

The background of the slide features a person in a dark suit and white shirt, holding a thick, old book. The person is standing against a dark green background filled with faint, glowing mathematical formulas and diagrams. Visible formulas include $a \times b$, $P = 2l + 2w$, $|a \times b|$, and θ . There are also coordinate axes and geometric shapes like circles and squares. The overall aesthetic is academic and scientific.

FISIKA DASAR

*Pertemuan 7, Rabu 28 Oktober 2020
Program Studi Informatika
Universitas Pembangunan Jaya*

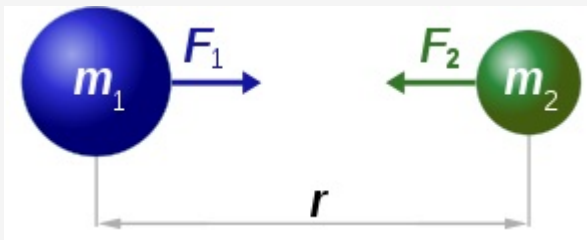
GRAVITASI

Pengantar

- ❑ Suatu benda yang dilepaskan dari ketinggian tertentu di atas permukaan bumi selalu akan jatuh bebas ke permukaan Bumi (tanah). Hal ini tentu saja disebabkan pada benda itu bekerja sebuah gaya tarik, yang disebutnya **gaya gravitasi**.
 - ❑ Jika pada suatu benda bekerja suatu gaya, maka gaya itu pasti disebabkan oleh benda lainnya (**Hukum III Newton**)
 - ❑ *“Setiap aksi akan menimbulkan reaksi, jika suatu benda memberikan gaya pada benda yang lain maka benda yang terkena gaya akan memberikan gaya yang besarnya sama dengan gaya yang diterima dari benda pertama, tetapi arahnya berlawanan”.*
 - ❑ **Ketika menginjakkan kaki ke tanah.** Ketika kamu menginjakkan kaki ke tanah, berarti kamu sedang memberikan sebuah gaya dorong terhadap tanah tersebut. Gaya dari kaki kamu yang menyentuh tanah merupakan gaya aksi. Kemudian sebagai respon dari gaya aksi yang kamu berikan, maka tanah memberikan gaya dorong ke kaki yang membuat kaki bisa terangkat.
-

Hukum Gravitasi

- *Gaya gravitasi antara dua benda merupakan gaya tarik menarik yang besarnya berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.*



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

$F_{12} = F_{21} = F$ = besar gaya tarik menarik antara kedua benda (N)

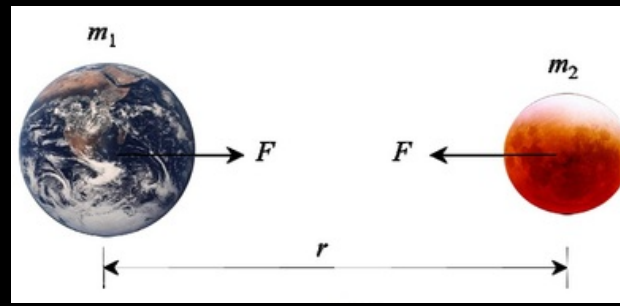
G = tetapan umum gravitasi

m_1 = massa benda 1 (kg)

m_2 = massa benda 2 (kg)

r = jarak antara kedua benda (m)

Hukum Gravitasi



- Benda dianggap berbentuk bola seragam atau berupa partikel (titik materi) sehingga r adalah jarak pisah antara kedua pusat benda
- Garis kerja gaya gravitasi terletak pada garis hubung yang menghubungkan pusat benda m_1 dan pusat benda m_2
- \mathbf{F}_{12} adalah gaya gravitasi pada benda 1 yang dikerjakan oleh benda 2 (disebut aksi); \mathbf{F}_{21} adalah gaya gravitasi pada benda 2 yang dikerjakan oleh benda 1 (disebut reaksi). Jadi \mathbf{F}_{12} dan \mathbf{F}_{21} adalah dua gaya yang bekerja pada benda yang berbeda, sama besar, dan berlawanan arah (termasuk pasangan aksi-reaksi).

