



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202039659, 13 Oktober 2020

Pencipta

Nama : **Syubhan Annur, Misbah dkk**

Alamat : Jl HKS N Komp Surya Gemilang Blok L/36, RT/021, RW/002, Kel/ Kuin Utara, Kec/Banjarmasin Utara, Banjarmasin, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70127

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Syubhan Annur, Misbah dkk**

Alamat : Jl HKS N Komp Surya Gemilang Blok L/36, RT/021, RW/002, Kel/ Kuin Utara, Kec/Banjarmasin Utara, Banjarmasin, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70127

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Modul**

Judul Ciptaan : **Modul Mekanika Berbasis Kearifan Lokal**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 2 Agustus 2019, di Banjarmasin

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000208361

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Syubhan Annur	Jl HKSJN Komp Surya Gemilang Blok L/36, RT/021, RW/002, Kel/ Kuin Utara, Kec/Banjarmasin Utara, Banjarmasin
2	Misbah	Jl Cemara Raya Rt/41, No/28, Kel/Sei Miai, Kec/Banjarmasin Utara
3	Ellyna Hafizah	Teluk Cati RT/002, RW/001, Kel/Teluk Cati, Kec/Sungai Tabukan, Hulu Sungai Utara

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Syubhan Annur	Jl HKSJN Komp Surya Gemilang Blok L/36, RT/021, RW/002, Kel/ Kuin Utara, Kec/Banjarmasin Utara, Banjarmasin
2	Misbah	Jl Cemara Raya Rt/41, No/28, Kel/Sei Miai, Kec/Banjarmasin Utara
3	Ellyna Hafizah	Teluk Cati RT/002, RW/001, Kel/Teluk Cati, Kec/Sungai Tabukan, Hulu Sungai Utara



MODUL MEKANIKA BERMUATAN KEARIFAN LOKAL



NAMA :

NIM :

OLEH:
SYUBHAN ANNUR, M.Pd.
MISBAH, M.Pd.
ELLYNA HAFIZAH, M.Pd.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARMASIN
2019**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya jua lah sehingga “Modul Mekanika Bermuatan Kearifan Lokal” untuk materi kinematika partikel dan dinamika partikel dapat terselesaikan.

Tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga modul ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa modul ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi sempurnanya modul ini.

Akhir kata penulis berharap semoga modul ini dapat memberikan informasi bagi masyarakat dan bermanfaat untuk pengembangan wawasan dan peningkatan ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Banjarmasin, Agustus 2019

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Daftar isi.....	iii
Petunjuk Penggunaan Modul.....	1
Tentang Modul.....	2
Peta Konsep.....	3
Bab 1	4
Kinematika Partikel	5
Kecepatan dan Percepatan.....	6
Gerak Lurus Beraturan	11
Gerak Lurus Berubah Beraturan.....	12
Gerak Vertikal	15
Gerak Parabola	16
Gerak Melingkar	19
Rangkuman.....	24
Latihan 1	25
Bab 2	26
Dinamika Partikel.....	26
Hukum Utama Tentang Gerak	27
Aplikasi Hukum Utama Newton	31
Gaya Pegas	34
Gaya Konservatif.....	35
Gaya Sentripetal.....	36
Rangkuman.....	38
Latihan 2.....	39
Glosarium	40
Daftar Pustaka	41

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Bacalah terlebih dahulu tentang modul.
2. Modul ini berisi petunjuk penggunaan modul, tentang modul, peta konsep, kata kunci, uraian materi, info fisika, contoh soal, rangkuman, glosarium, dan daftar pustaka.
3. Pahami setiap konsep dasar materi yang akan menunjang penguasaan pengetahuan dengan membaca dan memahaminya. Jika ada kesulitan tanyakan pada Teman atau Guru dan carilah informasi dari sumber lain.

TENTANG MODUL

Apa itu modul?



