiliki usia yang sama dengan bumi. Oleh karena itu, para ilmuwan menyimpulkan bahwa tata surya kita terbentuk dari awan gas dan debu secara bersamaan.

Planet merupakan objek langit yang mengitari matahari yang memiliki bidang orbit yang eksklusif, bersih dari objek lain di sekitarnya serta memiliki massa yang cukup untuk gaya gravitasi sehingga mampu mempertahankan bentuknya. Berdasarkan definisi di atas planet hanya ada delapan yaitu Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Jika dilihat dari sabuk asteroid, planet Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars disebut planet

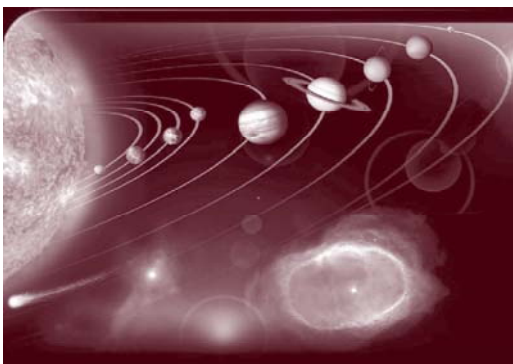
dalam, sedangkan Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus disebut planet luar.

Perhatikan tabel berikut!

Planet	Diameter Rata-rata dalam km	Jarak Rata-rata dari Matahari dalam km	Periode Revolusi	Periode Rotasi	Jumlah Bulan	Susunan Atmosfer
Merkurius	4.862	58.000.000	88 hari	59 hari	0	He
Venus	12.190	108.000.000	225 hari	-243 hari*	0	CO <sub>2</sub>
Bumi	12.725	149.600.000	365 hari	23,9 hari	1	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
Mars	6.780	228.000.000	1,9 tahun	24,6 jam	2	CO <sub>2</sub>
Jupiter	142.860	779.000.000	11,9 tahun	9,8 jam	16	NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub>
Saturnus	120.000	1.428.000.000	29,5 tahun	10,6 jam	17**	NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub>
Uranus	50.100	2.875.000.000	84 tahun	24 jam	5	CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub>
Neptunus	48.600	4.500.000.000	164,8 tahun	22 jam	2	NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub>

\* Tanda minus menunjukkan rotasi berlawanan dengan planet-planet lain

\*\* Ditemukan 21 tetapi tidak disahkan



Gambar 14.3 Matahari beserta planet

Sumber: [blogs.answersingenesis.org](http://blogs.answersingenesis.org)

Setiap planet yang bergerak pada orbital memiliki garis edar. Bidang edar planet bumi disebut **ekliptika**. Semua planet mengalami siang dan malam karena planet berputar pada sumbunya. Kebanyakan planet-planet berputar pada sumbunya searah dengan arah putaran Bumi, hanya Venus yang mempunyai arah perputaran yang berlawanan.

Di mana arah peredaran planet-planet berlawanan arah jarum jam. Peredaran planet mengelilingi matahari disebut **revolusi planet**.

Planet yang terdekat dengan matahari adalah Merkurius kemudian Venus. Temperatur kedua planet pada siang hari sangat tinggi. Karena itu planet Merkurius hampir tidak mempunyai atmosfer. Sebaliknya Venus terselubung atmosfer yang tebal sehingga merintangi pandangan kita ke permukaannya.

Karena terselubung awan putih yang tebal maka planet Venus sering disebut **bintang pagi** atau **bintang senja**. Atmosfer di Venus kebanyakan terdiri atas gas karbondioksida. Suhu di Venus pada siang hari mencapai 500° C.



**Gambar 14.4** Planet venus  
Sumber: [www.adlerplanetarium.org](http://www.adlerplanetarium.org)



**Gambar 14.5** Planet saturnus  
Sumber: [www.adlerplanetarium.org](http://www.adlerplanetarium.org)

Sampai sekarang planet yang terus diteliti dan diperkirakan mungkin terdapat kehidupan adalah planet Mars. Di antaranya pada tahun 1976. Ekspedisi luar angkasa "Viking" didaratkan di Mars untuk meneliti keadaan di planet Mars.

