**LAMPIRAN C**

**MATERI PEMBELAJARAN**

* + 1. **Medan gravitasi**



* + 1. **Hukum Newton tentang Gravitasi**

Menurut Newton jika ada dua benda bermassa didekatkan maka antara keduanya itu akan timbul gaya gravitasi atau gaya tarik menarik antar massa. Besar gaya gravitasi ini sesuai dengan Hukum Newtonyang bunyinya sebagai berikut.

*“Semua benda di alam akan menarik benda lain dengan gaya yang besarnya sebanding dengan hasil kali massa partikel tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.”*

**

Gambar a. Gaya gravitasi bekerja pada garis hubung kedua benda.

Secara matematis hukum Newton tentang gravitasi tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

**F =** $\frac{GMm}{R²}$......persamaan (1)

Dimana :

F = gaya gravitasi (W)

M,m = massa kedua benda (kg)

R = jarak antara benda

G = konstanta gravitasi (6,67 x 10-4 Nm2kg-2)

* + 1. **Percepatan Gravitasi**

Dalam gerak jatuh bebas atau hukum Newton, diketahuipercepatan gravitasi di permukaan bumi sebesar 10 m/s2. Percepatan gravitasi disebut juga kuat medan gravitasi yaitu menyatakan besarnya gaya gravitasi yang dirasakan bendapersatuan massa.

Dari pengertian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$G=\frac{F}{M}$$

Jika nilai F pada persamaan di atas disubtitusikan besarnya F dari persamaan (1) maka dapat diperoleh persamaan percepatan gravitasi sebagai berikut.

$G= \frac{GM}{R²}$.......persamaan (2)

Keterangan :

g = percepatan gravitasi ( m/s2 )

M = massa benda ( kg )

R = jarak titik ke benda (m)

* + 1. **Energi Potensial Gravitasi**

Setiap benda yang berada dalam medan gravitasi akan memiliki energi potensial. Energi potensialnya didefinisikan seperti pada persamaan berikut.

$Ep= \frac{GMm}{R}$....... persamaan (3)

Medan gravitasi termasuk medan gaya konservatif yaitu gayanya menghasilkan usaha yang tidak mengubah energi mekanik benda, sehingga pada suatu benda yang bergerak dalam medan gravitasi akan memenuhi kekekalan energi mekanik.

**Em = Ep + Ek = tetap** ........persamaan (4)

* + 1. **Gerak Planet dan Satelit**



1. **Hukum Kepler**

Sebelum Newton menjelaskan tentang hukum gravitasi, gerak-gerak planet pada tata surya telah dijelaskan oleh Kepler. Penjelasan Kepler ini kemudian dikenal sebagai hukum Kepler. Hukum ini ada tiga yaitu:

1. Hukum I Kepler

Pada hukum persamaannya, Kepler menjelaskan tentang bentuk lingkaran orbit planet. Bunyi hukum ini sebagai berikut.

*“Lintasan setiap planet mengelilingi matahari merupakan sebuah elips dengan matahari terletak pada salah satu titik fokusnya.”*

Gambaran orbit planet sesuai hukum I Kepler dapat dilihat seperti pada Gambar berikut:



Gambar b. Orbit planet Hukum I Kepler

b) Hukum II Kepler

Hukum kedua Kepler menjelaskan tentang kecepatan orbit planet.

*“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.”*



Gambar c. Orbit planet Hukum II Kepler

Garis AM akan menyapu lurus hingga garis BM, luasnya sama dengan daerah yang disapu garis CM hingga DM. Jika tAB = tCD, maka hukum kedua ini juga menjelaskan bahwa dititik A dan B planet harus lebih cepat dibanding saat dititik C dan D.

c) Hukum III Kepler

Pada hukum ketiganya Kepler menjelaskan tentang periode revolusi planet. Periode revolusi planet ini dikaitkan dengan jari-jari orbit rata-ratanya.

*“Kuadrat periode planet mengitari matahari sebanding dengan pangkat tiga rata-rata planet dari matahari.”*

Hubungan di atas dapat dirumuskan secara matematis seperti persamaan berikut :

$( \frac{T₁}{T₂}$ ) ² = $( \frac{R₁}{R₂}$ ) 3

**2) Gaya Gravitasi pada Gerak Planet**

a) Bukti hukum Newton

Dengan munculnya hukum gravitasi newton, maka hukum III Kepler dapat dibuktikan kebenarannya. Atau dapat diartikan pula bahwa hukum III Kepler dapat memperkuat kebenaran hukum Newton tentang gravitasi. Planet dapat mengelilingi matahari dan tidak lepas dari orbitnya karena adanya gaya sentripetal. Gaya sentripetal itulah yang berasal dari gaya gravitasi sesuai hukum Newton tersebut.



Gambar d. Gaya sentripetal berasal dari gaya gravitasi

Dari gambar tersebut dapat diperoleh:

FG = FS

$G \frac{Mm}{R₂}$ = $M\frac{V²}{R}$

Kecepatan gerak planet dapat memenuhi $v= \frac{2πR}{T} $ jika v di substitusikan ke persamaan gaya di atas maka dapat diperoleh hubungan sebagai berikut:

$G \frac{Mm}{R₂}$ = $M\frac{V²}{R}$

$G \frac{Mm}{R₂}$ = $\frac{\left( \frac{2πR}{T}\right)²}{R}$

$G \frac{Mm}{R₂}$ = $\frac{4 π²R²}{T²R}$

$\frac{T²}{R³}$ = $\frac{4 π²}{GM}$

Karena nilai G dan M adalah konstan maka dari persamaan di atas berlaku:

T2 ~ R3

Hubungan terakhir ini sangat sesuai dengan hukum III Keppler.

b) Kecepatan orbit planet

Agar planet dapat mengorbit dengan lintasan yang tetap dan tidak lepas maka selama geraknya harus bekerja gaya sentripetal. Gaya sentripetal inilah yang berasal dari gaya gravitasi sehingga dapat ditentukan kecepatan orbitnya seperti berikut:

Fs = FG

$M\frac{V²}{R}$ = $G \frac{Mm}{R₂}$

$v$² = $ G\frac{M}{R}$

Jadi kecepatan orbitnya memenuhi persamaan :

$V= \sqrt{G \frac{M}{R} }$

c) Gerak satelit

Satelit adalah benda langit yang mengorbit pada planet. Contohnya satelit bumi adalah bulan. Saat ini pasti kalian sudah mengetahui bahwa telah dibuat banyak sekali satelit buatan. Gerak-gerak satelit pada planet ini sangat mirip sekali dengan gerak planet mengitari matahari. Sehingga hukum-hukum yang berlaku pada planet juga berlaku pada satelit.