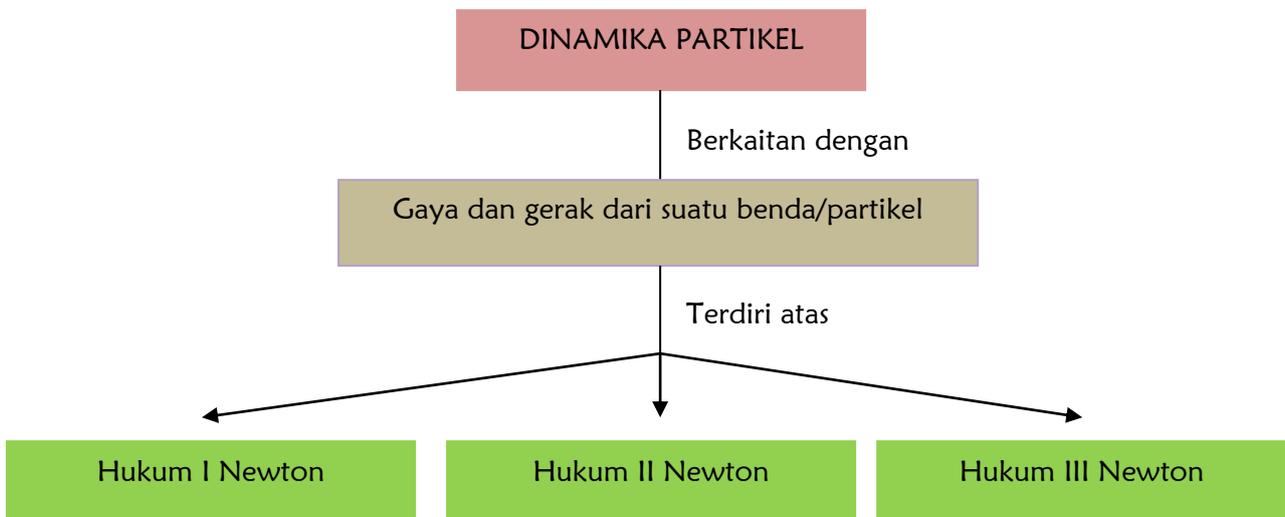
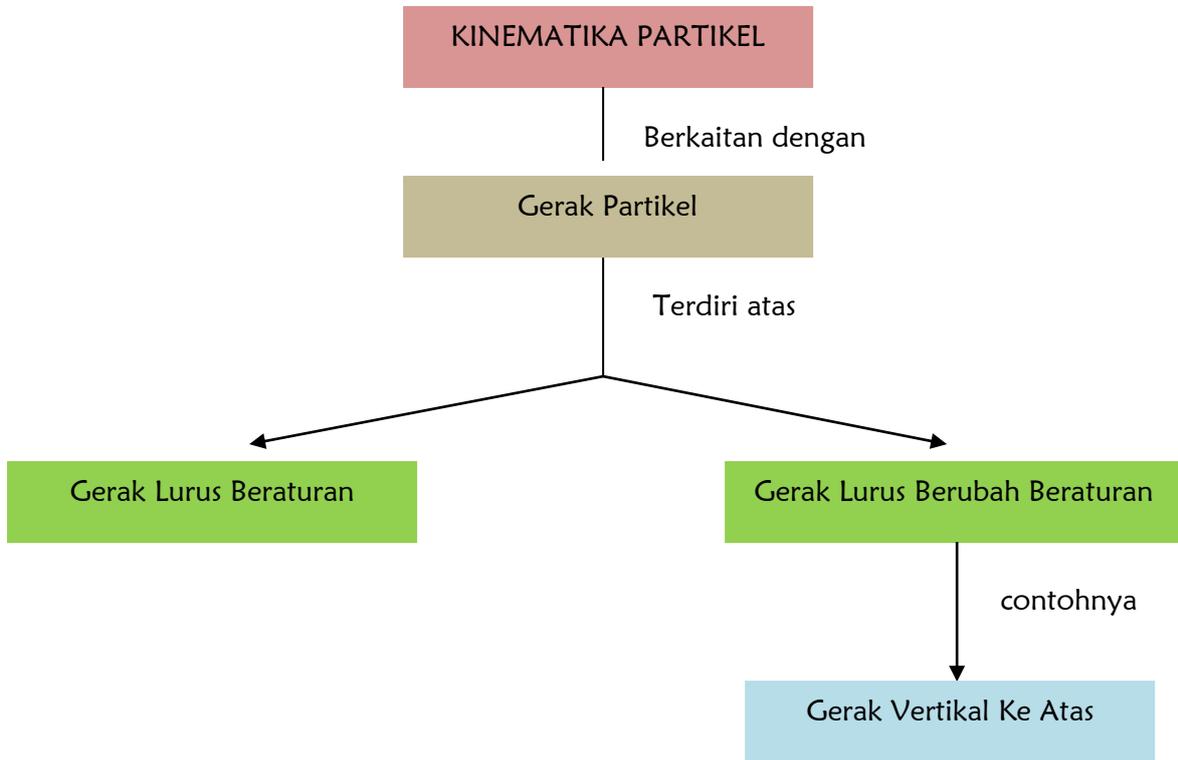
Mungkin sebagian dari kita pernah mendengar istilah modul. Modul diartikan sebagai salah satu bentuk bahan ajar yang utuh dan sistematis yang didalamnya terdiri atas seperangkat pengalaman belajar yang disusun secara terencana dan didesain sedemikian rupa untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar. Modul dibuat agar peserta didik dapat belajar sesuai dengan kecepatannya masing-masing.

Tahukah Anda apa yang dimaksud dengan kearifan lokal? Kearifan lokal merupakan suatu pandangan hidup, ilmu pengetahuan dan berbagai strategi kehidupan yang terwujud dalam aktivitas masyarakat lokal (Fajarini, 2014). Selain itu, kearifan lokal juga diartikan sebagai suatu bentuk kekayaan setempat atau suatu daerah yang berupa pengetahuan, kepercayaan, norma, adat istiadat, kebudayaan, wawasan, dan lain sebagainya yang diwariskan dan dipertahankan dan menjadi sebuah identitas dan pedoman untuk mengajarkan cara bertindak secara tepat dalam menjalani kehidupan (Utari, dkk, 2016).

Selanjutnya, tahukah Anda bahwa di Banjarmasin banyak memiliki jenis permainan yang diwariskan secara turun-temurun. Jenis permainan itu diantaranya adalah *balogo*, *batungkau* dan *bekel*. Pada ketiga jenis permainan itu juga terdapat hubungan dengan materi fisika khususnya materi kinematika partikel dan dinamika partikel.

Oleh karena itu, agar dapat mengetahui hubungan antara jenis permainan masyarakat Banjarmasin yang telah diwariskan secara turun temurun dengan materi fisika, maka dibuat modul fisika dasar yang bermuatan dengan kearifan lokal masyarakat Banjarmasin.

PETA KONSEP





Gambar 1.1 Permainan *Balogo*

Sumber: www.google.com

Di SMA Anda telah mengenal tentang kinematika partikel. Kinematika partikel merupakan salah satu bagian dari mekanika yang mempelajari tentang gerak partikel tanpa mengindahkan penyebab ia bergerak.

Coba perhatikan gambar 1.1. Apa yang terjadi jika logo itu dipukul dengan anggapan tanpa ada gaya dari luar??? Apakah gerakannya semakin cepat atau semakin kecil??? Untuk mengetahui jawabannya, ayooo pelajari uraian materi perkuliahan ini dengan antusias.