Di seberang Mars terdapat planet berukuran besar/raksasa, yaitu Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Planet yang terbesar adalah planet Jupiter dengan ukuran atau volumenya 2300 kali volume Bumi.

Sedangkan planet Saturnus adalah planet terbesar kedua dengan jari-jari 60.000 kilometer. Angkasanya hanya mengandung gas hidrogen dengan sabuk-sabuk awan yang memantulkan sinar matahari dengan baik. Terlihat seperti cincin yang melingkari planet.

Uranus dan Neptunus disebut **planet kembar**. Garis tengahnya kira-kira empat kali garis tengah Bumi.

Planet-planet juga mempunyai satelit yang mengedarinya. Arah peredaran satelit sama dengan arah peredaran planetnya. Bidang edarnya hampir berimpitan dengan bidang edar planet.

Di dalam tata surya ada 32 satelit. Berikut penjabaran planet beserta satelitnya:

- |                      |   |                   |
|----------------------|---|-------------------|
| 1. Bumi              | → | 1 satelit (bulan) |
| 2. Jupiter           | → | 12 satelit        |
| 3. Uranus            | → | 5 satelit         |
| 4. Mars dan Neptunus | → | 2 satelit         |
| 5. Saturnus          | → | 10 satelit        |



Ukuran satelit yang dimiliki Jupiter adalah sama atau lebih besar daripada bulan. Belum diketahui planet yang lain mempunyai satelit atau tidak. Tetapi saturnus mempunyai satelit yang berangkasa yaitu **Titan** begitu juga satelit yang dimiliki Jupiter yaitu **Ganymeda** juga berangkasa.

Ganymeda ini adalah satelit yang terbesar yang dimiliki oleh Jupiter. Selain satelit-satelit tadi ada juga satelit yang dibuat oleh manusia dengan tujuan yang bermacam-macam, sebagian besar digunakan untuk langkah ilmiah dan sebagian lagi untuk meneliti cuaca dan lain-lain.



## E. Komet



**Gambar 14.6** Komet Halley  
Sumber: [central-of-msv.blogspot.com](http://central-of-msv.blogspot.com)

Komet merupakan rangkaian cahaya yang bergerak dari satu konstelasi ke konstelasi lain di antara bintang-bintang. Rangkaian cahaya komet memperlihatkan seperti untaian rambut panjang, oleh karena itu komet sering disebut bintang berekor.

Ketika mendekati matahari, ekor komet selalu berada di depan, menjauhi matahari. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan sorot pada cahaya matahari yang mendorong partikel-partikel terkecil selalu ke arah yang berlawanan dengan matahari.

Komet terdiri atas berbagai gas termasuk di dalamnya adalah Sianogen (S/CN), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbon monoksida (CO), nitrogen ( $\text{N}_2$ ), hidroksil (OH), dan nitrogen hidrid (NH).

Pergerakan komet tampak dalam pemandangan sebagai lambaian yang indah yang kemudian lenyap begitu saja selama bertahun-tahun. Komet bergerak menjelajahi wilayah langit pada berbagai sudut pada bidang tata surya.

## Info MEDIA

*Ketika komet Halley kembali pada tahun 1986, pesawat penjelajah antariksa Giotto dikirim untuk mencegat dan mempelajarinya. Pesawat terbang dalam jarak 960 km dari komet, mengambil contoh uap dan ekornya dan menemukan bahwa nukleusnya adalah campuran kotoran dan es berukuran  $16 \times 8$  km ( $10 \times 5$  mil).*

Pada tahun 1705 ahli atmosfer **Edmund Halley** menerapkan hukum gravitasi pada pengamatan-pengamatan mengenai sejumlah komet. Ia mengetahui bahwa komet beredar menjelajahi wilayah sesuai hukum gravitasi. Sebagai contoh komet Halley yang muncul setiap 76 tahun sekali.



## F. Asteroid

Asteroid adalah benda-benda langit kecil yang mengelilingi matahari.

