

**MISTERI GERAK PLANET**

**IDENTITAS**

- 1. Nama Mata Pelajaran : Fisika X (peminatan)
- 2. Semester : 2
- 3. Kompetensi Dasar

3.8 Menganalisis keteraturan gerak planet dan satelit dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton

4.8 Menyajikan karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi, pemanfaatan dan dampak yang ditimbulkannya dari penelusuran berbagai sumber informasi

4. Indikator Pencapaian Kompetensi

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>3.8.1 Mengamati tentang keseimbangan yang terjadi pada sistem tatasurya dan gerak planet melalui berbagai sumber</p> <p>3.8.2 Mendiskusikan konsep gaya gravitasi, percepatan gravitasi, dan kuat medan gravitasi, dan hukum Kepler berdasarkan hukum Newton tentang gravitasi</p> <p>3.8.3 Menganalisis hubungan antara gaya gravitasi dengan massa benda dan jaraknya.</p> <p>3.8.4 Menghitung resultan gaya gravitasi pada benda titik dalam suatu sistem.</p> <p>3.8.5 Membandingkan percepatan gravitasi dan kuat medan gravitasi pada kedudukan yang berbeda.</p> <p>3.8.6 Menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum Kepler.</p> <p>3.8.7 Menyimpulkan ulasan tentang hubungan antara kedudukan, kemampuan, dan kecepatan gerak satelit berdasarkan data dan informasi hasil eksplorasi dengan menerapkan hukum Kepler</p> <p>4.8.1 Mempresentasikan tentang satelit buatan yang mengorbit bumi dan permasalahan yang ditimbulkannya</p> <p>4.8.2 Mempresentasikan dalam bentuk kelompok tentang keteraturan gerak planet dalam tata surya dan kecepatan satelit geostasioner</p> |  |
|--|---|--|

- 5. Materi Pokok : Hukum Gravitasi Newton dan Hukum Kepler
- 6. Alokasi Waktu : 3 pertemuan ( 9 x 45 menit)

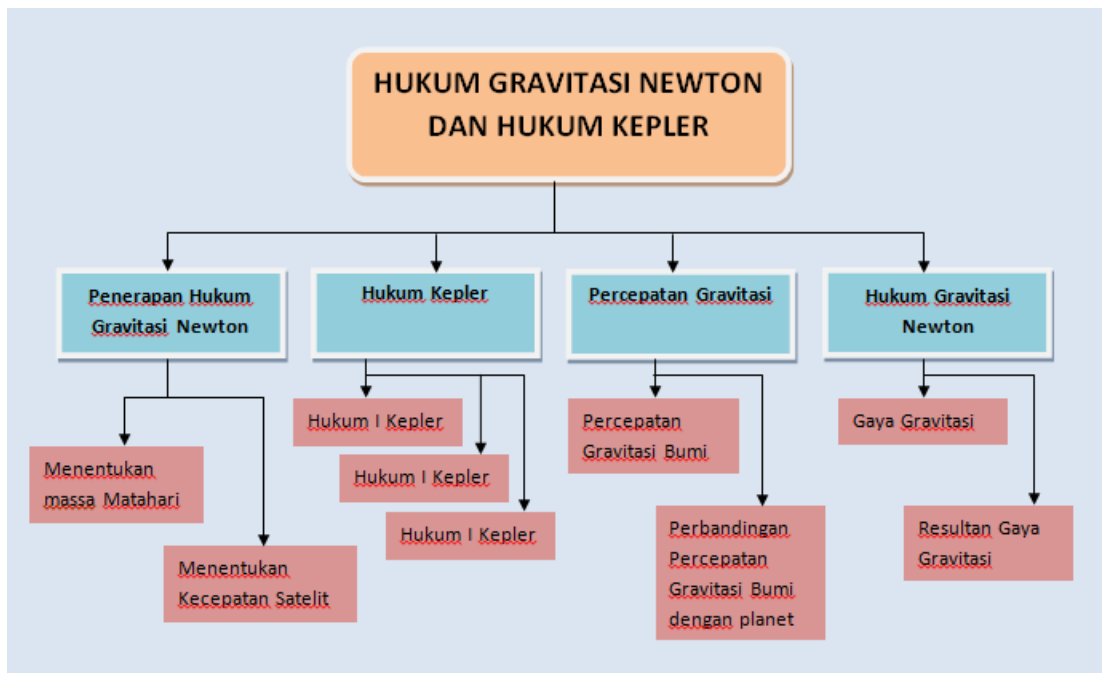
## 7. Tujuan Pembelajaran :