Menentukan Tetapan Gravitasi G

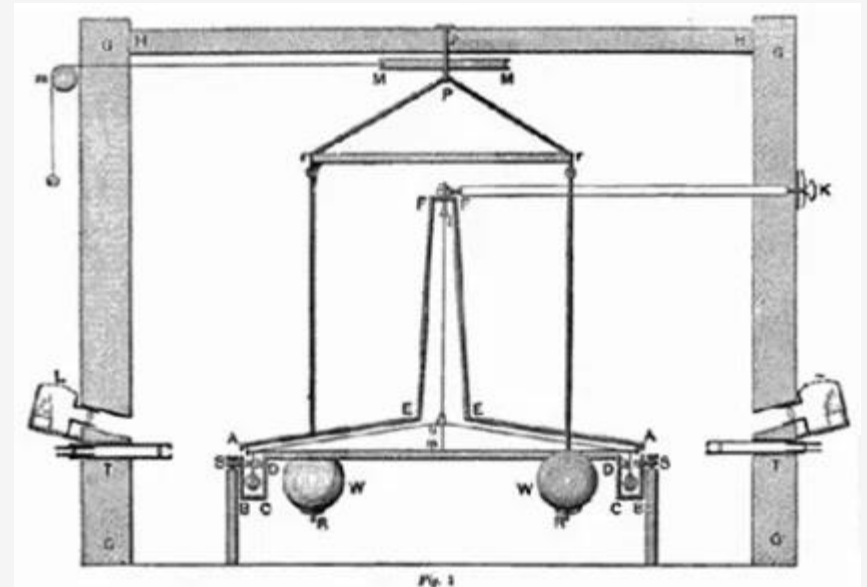
6

- Dengan persamaan di atas kita dapat menentukan besar gaya gravitasi antara dua benda apa saja. Tentu saja kita harus tahu berapa nilai tetapan G terlebih dahulu. Jika G dapat ditentukan, maka kita dapat menentukan massa Bumi, massa Bulan, massa Matahari, dan massa planet-planet lain.
- Nilai tetapan gravitasi G tidak dapat ditentukan secara teori, tetapi hanya dapat ditentukan secara eksperimen menggunakan sebuah neraca torsi disebut neraca Cavendish.

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

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

Dengan nilai F telah ditentukan dari percobaan Cavendish, adalah masalah sederhana untuk mengukur massa bola-bola timbal (M dan m) dan jarak antara keduanya (R) dari pusat ke pusat. Dengan diketahuinya semua nilai dari besaran-besaran pada persamaan tersebut maka nilai G dapat dihitung. Cavendish memperoleh nilai $G = 6,754 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ dengan keakuratan sekitar 1 persen dari nilai yang diterima saat ini, yaitu: $G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

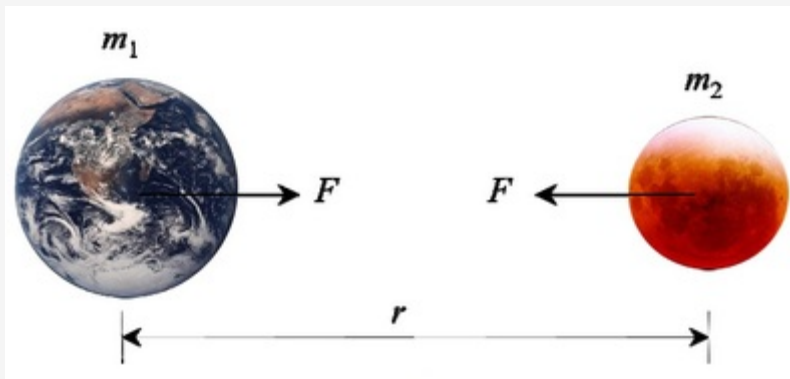


Menentukan Tetapan Gravitasi G

7

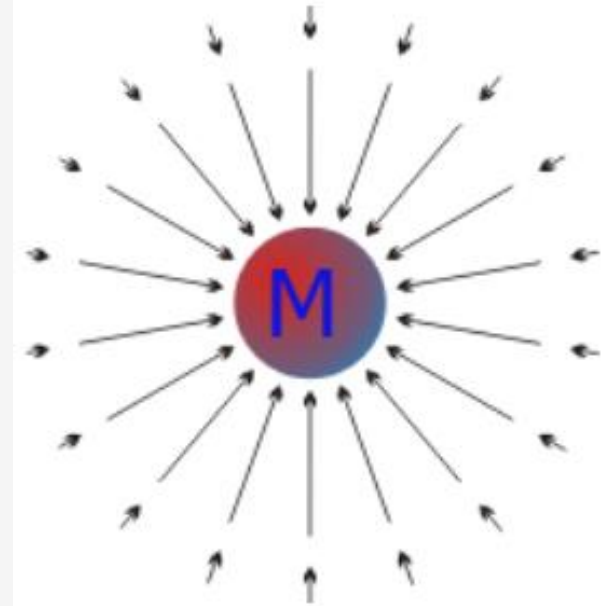
Latihan:

Hitunglah besar gaya gravitasi antara bumi dan bulan, jika diketahui massa bumi = 5.97×10^{22} kg , massa bulan = 7.35×10^{22} kg, konstanta gravitasi umum adalah 6.67×10^{-11} Nm²/kg² , jarak pusat bumi dan pusat bulan adalah 3.84×10^8 meter



Medan Gravitasi

- ❑ *Medan gravitasi dapat didefinisikan sebagai ruang di sekitar suatu benda bermassa dimana benda bermassa lainnya dalam ruang itu akan mengalami gaya gravitasi.*
- ❑ Gaya gravitasi pada suatu benda di sebuah titik dalam ruang dapat dijelaskan dengan sifat ruang itu sendiri.
- ❑ Misalkan kita taruh benda bermassa M dalam suatu ruang, maka benda itu akan menghasilkan medan yang menyebar di sekitar benda itu dalam ruang
- ❑ Medan itu hadir walaupun tidak ada benda lain di dalam ruang. Medan yang menyebar dari benda bermassa dan memenuhi ruang inilah yang disebut sebagai medan gravitasi. Jika anda tempatkan benda bermassa m dalam ruang tersebut maka benda m akan ditarik menuju benda M .