KINEMATIKA PARTIKEL

- Merupakan salah satu bagian dari mekanika yang mempelajari tentang GERAK PARTIKEL tanpa mengindahkan penyebab ia bergerak.
- Gerak didefinisikan sebagai perubahan letak partikel yang terus menerus, dan partikel tersebut adalah bagian- bagian terkecil dari suatu benda.

GERAK PARTIKEL :

- Satu dimensi
- Dua dimensi
- Tiga dimensi

VARIABEL KEADAAN

$\vec{r}(t)$ = fungsi keadaan yaitu menyatakan posisi benda/ partikel setiap saat pada suatu bidang/ruang.

Dengan mengetahui persamaan gerak (\vec{r}) kita dapat menentukan :

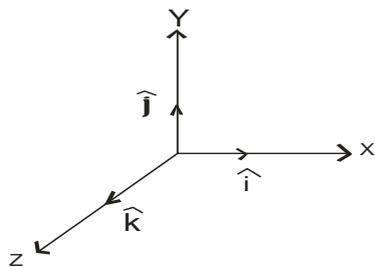
- Kecepatan gerak (\vec{v})
- Percepatan gerak(\vec{a})
- Momentum(\vec{p})
- Energi gerak
- Dst.



Variabel keadaan

❖ Pada gerak lurus persamaan gerak diberikan:

$\vec{x} = f(t)$ \longrightarrow \vec{x} adalah vektor posisi pada suatu garis yang merupakan fungsi dari waktu.



Gambar 1.2. Koordinat Cartesian sebagai fungsi dari \vec{r} .
Sumber: Dokumentasi Pribadi

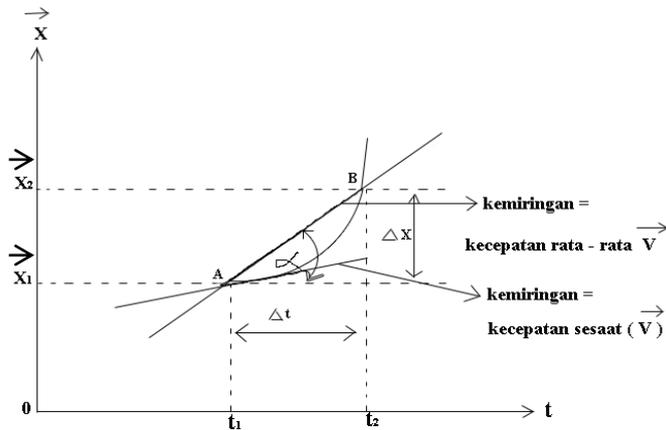
Dalam posisi $\rightarrow \vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$

Dalam ruang $\rightarrow \vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

$$\hat{i} + \hat{j} + \hat{k} = 1 \tag{1.1}$$

A. KECEPATAN DAN PERCEPATAN

Gambar 1.3 berikut akan memperlihatkan sebuah Grafik posisi terhadap waktu ($\vec{x} - t$)



Gambar 1.3. Grafik ($\vec{x} - t$) untuk sebuah benda bergerak dari A ke B.

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Keterangan :

- Semakin miring kemiringan lintasan partikel, maka semakin besar kecepatan sesaatnya (\vec{v})
- Posisi adalah letak benda pada sebuah sistem koordinat.
- Jarak merupakan lintasan yang ditempuh partikel.
- Perpindahan adalah perubahan posisi suatu partikel dari titik awal ke titik akhir ($\Delta\vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$).
- Kelajuan adalah perbandingan jarak dengan waktu.
- Kecepatan adalah perbandingan antara perpindahan dengan waktu.
- Kecepatan rata-rata didefinisikan sebagai perbandingan perpindahannya terhadap selang waktu. Besarnya kecepatan rata-rata:

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} \longrightarrow \Delta = \text{selisih /perubahan} \quad (1.2)$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t}$$

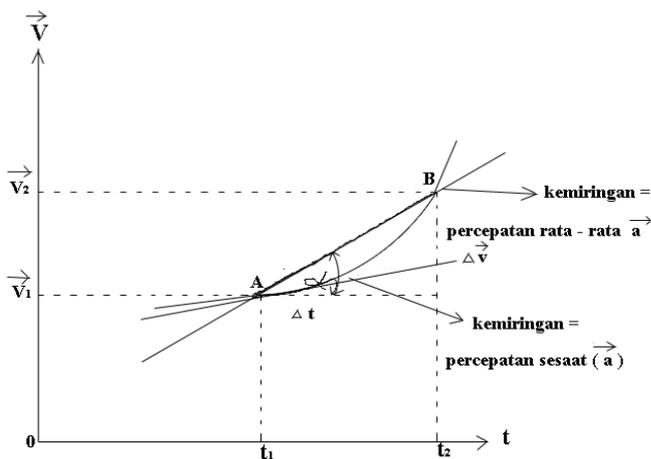
tg α menjadi arah garis singgung lintasan

- Kecepatan sesaat adalah kecepatan suatu partikel pada satu saat atau pada satu titik di lintasannya

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{d\vec{x}}{dt}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} \tag{1.3}$$

Perhatikan Grafik ($\vec{v} - t$) berikut ini.



Gambar 1.4. Grafik ($\vec{v} - t$) untuk sebuah benda bergerak dari A ke B.