Melalui kegiatan pembelajaran dengan pendekatan saintifik dan model discovery learning dengan metode: diskusi, eksperimen dan presentasi Anda dapat mencapai kompetensi pengetahuan **Menganalisis** keteraturan gerak planet dan satelit dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton secara mandiri dan kelompok, serta Anda dapat **menyajikan** karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi, pemanfaatan dan dampak yang ditimbulkannya dari **penelusuran berbagai sumber informasi**, dengan **rasa ingin tahu, tanggung jawab, disiplin** selama proses pembelajaran dan bersikap jujur, percaya diri serta pantang menyerah.

## 8. Materi Pembelajaran

|                     |  |
|---------------------|--|
| Pengetahuan faktual | <ul style="list-style-type: none"><li>• Demonstrasi gerak planet dalam tatasurya</li><li>• Video gerakan satelit pada orbitnya</li></ul>   |
| Konseptual          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Hukum Kepler</li><li>• <i>“Lintasan setiap planet mengelilingi matahari merupakan sebuah elips dengan matahari terletak pada salah satu titik fokusnya”.</i> (Hukum I Kepler)</li><li>• <i>“Setiap planet bergerak sedemikian sehingga suatu garis khayal yang ditarik dari matahari ke planet tersebut mencakup daerah dengan luas yang sama dalam waktu yang sama.”</i> (Hukum II Kepler)</li><li>• <i>“Kuadrat periode planet mengitari matahari sebanding dengan pangkat tiga rata-rata planet dari matahari.”</i> (Hukum III Kepler)</li><li>• Penerapan Hukum Gravitasi Newton</li></ul> |
| Prosedural          | Langkah menentukan periode revolusi planet dalam tata surya.   |
| Metakognitif        | Kalibrasi kecepatan satelit dengan sistem navigasi satelit untuk mempertahankan posisi satelit pada orbitnya   |

## PETA KONSEP



## KEGIATAN PEMBELAJARAN

### a. Petunjuk Umum UKBM

1. Melalui UKBM ini Anda akan mengembangkan kemampuan **menganalisis** keteraturan gerak planet dan satelit dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton agar dapat menggambarkan fenomena di alam dan melaporkan hasilnya melalui presentasi sehingga Anda akan terlatih **berkomunikasi** dengan baik. Aktivitas berpikir yang akan Anda latih dalam UKB ini adalah menganalisis dengan menggunakan persamaan gaya gravitasi, medan/percepatan gravitasi, dan energi potensial gravitasi. Untuk itu, Anda harus belajar dengan **sabar dan tekun** sehingga Anda bisa tahu, mau, dan mampu melakukan **aktifitas berpikir tinggi** tersebut melalui belajar Fisika ini.
2. **Baca dan pahami** materi pada buku : (1) Nugroho, A.P., Indarti., Syifa, N.H. 2016. *Buku Siswa Fisika untuk SMA/MA X Peminatan Matematika dan Ilmu Alam*. Surakarta: Mediatama, Hal 175-195 (2)<https://belajar.kemdikbud.go.id/SumberBelajar> (3) buku lain yang sekiranya Anda temukan berkaitan dengan materi hukum newton gravitasi, untuk keperluan ini Anda boleh mencarinya di internet
3. **Kerjakan UKBM** ini dibuku kerja atau langsung mengisikan pada bagian yang telah disediakan. Anda bisa bekerja sendiri, namun akan lebih baik apabila bekerjasama dengan teman lain sekaligus berlatih untuk berkolaborasi dan berkomunikasi dengan baik.
4. Anda dapat **belajar bertahap dan berlanjut** melalui kegiatan **ayo berlatih**, apabila Anda yakin sudah paham dan mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam kegiatan belajar 1, dan 2 Anda boleh sendiri atau

mengajak teman lain yang sudah siap untuk **mengikuti tes formatif agar Anda dapat belajar ke UKBM berikutnya.**

## b. Kegiatan Inti

### 1. Pendahuluan

Sebelum Anda memulai untuk mengikuti kegiatan belajar ini, cobalah memikirkan kembali peristiwa sehari-hari seperti gambar berikut:

Bulan dilihat dari Bumi



*Jika malam telah tiba, perhatikanlah bulan di langit! Apakah bulan dalam keadaan diam saja? Apakah bulan jatuh ke bumi? Mengapa?*

*Perhatikan pula situasi sebuah pohon di sekitarmu ? Apakah ada daun pada pohon yang jatuh di bawah pohon ? Mengapa daun yang massanya ringan dapat jatuh ke permukaan bumi, sedang bulan yang massanya jauh lebih besar dibandingkan selembar daun tidak jatuh ke bumi ?*

#### *Istilah yang harus dipahami*

- *Resultaan Gaya: penjumlahan dari 2 atau lebih gaya*
- *Medan : daerah yang disekitar besaran fisis yang masih dipengaruhi oleh besaran tersebut*

### 2. Kegiatan Belajar

Ayo.....ikuti kegiatan belajar berikut dengan penuh **kesabaran dan konsentrasi!!!**



#### Kegiatan Belajar 1

**Bacalah** uraian materi gaya gravitasi pada Buku Teks Pelajaran, setelah itu jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut melalui diskusi kelompok.



1. Apakah yang dimaksud gaya gravitasi Bumi?
2. Apakah mungkin suatu tempat tidak dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi?
3. Mengapa seorang astronot dapat melayang-layang di angkasa?
4. Mengapa matahari tidak jatuh ke bumi?

Buatlah laporan hasil diskusi kelompok kalian lalu sampaikan kepada guru untuk mendapatkan konfirmasi.

*Ayo terus semangat ya.....*

Sekarang pelajari contoh berikut dengan penuh rasa keingintahuan dan kesabaran.

### Contoh

1. Jika dua planet masing-masing bermassa  $2 \times 10^{20}$  kg dan  $4 \times 10^{20}$  kg, mempunyai jarak antara kedua pusat planet sebesar  $2 \times 10^5$  km. Tentukan besar gaya tarik-menarik antara kedua planet!

**Penyelesaian :**

*Nilai G jika tidak disebutkan, usahakan untuk dihafalkan sebesar*

$$6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$$

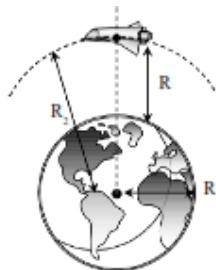
$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F = 6,67 \times 10^{-11} \cdot \frac{2 \cdot 10^{20} \times 4 \cdot 10^{20}}{(2 \cdot 10^{(5+3)})^2}$$

$$F = 6,67 \times 10^{-11} \cdot \frac{2 \cdot 10^{20} \times 4 \cdot 10^{20}}{(2 \cdot 10^8)^2}$$

$$F = 1,33 \cdot 10^{14} \text{ N}$$

2. Seorang astronot di bumi memiliki berat 800 N. Kemudian astronot itu naik pesawat meninggalkan bumi hingga mengorbit pada ketinggian R (R = jari-jari bumi = 6.380 km).  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$ . Berapakah berat astronot tersebut pada orbit tersebut?



### Penyelesaian

$$R_1 = R = 6.380 \text{ km} = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$F_1 = 800 \text{ N}$$

$$R_2 = R + R = 2 \times 6,38 \cdot 10^6 \text{ m} = 1,27 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$F_2 = ?$$

Berat astronot merupakan gaya gravitasi bumi. Sehingga sebanding terbalik dengan kuadrat jarak ke dua.

Sehingga :

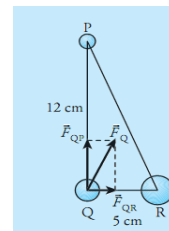
$$F \sim \frac{1}{R^2}$$
$$\frac{F_2}{F_1} = \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^2$$
$$\frac{F_2}{800} = \left( \frac{6,38 \cdot 10^6}{2 \times 6,38 \cdot 10^6} \right)^2$$
$$F_2 = \frac{1}{4} \cdot 800 = 200 \text{ N}$$

### Ayo Berlatih 1

Setelah Anda memahami contoh di atas, coba berlatih dengan mengerjakan soal-soal berikut.