Lintasan pergerakan asteroid dalam mengelilingi matahari berbentuk lingkaran, tetapi kadang juga beberapa asteroid mempunyai lintasan pergerakan yang lonjong. Letak lintasan/orbit asteroid dekat dengan ekliptika. Pada dasarnya asteroid tidak mempunyai angkasa. Asteroid terbesar adalah **Ceres** dengan diameter 750 kilometer.

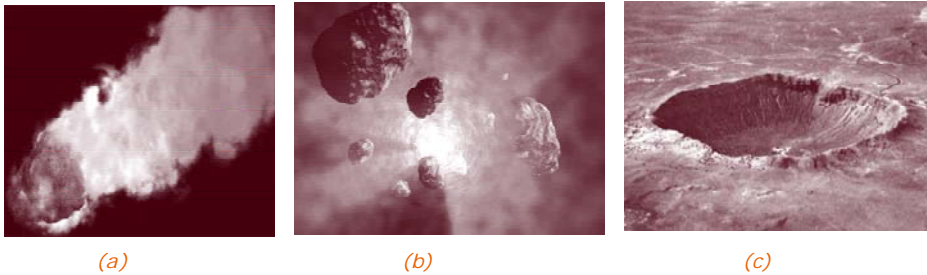
Asteroid bergerak mengelilingi matahari mempunyai kala revolusi rata-rata 4 sampai 6 bulan. Ada sebuah asteroid yang berorbit lonjong dan pernah mendekati ke laut bumi, yaitu asteroid **Icarus**. Sebagian besar asteroid terkumpul atau berkerumun di orbit Mars dan Jupiter. Sekumpulan asteroid ini disebut **sabuk asteroid**. Sebanyak 23 asteroid mempunyai orbit yang memotong bumi yang disebut **asteroid Apollo**, 75 asteroid memotong orbit Mars dan 16 asteroid dinamakan **Trojan** karena mengikuti Jupiter dalam orbitnya.



## G. Meteor dan Meteorit

Komet yang terpecah-pecah membentuk meteor, pecahannya bisa mencapai jutaan. Kelompok meteor dari pecahan komet ini beredar mengikuti orbit yang tetap di angkasa. Pada umumnya meteor berukuran sangat kecil. Massa partikel-partikel meteor kurang dari 1 gram. Tetapi ada juga meteor dengan berat beberapa ton.

Sebelum mencapai permukaan bumi meteor bergesekan dengan angkasa bumi atau atmosfer sehingga menghasilkan panas yang akan membakar habis benda itu. Peristiwa itu yang sering kita kenal **bintang beralih, bintang jatuh** atau **meteor**.



**Gambar 14.8** Meteor (a), meteorit (b), kawah meteorit dekat Winslow, Arizona (c)

Sumber: [politricks.myninjaplease.com](http://politricks.myninjaplease.com), [www.uniovi](http://www.uniovi)

Pada umumnya meteor hancur karena suhu panas pada saat mencapai atmosfer bumi. Meskipun jarang terjadi tetapi ada pula meteor yang mencapai permukaan bumi. Jika ada meteor yang mencapai permukaan bumi pastilah ukurannya besar. Meteor yang mencapai permukaan bumi itulah yang dinamakan meteorit. Contohnya seperti kawah Arizona yang diakibatkan jatuhnya meteor, tepatnya di Winslow, Arizona dan Kawah Deep Bay di Saskatchewan, Kanada yang berdiameter  $\pm 12$  km.

Meteorit terdiri atas dua jenis yaitu:

1. Meteorit logam (metalik)  
Meteorit ini terdiri atas nikel.
2. Meteorit batu-batuan  
Meteorit ini terdiri atas mineral dan menyerupai batuan beku.

## Rangkuman

1. Teori geosentris: teori yang beranggapan bahwa bumi sebagai pusat peredaran tata surya.
2. Teori heliosentris: teori yang beranggapan bahwa matahari sebagai pusat tata surya.
3. Tata surya: susunan benda-benda langit yang terdiri atas matahari, planet, asteroid, meteor, meteorit dengan matahari sebagai pusatnya.