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Keterangan :

- Percepatan rata-rata didefinisikan sebagai perbandingan antara perubahan kecepatan dengan selang waktu.

$$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \tag{1.4}$$

- Percepatan sesaat adalah percepatan benda pada saat tertentu atau pada suatu titik tertentu di lintasannya.

$$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \rightarrow \Delta t \rightarrow 0, \text{ maka } \langle \vec{a} \rangle = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

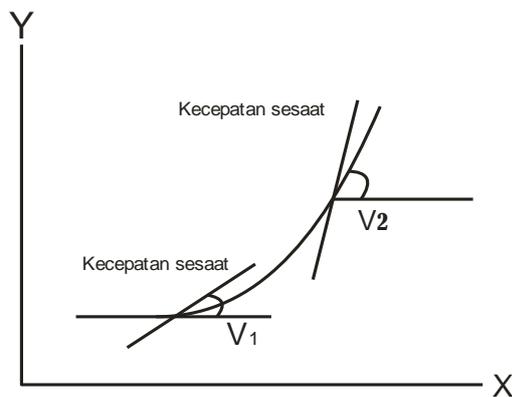
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ atau } \vec{a} = \frac{d^2x}{dt^2} \tag{1.5}$$

- Percepatan sesaat pada tiap titik pada grafik sama dengan miring garis singgung pada grafik di titik tersebut.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1.6)$$

CONTOH 1-1:

Dua buah benda bergerak dengan kecepatan masing-masing v_1 dan v_2 seperti yang ditunjukkan gambar 1.5 di bawah. Tentukan besar v_1 dan v_2 kedua benda tersebut.



Gambar 1.4. Representasi gerak dua buah benda
Sumber: Dokumentasi Pribadi

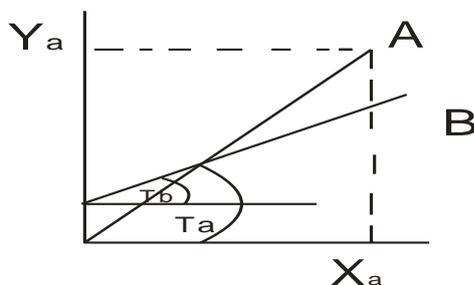
Penyelesaian:

Untuk menentukan besarnya v_1 dan v_2 kita dapat memperhatikan besarnya sudut yang dibentuk tiap lintasan dengan sumbu x.

$$\text{Karena } \theta_2 > \theta_1, \text{ Maka } v_2 > v_1$$

CONTOH 1-2:

Dua buah benda A dan B bergerak dengan kecepatan masing-masing v_A dan v_B seperti yang ditunjukkan gambar 1.6 di bawah. Tentukan besar v_A dan v_B kedua benda tersebut.



Gambar 1.5. Representasi gerak benda A dan B.
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Penyelesaian:

Untuk menentukan besarnya v_A dan v_B kita dapat memperhatikan besarnya sudut yang dibentuk tiap lintasan dengan sumbu x serta posisi awal kedua benda tersebut.

$$\text{karena } \theta_A > \theta_B \text{ dan } X_A = 0 \text{ dan } X_B \neq 0, \text{ maka, } v_A > v_B$$

HUBUNGAN PERSAMAAN GERAK DIPEROLEH

a) Persamaan Kecepatan :

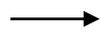
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \rightarrow d\vec{v} = \vec{a} dt \quad (\text{di integralkan})$$

$$\int_{v_0}^{v_t} d\vec{v} = \int_{t_0}^t a dt \rightarrow \vec{a} = \text{konstan}$$

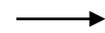
$$v_t - v_0 = a(t - t_0) \text{ atau } \vec{v} = a \int dt$$

$$\vec{v} = \vec{a}t + c$$

$$\left. \begin{array}{l} v_0 \neq 0 \\ t_0 = 0 \end{array} \right\}$$



$$\vec{v}_t = \vec{a}t \pm \vec{v}_0$$



(1.7)

b) Persamaan Lintasan/Posisi :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} \rightarrow d\vec{x} = \vec{v}_t dt$$

$$d\vec{x} = (\vec{a}t + \vec{v}_0) dt$$

$$d\vec{x} = \vec{v}_0 dt + \vec{a}t dt$$

$$\int_{x_0}^x d\vec{x} = \int \vec{v}_0 dt + \int \vec{a}t dt \rightarrow \vec{v}_0 \text{ \& } \vec{a} = \text{konstan}$$

$$\vec{x} - \vec{x}_0 = \vec{v}_0 \int dt + a \int t dt$$

$$= \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2 + c$$

Persamaan lintasan tidak memiliki vektor

$$\vec{x}_t = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 t \pm \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

\longrightarrow (1.8)

dalam satu dimensi (garis)

$$\vec{r}_t = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t \pm \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

\longrightarrow (1.9)

dalam dua dimensi (bidang)

c) Persamaan penting lainnya

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a} \times \vec{v}$$

$$\vec{v}d\vec{v} = \vec{a}\vec{v}dt \rightarrow \vec{v}dt = d\vec{x}$$

$$\vec{v}d\vec{v} = \vec{a}d\vec{x} \rightarrow \vec{a} = \text{konstan}$$

$$\int_{v_0}^{v_t} \vec{v}d\vec{v} = \vec{a} \int dx$$

$$\left. \frac{1}{2} \vec{v}^2 \right|_{v_0}^{v_t} = \vec{a}x$$

$$\frac{1}{2} \vec{v}_t^2 - \frac{1}{2} \vec{v}_0^2 = \vec{a}x$$

$$\vec{v}_t^2 - v_0^2 = 2\vec{a}\vec{x}$$

$$\frac{v^2 - v_0^2}{2} = \vec{a}\vec{x}$$

$$\vec{v}_t^2 = v_0^2 \pm 2\vec{a}\vec{x}$$

$\vec{a} = \text{konstan}$

❖ Jika nilai percepatan disetiap tempat $\vec{a} = \vec{a}(x)$

$$\int_{v_0}^v \vec{v}d\vec{v} = \int_0^x \vec{a}dx$$

$$\frac{1}{2} \vec{v}^2 - \frac{1}{2} \vec{v}_0^2 = \int_0^x \vec{a}(x)dx$$

$$\vec{v}^2 = v_0^2 + 2 \int_0^x \vec{a}(x) dx$$

→ (lebih umum) (1.10)