1. Hitunglah besar gaya gravitasi yang bekerja pada sebuah pesawat ruang angkasa yang bermassa 2500 kg dan mengorbit bumi dengan jari-jari orbit  $13 \times 10^6 \text{ m}$ ? diketahui massa bumi  $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

2. Tiga buah benda P, Q, dan R masing-masing bermassa 1 kg, 2 kg, dan 4 kg, diletakkan pada sudut segitiga siku-siku. Sisi-sisi segitiga tersebut adalah 5 cm, 12 cm, dan 13 cm. Jika benda Q berada pada sudut siku-sikunya, tentukan resultan gaya gravitasi yang dialami benda Q.



3. Tiga buah benda A, B dan C berada dalam satu garis lurus seperti pada gambar berikut.



Jika nilai konstanta gravitasi  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$  hitung:

- a) Besar gaya gravitasi yang bekerja pada benda B
  - b) Arah gaya gravitasi pada benda B
4. Tiga buah bola bermassa masing-masing 1kg, 2kg dan 3kg diletakkan pada titik sudut segitiga sama sisi dengan sisi 1 meter. Tentukanlah gaya yang dialami oleh bola bermassa 1 kg dalam susunan ini!

5. Perbandingan massa planet A dan B adalah 2 : 3 sedangkan perbandingan jari-jari planet A dan B adalah 1 : 2. Jika berat benda di planet A adalah  $w$ , maka berat benda tersebut di planet B adalah....

Apabila kalian telah menyelesaikan permasalahan di atas laporkan hasilnya pada guru kalian. Setelah itu kalian bisa melanjutkan pada kegiatan belajar 2.

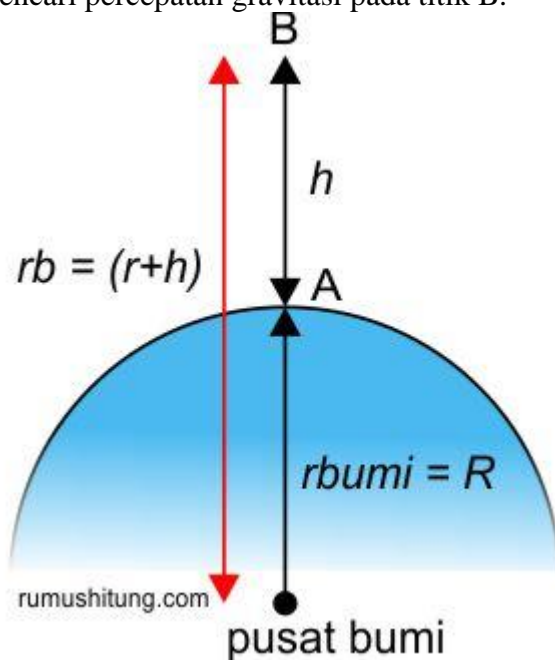


### Kegiatan Belajar 2

Setelah Anda belajar tentang gaya gravitasi, selanjutnya anda akan belajar tentang medan gravitasi atau percepatan gravitasi dan juga energi potensial gravitasi. **Bacalah** uraian materi pada Buku Teks Pelajaran dengan **penuh konsentrasi!**

Kalian pasti pernah mendengar tentang percepatan gravitasi. Misalnya saat belajar tentang gerak jatuh bebas atau hukum Newton, diketahui percepatan gravitasi di permukaan bumi sebesar  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Apa sebenarnya percepatan gravitasi itu? Bagaimanakah menentukan percepatan gravitasi yang berjarak  $h$  dari permukaan planet?

Coba kalian diskusikan ilustrasi gambar di bawah ini dan tuliskan rumus untuk mencari percepatan gravitasi pada titik B.



Untuk menentukan percepatan gravitasi di planet lain selesaikanlah **Unjuk kerja tentang Percepatan Gravitasi di Berbagai Planet.**

### PERCEPATAN GRAVITASI DI BERBAGAI PLANET

Alat dan Bahan:

1. Timbangan badan
2. Pensil
3. Kertas

Langkah Kegiatan:

1. Bentuklah kelompok yang terdiri dari 4 orang.
2. Siapkan timbangan badan kemudian ukurlah massa badan seluruh anggota kelompok.
3. Catat hasil pengukuran pada table berikut.

| No | Nama Anggota<br>Kelompok | Massa Badan (kg) | Berat badan di bumi (N) |
|----|--------------------------|------------------|-------------------------|
| 1  |                          |                  |                         |
| 2  |                          |                  |                         |
| 3  |                          |                  |                         |

4. Berdasarkan data yang kalian peroleh, hitunglah berat badan seluruh anggota kelompok jika berada di planet Venus, Saturnus dan Neptunus dengan membuat tabel berikut.