Kuat Medan Gravitasi

- ❑ Kita dapat mengatakan bahwa medan gravitasi adalah sifat dari ruang. Kita tidak perlu lagi memfokuskan bagaimana gaya gravitasi bergantung pada massa dan jarak, melainkan kita dapat memfokuskan pada ruang itu sendiri dan bagaimana sifat ruang (atau medan) dipengaruhi oleh adanya benda-benda di dekat ruang atau jauh dari ruang. Dengan demikian, massa dianggap sebagai sumber medan gravitasi.
- ❑ Besaran yang mewakili medan gravitasi disebut **kuat medan gravitasi**. *Kuat medan gravitasi pada titik apa saja dalam ruang didefinisikan sebagai gaya gravitasi per satuan massa pada suatu massa uji m .*
- ❑ Dengan demikian, pada suatu titik dalam ruang dimana suatu massa uji m mengalami gaya gravitasi F , kuat medan gravitasi g adalah :

$$g = F / m$$

Kuat Medan Gravitasi

- ❑ Misalkan kita mengukur gaya gravitasi yang dikerjakan oleh suatu benda diam bermassa M pada benda bermassa uji m yang seolah-olah bergerak ke berbagai titik dalam medan gravitasi, maka gaya gravitasi itu dinyatakan oleh

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

- ❑ Masukkan F ini ke dalam persamaan kuat medan gravitasi, kita peroleh rumus untuk menghitung kuat medan gravitasi oleh massa sumber M pada berbagai titik dalam medan, yaitu : $g = F / m$

$$g = \frac{G (m_1 \cdot m_2)}{r^2}$$

m

$$g = Gm / r^2$$

Dengan persamaan tersebut, hitunglah nilai gravitasi bumi

Jika diketahui :

Konstanta gravitasi universal : $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, massa bumi = $5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$,
jarak pusat bumi = $6.38 \times 10^6 \text{ m}$

Model Alam Semesta

1. Ptolomeus (± 140 M)

Bumi berada di pusat alam semesta, matahari dan bintang-bintang mengelilingi bumi

2. Copernicus (± 1543 M)

Matahari dan bintang-bintang diam, sedangkan planet-planet termasuk bumi berputar dalam lingkaran mengelilingi matahari

3. Tycho Brahe (1546-1601 M) dan Johannes Kepler (1571-1630 M) - *dikenal sebagai hukum Kepler*

1. Semua planet bergerak dalam orbit elips dengan matahari di salah satu fokusnya
 2. Garis yang menghubungkan tiap planet ke matahari menyapu luasan yang sama dalam waktu yang sama
 3. Kuadrat perioda dari setiap planet sebanding dengan pangkat tiga dari jarak planet tersebut ke matahari
-

Hukum Kepler

1. Semua planet bergerak dalam orbit elips dengan matahari di salah satu fokusnya

Benda yang terikat benda lain oleh gaya berbentuk “inverse square law” akan bergerak dalam lintasan elips (salah satunya, kemungkinan lain adalah parabola dan hiperbola)

2. Garis yang menghubungkan tiap planet ke matahari menyapu luasan yang sama dalam waktu yang sama
3. Kuadrat perioda dari setiap planet berbanding lurus dengan pangkat tiga dari jarak planet tersebut ke matahari

$$T^2 = Kr^3$$

$$K = \frac{4\pi^2}{GM}$$

Untuk orbit yang mengelilingi matahari, $KM = 2.97 \times 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3$
K tidak bergantung massa planet

Latihan

1. Berapa besar gaya gravitasi antara seorang siswa bermassa 50 kg dengan seorang siswi bermassa 45 kg yang berjarak 2 meter ? konstanta gravitasi umum = $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$
2. Diketahui ada 2 planet dengan massa yang berbeda yaitu $4 \times 10^{20} \text{ kg}$ dan $2 \times 10^{20} \text{ kg}$. Kedua planet ini memiliki jarak $2 \times 10^5 \text{ km}$. Berapa besar gaya gravitasi antara dua planet?
3. Jarak rata-rata planet bumi ke matahari adalah $149,6 \times 10^6 \text{ km}$ dan jarak rata-rata planet merkurius $57,9 \times 10^6 \text{ km}$. Periode revolusi bumi adalah 1 tahun, berapa periode revolusi planet merkurius ?

$$T^2 = Kr^3$$

$$K = T^2 / r^3$$