Keterangan :

Gerak Satu Dimensi

\vec{x} = posisi partikel /benda (m)

\vec{v} = kecepatan akhir ($m s^{-1}$)

\vec{v}_0 = kecepatan awal

\vec{a} = percepatan ($m s^{-2}$)

t = selang waktu (s)

B. Gerak Lurus Beraturan (GLB) ($v = \text{konstan}$)

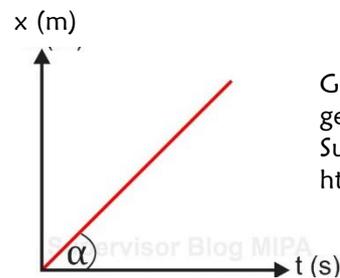
Dalam gerak lurus beraturan (GLB) terdapat 3 jenis grafik, yaitu grafik hubungan jarak terhadap waktu, grafik hubungan kecepatan terhadap waktu dan grafik hubungan percepatan terhadap waktu. Ketiga jenis grafik tersebut berbentuk kurva linear (lurus).

Berikut ini adalah gambar grafik gerak benda pada GLB.

(1) Grafik hubungan jarak terhadap waktu

Dari gambar grafik di samping, kita dapat menentukan besar atau nilai **kecepatan** yang dialami benda yaitu:

$$v = \tan \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

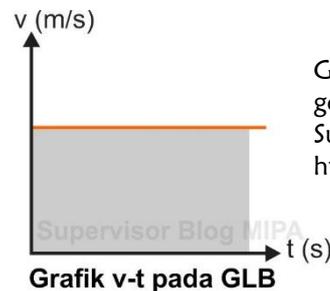


Gambar 1.6. Grafik x-t gerak benda secara GLB.
Sumber:
<https://www.fisikabc.com>

(2) Grafik hubungan kecepatan terhadap waktu

Dari grafik v-t di samping, kita dapat menentukan panjang lintasan atau jarak yang ditempuh benda. Panjang lintasan akan sama dengan luas daerah yang dibentuk kurva dengan sumbu t.

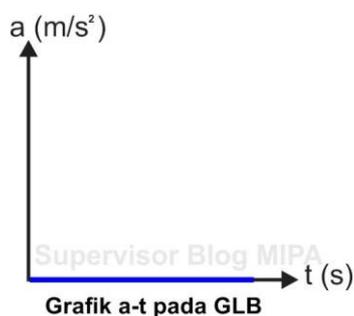
$$\Delta x = \text{luas grafik} = v \cdot t$$



Gambar 1.7. Grafik v-t gerak benda secara GLB.
Sumber:
<https://www.fisikabc.com>

(3) Grafik hubungan percepatan terhadap waktu

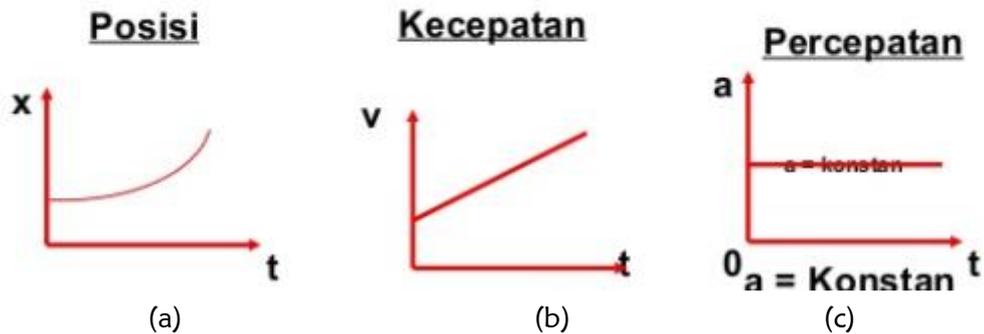
Karena dalam gerak lurus beraturan (GLB) nilai percepatan benda adalah nol, maka bentuk grafik hubungan percepatan terhadap waktu pada GLB adalah sebagai berikut:



Gambar 1.8. Grafik a-t gerak benda secara GLB.
Sumber:
<https://www.fisikabc.com>

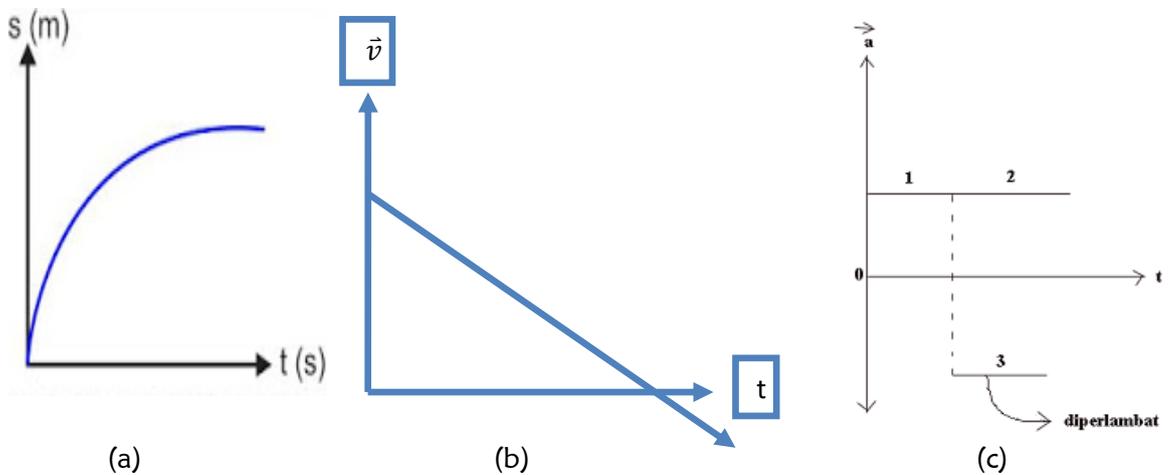
C Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) ($a = \text{konstan}$ tetapi $v \neq \text{konstan}$)