| No | Planet | Percepatan gravitasi planet | Massa Peserta Didik (kg) |   |   |   | Berat Peserta Didik (N) |   |   |   |  |
|----|--------|-----------------------------|--------------------------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|--|
|    |        |                             | 1                        | 2 | 3 | 4 | 1                       | 2 | 3 | 4 |  |
| 1  |        |                             |                          |   |   |   |                         |   |   |   |  |
| 2  |        |                             |                          |   |   |   |                         |   |   |   |  |

Untuk melengkapi tabel tersebut gunakan data-data berikut.

| No | Planet | Massa Planet (kg)     | Jari-jari Planet (m) |
|----|--------|-----------------------|----------------------|
| 1  | Venus  | $4,88 \times 10^{24}$ | $6,06 \times 10^6$   |
| 2  | Bumi   | $5,98 \times 10^{24}$ | $6,38 \times 10^6$   |



|   |          |                       |                    |
|---|----------|-----------------------|--------------------|
| 3 | Saturnus | $5,68 \times 10^{26}$ | $5,85 \times 10^7$ |
| 4 | Neptunus | $1,03 \times 10^{26}$ | $2,21 \times 10^7$ |

5. Setelah menemukan besar percepatan gravitasi dan berat badan di masing-masing planet, diskusikan beberapa pertanyaan berikut:
  - a. Bagaimana cara menentukan percepatan gravitasi pada setiap planet?  
Jelaskan!
  - b. Bagaimana perbandingan percepatan gravitasi Bumi dengan percepatan gravitasi setiap planet?
  - c. Buatlah kesimpulan dari kegiatan yang telah kalian selesaikan tersebut.
6. Komunikasikan hasil perhitungan dan diskusi kelompok kalian kepada guru.

Setelah melakukan kegiatan diskusi dan unjuk kerja, pelajarilah contoh berikut ini.

**Contoh :**

Sebuah planet bermassa  $6 \times 10^{24}$  kg dan berjari-jari 4.000 km. Tentukan percepatan gravitasi di permukaan planet tersebut!

**Penyelesaian :**

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

$$g = 6,672 \times 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}}{(4 \cdot 10^6)^2}$$

$$g = 25,02 \text{ m/s}^2$$

Agar pemahaman kalian tentang percepatan gravitasi bertambah mantap, kerjakanlah soal-soal pada Ayo Berlatih 2.

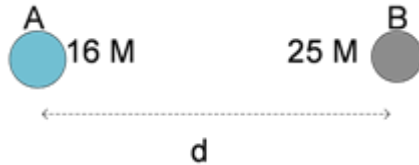
**Ayo Berlatih 2**

1. Kuat medan gravitasi pada suatu tempat di permukaan bumi adalah 9,9 N/kg. Jika R adalah jari-jari bumi, hitung kuat medan gravitasi pada ketinggian 2R dari tempat tersebut.
2. Tabel data fisis benda A dan benda B terhadap permukaan bumi yang memiliki jari-jari R sebagai berikut.

|         | Massa (kg) | Posisi dari permukaan bumi |
|---------|------------|----------------------------|
| Benda A | M          | R                          |
| Benda B | 2m         | 2R                         |

Hitung perbandingan kuat medan gravitasi benda A dengan benda B.

3. Titik C berada di antara dua buah planet seperti berikut!



Planet A memiliki massa  $16 M$  dan planet B memiliki massa  $25 M$ . Tentukan letak titik C dari planet A agar pengaruh medan gravitasi kedua planet sebesar nol!

Apabila kalian telah menyelesaikan permasalahan di atas laporkan hasilnya pada guru kalian. Setelah itu kalian bisa melanjutkan pada kegiatan belajar 3.



### Kegiatan Belajar 3

*Pelajari materi Hukum Kepler dan Penerapan Hukum Gravitasi Newton dengan membaca dan meringkasnya di buku catatan kalian dari Buku teks Pelajaran atau dari sumber lain. Setelah itu cobalah kerjakan persoalan berikut:*

#### Ayo Berlatih 3

1. Dua planet A dan B sedang mengorbit Matahari. Perbandingan jarak planet A dan B ke matahari adalah  $2 : 3$ . Jika periode planet A mengelilingi matahari adalah 9 hari, tentukan periode planet B.
2. Tentukanlah massa matahari berdasarkan hukum gravitasi Newton.
3. Tentukan rumus kecepatan satelit yang mengorbit bumi.