4. Gaya gravitasi  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

5. Hukum gerak planet terhadap matahari yang dikemukakan oleh Johannes Kepler:
  - a. Pergerakan planet mengedari matahari dengan lintasan elips.
  - b. Garis yang menghubungkan planet dengan matahari melewati bidang yang sama luasnya dengan jangka waktu yang sama.
  - c. Pangkat tiga jarak rata-rata dari matahari berbanding lurus dengan kuadrat kala revolusi sebuah planet.

$$R^3 \propto T^2$$

6. Planet: objek langit yang mengitari matahari yang memiliki bidang orbit eksklusif, bersih dari objek lain di sekitarnya.
7. Komet: rangkaian cahaya yang bergerak dari satu konstelasi ke konstelasi lain di antara bintang-bintang.
8. Asteroid: benda-benda langit kecil yang mengelilingi matahari.

## Refleksi

Setelah kalian pelajari materi tentang tata surya, untuk bahan refleksi, sebutkan beberapa alasan mengapa Pluto dikeluarkan dari anggota tata surya!

Bacalah kembali materi bab ini, jika kalian merasa kurang paham, pelajari lagi atau bertanyalah kepada guru kalian dan lanjutkan ke bab berikutnya jika kalian sudah menguasai materi ini.



## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

- Teori yang menyebutkan bahwa bumi beredar mengelilingi matahari adalah . . . .
  - geosentris
  - heliosentris
  - geosinkron
  - perihelium
- Di bawah ini yang **bukan** merupakan gerakan bulan adalah . . . .
  - rotasi
  - revolusi
  - mengelilingi matahari
  - mengelilingi bumi
- Berikut ini rumus yang benar dari gaya gravitasi adalah . . . .
  - $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
  - $F = G \frac{r^2}{m_1 m_2}$
  - $G = F \frac{r^2}{m_1 m_2}$
  - $G = F \frac{m_1 m_2}{r^2}$
- Peristiwa di bawah ini yang **bukan** merupakan peristiwa gravitasi bumi adalah . . . .
  - penerjun payung
  - buah kelapa jatuh
  - bola menggelinding
  - peluru yang ditembakkan ke atas
- Di bawah ini satuan yang benar dari gaya berat suatu benda adalah . . . .
  - m/s<sup>2</sup>
  - N m
  - N
  - kg m/s
- Titik terjauh planet terhadap matahari dalam hukum Kepler II disebut . . . .
  - perihelium
  - aphelium
  - orbital
  - elips
- Yang benar dari hukum Kepler III adalah . . . .
  - $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$
  - $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$
  - $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_2^3}{R_1^3}$
  - $\frac{T_1^2}{R_2^3} = \frac{T_2^3}{R_1^3}$

8. Yang **bukan** merupakan planet dalam adalah . . . .
  - a. Bumi
  - b. Merkurius
  - c. Venus
  - d. Jupiter
9. Satelit yang dimiliki oleh planet Mars dan Neptunus adalah . . . .
  - a. 1 satelit
  - b. 2 satelit
  - c. 5 satelit
  - d. 6 satelit
10. Benda-benda di langit yang jumlahnya ratusan ribu dan beredar mengelilingi matahari disebut . . . .
  - a. komet
  - b. asteroid
  - c. meteor
  - d. meteorit

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat!**

1. Apakah tata surya itu? Jelaskan dan sebutkan anggotanya!
2. Jelaskan kata-kata di bawah ini:
  - a. Teori Geosentris!
  - b. Teori Heliosentris!
3. Apakah asteroid itu?
4. Jelaskan pergerakan komet dan sebutkan berbagai gas yang berada di dalamnya!
5. Sebutkan macam-macam meteorit!

**Proyek**

Carilah informasi tentang planet-planet yang tergolong dwarf planet dari majalah, koran, televisi atau internet, kemudian buatlah ringkasan dalam bentuk multimedia untuk dipresentasikan di depan kelas.