(1) Grafik benda dipercepat



Gambar 1.9. (a) Grafik (x-t) gerak benda secara GLBB dipercepat (b) Grafik (v-t) gerak benda secara GLBB (c) Grafik (a-t) gerak benda secara GLBB
 Sumber: <https://www.google.com>

(2) Grafik benda diperlambat



Gambar 1.10. (a) Grafik (x-t) gerak benda secara GLBB diperlambat (b) Grafik (v-t) gerak benda secara GLBB (c) Grafik (a-t) gerak benda secara GLBB
 Sumber: <https://www.google.com>

Penyelesaian secara matematis terkait gerak benda secara GLBB diuraikan seperti di bawah ini:

$$\vec{x} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2 \rightarrow \text{pers(5)}$$

$$\begin{aligned} \vec{x} &= \vec{v}_0 \left(\frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\vec{a}} \right) + \frac{1}{2} \vec{a} \left(\frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\vec{a}} \right)^2 \\ &= \frac{\vec{v}_0 (\vec{v} - \vec{v}_0)}{\vec{a}} + \frac{1}{2} \vec{a} \frac{(\vec{v} - \vec{v}_0)^2}{\vec{a}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\vec{v}_0(\vec{v} - \vec{v}_0)}{\vec{a}} + \frac{(\vec{v} - \vec{v}_0)^2}{2\vec{a}} \\
&= \frac{2\vec{v}_0(\vec{v} - \vec{v}_0)}{2\vec{a}} + \frac{(\vec{v} - \vec{v}_0)^2}{2\vec{a}} \\
&= \frac{2\vec{v}_0\vec{v} - 2v_0^2 + v^2 - \vec{v}_0\vec{v} + v_0^2}{2\vec{a}} \\
\vec{x} &= \frac{\vec{v}^2 - v_0^2}{2\vec{a}} \quad \text{atau} \quad \vec{v}^2 - v_0^2 = 2\vec{a}\vec{x}
\end{aligned}$$

$$\vec{v}_t^2 = v_0^2 \pm 2\vec{a}\vec{x}$$

(1.11)

Keterangan :

Gerak Partikel Satu Dimensi

\vec{x} = posisi partikel atau perubahan posisi (m)

\vec{v} = kecepatan akhir ($m s^{-1}$)

\vec{v}_0 = kecepatan awal

\vec{a} = percepatan ($m s^{-2}$)

t = selang waktu (s)

INFO FISIKA



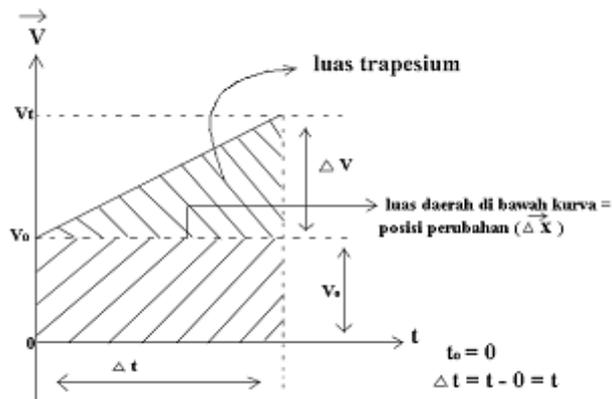
Gambar. 1.2 Permainan
Balogo

Sumber: www.google.com.

Nama permainan *balogo* diambil dari kata logo, yaitu bermain dengan menggunakan alat logo. Logo terbuat dari bahan tempurung kelapa dengan ukuran garis tengah sekitar 5-7 cm dan tebal antara 1-2 cm dan kebanyakan dibuat berlapis dua yang direkatkan dengan bahan aspal atau dempul supaya berat dan kuat. Dalam permainannya harus dibantu dengan sebuah alat yang disebut *panapak* atau kadang-kadang beberapa daerah ada yang menyebutnya dengan *campa*, yakni stik atau alat pemukul yang panjangnya sekitar 40 cm dengan lebar 2 cm. Fungsi panapak atau *campa* ini adalah untuk mendorong logo agar bisa meluncur dan merobohkan logo pihak lawan yang dipasang saat bermain. Permainan *balogo* ini bisa dilakukan satu lawan satu atau secara beregu. Pada permainan *balogo* ini terjadi gerak lurus berubah beraturan karena pada saat logo dipukul, logo akan semakin bergerak cepat.

Sumber: <http://traditionalsportgame.blogspot.co.id/>

Penyelesaian Permasalahan Berdasarkan Luasan di Bawah Grafik



Gambar 1.11. Representasi gerak sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan awal
Sumber: Dokumentasi pribadi