*Setelah kalian menyelesaikan soal-soal di atas lanjutkan dengan mengerjakan Tugas Projek berikut ini.*

## TUGAS PROJEK

1. Carilah materi atau artikel tentang macam-macam satelit alam yang dimiliki oleh setiap planet, dan satelit buatan yang mengorbit bumi berikut karakteristik, manfaat dan dampak yang ditimbulkan oleh satelit tersebut baik dari buku-buku yang ada di perpustakaan sekolah maupun dari internet.
2. Datalah macam-macam satelit tersebut.
3. Kemudian carilah karakteristik setiap satelit tersebut, seperti massa dan jari-jarinya.
4. Dari karakteristik tersebut hitunglah besarnya kecepatan satelit untuk mengorbit masing-masing planet tersebut.
5. Tuliskan hasil laporanmu tersebut ke dalam folio bergaris.
6. Selesaikan tugas proyek ini dalam waktu 1 minggu setelah guru memberikan tugas ini. Kumpulkan hasil pekerjaan kalian sebagai bentuk tugas proyek kepada guru kalian dengan tepat waktu.

Sebelum mengerjakan proyek ini, buatlah perencanaan berdasarkan table berikut:

| Tahapan     | Periode | Hal yang dilakukan |
|-------------|---------|--------------------|
| Persiapan   |         |                    |
| Pelaksanaan |         |                    |
| Pelaporan   |         |                    |

### c. Penutup

#### Bagaimana Kalian sekarang?

Setelah Kalian belajar bertahap dan berlanjut melalui kegiatan belajar 1,2, dan 3, berikut diberikan Tabel untuk mengukur diri Kalian terhadap materi yang sudah Kalian pelajari. Jawablah **sejujurnya** terkait dengan penguasaan materi pada UKBM ini pada Tabel berikut.

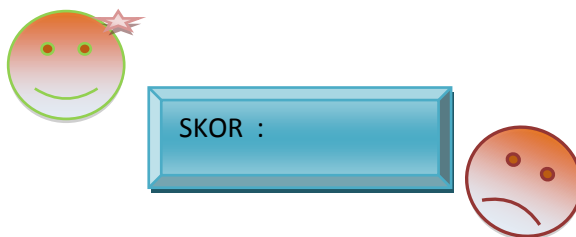
**Tabel Refleksi Diri Pemahaman Materi**

| No | Pertanyaan  | Ya | Tidak |
|----|---|----|-------|
| 1. | Apakah Kalian dapat memahami gaya gravitasi yang terjadi antara ke dua benda?   |    |       |
| 2. | Dapatkah Kalian menghitung resultan gaya gravitasi?   |    |       |
| 3. | Dapatkah Kalian menghitung percepatan gravitasi benda yang berada pada jarak tertentu dari permukaan bumi?                |    |       |
| 4. | Dapatkah Kalian menentukan besarnya gravitasi pada suatu planet dengan membandingkannya dengan percepatan gravitasi bumi? |    |       |
| 5. | Apakah Kalian dapat memahami hukum-hukum Kepler?  |    |       |
| 6. | Apakah Kalian dapat menentukan Massa matahari dan kecepatan satelit yang menorbit bumi?                                   |    |       |

Jika menjawab “TIDAK” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut dalam Buku Teks Pelajaran (BTP) dan pelajari ulang kegiatan belajar 1 dan 2 yang sekiranya perlu Kalian ulang dengan bimbingan Guru atau teman sejawat. **Jangan putus asa untuk mengulang lagi!** Dan apabila Kalian menjawab “YA” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan kegiatan berikut.

**Dimana posisi Kalian?**

**Ukurlah diri Kalian** dalam menguasai materi hukum gravitasi newton dalam rentang **0 – 100**, tuliskan ke dalam kotak yang tersedia.



Setelah Kalian menuliskan tingkat penguasaan terhadap materi hukum gravitasi newton, lanjutkan kegiatan berikut untuk mengevaluasi penguasaan Kalian!

*Kerjakan latihan soal evaluasi yang diberikan oleh guru kalian.*

Ini adalah bagian akhir dari UKBM materi hukum newton gravitasi, mintalah tes formatif kepada Guru Anda sebelum belajar ke UKBM berikutnya. **Sukses untuk Kalian!!!**