Luas Trapesium = Luas empat persegi panjang + Luas Segitiga

$$= \text{panjang} \times \text{lebar} + \frac{1}{2} \text{alas} \times \text{tinggi}$$

$$= v_0 + \frac{1}{2}(\Delta v)\Delta t$$

$$= v_0 \cdot t + \frac{1}{2}(v_t - v_0)t \rightarrow v_t = v_0 + at$$

$$= v_0 \cdot t + \{(v_0 + at) - v_0\} \cdot t$$

$$\Delta \vec{x} = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2 \rightarrow \Delta x = x_1 - x_0$$

$$\vec{x} = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2 \rightarrow x_0 = 0$$

$$\vec{x} = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2$$



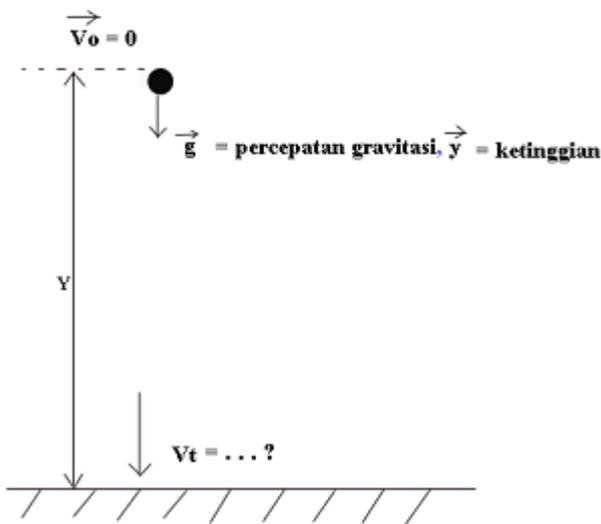
Alternatif lain

D. Gerak Vertikal (Aplikasi)

- (1) VERTIKAL KE BAWAH = GLBB DI PERCEPAT
 (2) VERTIKAL KE ATAS = GLBB DI PERLAMBAT

Jika ada dua buah benda yaitu kertas dan batu dijatuhkan dari tempat yang sama, maka benda tersebut akan sampai bersamaan. Karena gesekan udara yang terjadi pada dua benda tersebut sama dan variabel massanya diabaikan.

(1) Gerak partikel jatuh bebas



Dari persamaan GLBB:

$$\vec{v}_t = \vec{v}_0 + \vec{a}t \rightarrow \vec{a} = \vec{g}$$

$$\vec{v}_0 = 0$$

$$\vec{v}_t = \vec{g}t \tag{1.12}$$

$$\vec{x} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2 \rightarrow \vec{x} = \vec{y}$$

$$\vec{y} = \frac{1}{2}\vec{g}t^2 \tag{1.13}$$

$$t^2 = \frac{2y}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} \tag{1.14}$$

$$\vec{v}_t^2 = v_0^2 + 2\vec{a}\vec{y}$$

$$\vec{v}_t^2 = 2\vec{g}\vec{y} \tag{1.15}$$

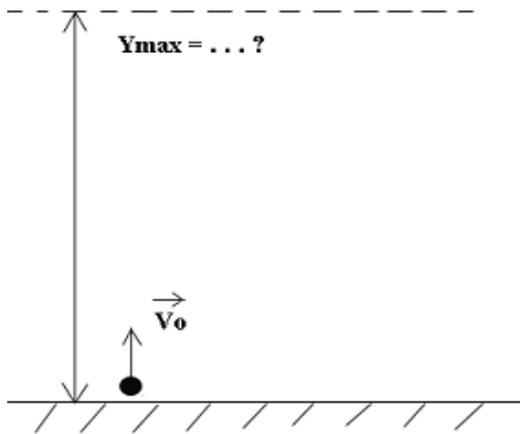
INFO FISIKA



Gambar 1.12 Permainan Bekel
 Sumber: www.google.com

Penerapan gerak vertikal dapat dijumpai pada permainan bekel. Ketika bola bekel dilempar ke atas maka akan terjadi GLBB diperlambat dan ketika bola bekel kembali ke bawah maka akan terjadi GLBB dipercepat.

(2) Gerak partikel ke atas



$$\vec{v}_t = 0 \rightarrow \vec{v}_t = \vec{v}_0 - \vec{g}t$$

$$0 = \vec{v}_0 - \vec{g}t \rightarrow t = \frac{\vec{v}_0}{g} \rightarrow \tag{1.16}$$

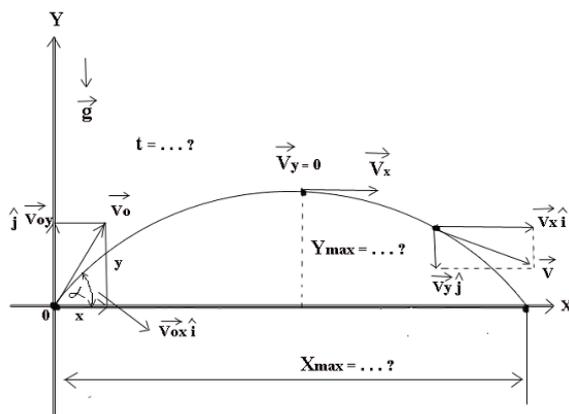
$$\vec{v}_t^2 = \vec{v}_0^2 - 2\vec{g}y_{max}$$

$$y_{max} = \frac{\vec{v}_0^2}{2g} \rightarrow (\text{tinggi max}) \tag{1.17}$$

E. Gerak Parabola/Gerak Peluru

- ❖ Gerak Parabola/ Gerak Peluru adalah gerak suatu partikel dimana besar percepatan serta arahnya selalu tetap
- ❖ Gerak Parabola merupakan gerak dua dimensi/ gerak pada bidang, yang dinyatakan dengan vektor satuan diantaranya :

\hat{i} = vektor satuan dalam arah sumbu x (i topi)
 \hat{j} = vektor satuan dalam arah sumbu y (j topi)
 \hat{k} = vektor satuan dalam arah sumbu z (k topi)



Gambar 1.12. Representasi gerak parabola
 Sumber: Dokumentasi pribadi

Keterangan:

α = sudut elevasi

\vec{v} = kecepatan awal

$\vec{a} = \vec{g}$ = percepatan gravitasi (besar dan arahnya tetap)

$$\vec{v} = \hat{i} \vec{v}_{0x} + \hat{j} v_{0y}$$

$$\triangleright \vec{v}_{0x} = \vec{v}_0 \cos \alpha$$

$$\triangleright \vec{v}_{0y} = \vec{v}_0 \sin \alpha$$

$$\vec{r} = \hat{i} x + \hat{j} y \quad \rightarrow \text{posisi partikel/koordinat}$$

Untuk sumbu X (pada GLB)

$$\vec{a}_x = 0$$

$$\vec{v}_x = v_{0x} \cos \alpha$$

$$\frac{x}{t} = v_{0x} \cos \alpha$$

$$x = v_{0x} \cos \alpha \cdot t$$

Untuk sumbu Y (pada GLBB)

$$\frac{v_y}{t} = -g \quad \rightarrow \vec{a}_y = -g$$

$$\vec{v}_y = \vec{v}_{0y} \sin \alpha - \vec{g} t$$

$$Y = \vec{v}_{0y} \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$\frac{y}{t} = v_{0y} \sin \alpha$$

Dari persamaan :

$$\vec{v}_y = \vec{v}_{0y} \sin \alpha - \vec{g} t \quad \rightarrow \vec{v}_y = 0$$

\triangleright Waktu yang diperlukan untuk mencapai Y_{\max} :

$$t = \frac{\vec{v}_{0y}}{g} \text{ atau } t = \frac{\vec{v}_0 \sin \alpha}{g}$$

\triangleright Tinggi maksimal yang di capai benda

$$Y_{\max} = \vec{v}_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$= \vec{v}_0 \sin \alpha \left(\frac{\vec{v}_0 \sin \alpha}{g} \right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{\vec{v}_0 \sin \alpha}{g} \right)^2$$

$$= \vec{v}_0^2 \sin^2 \alpha - \frac{1}{2} g \frac{\vec{v}_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$= \frac{\vec{v}_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} - \frac{\vec{v}_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$Y_{\max} = \frac{\vec{v}_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$



Tinggi
maksimum



(18)

- Jarak maksimal yang ditempuh oleh benda dengan dua kali waktu untuk mencapai

Y_{max} :

$$X_{max} = \overline{V_{ox}} \cdot t$$

$$X_{max} = V_o \cos \alpha \cdot 2 \frac{\overline{V_o} \sin \alpha}{g}$$

$$X_{max} = \frac{V_o^2 2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$X_{max} = \frac{V_o^2 \sin 2\alpha}{g}$$

→ Jarak max → (19)

INFO PENTING:

$$\begin{aligned} 2 \sin \alpha \cos \alpha &= \sin 2\alpha = \sin(\alpha + \alpha) \\ &= \sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha \sin \alpha \\ &= \sin \alpha \cos \alpha + \sin \alpha \cos \alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha \end{aligned}$$

- Persamaan Umum Gerak Parabola

$$X_{max} = V_o \cos \alpha \cdot t \quad t \rightarrow \frac{X}{V_o \cos \alpha}$$

$$Y = V_o \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} \overline{g} t^2$$

$$Y = \overline{V_o} \sin \alpha \left(\frac{X}{V_o \cos \alpha} \right) - \frac{1}{2} \overline{g} \left(\frac{X}{V_o \cos \alpha} \right)^2$$

$$Y = \tan \alpha - \frac{\overline{g}}{V_o^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

Sehingga, persamaan umum lintasan parabola

$$y(x) = bx - cx^2$$

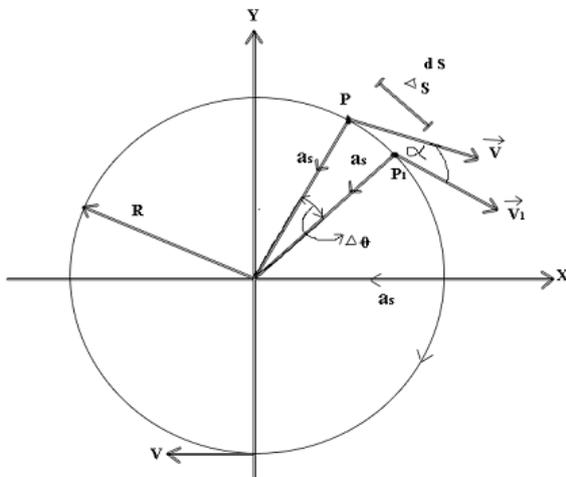
Keterangan:

α, V_0 dan g merupakan sebuah tetapan

$y(x) = y$ merupakan fungsi kuadrat terhadap x

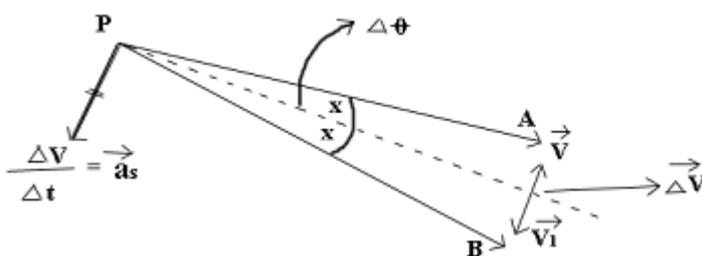
b dan c merupakan sebuah konstanta, bagaimana aposisi peluru setiap saat

F. Gerak Melingkar



Gambar 1.13. Representasi gerak melingkar
Sumber: Dokumentasi pribadi

- Gerak melingkar sering disebut sebagai Gerak Melingkar Beraturan (GMB)
- Percepatan sentripetal (a_s) yaitu gerak yang memiliki besar kelajuan yang tetap (tidak berubah) tapi memiliki arah percepatan yang selalu berubah
- Arah kecepatan (v) = arah percepatannya (a) tetap
- Percepatan tangensial (a_t) terletak tegak lurus terhadap jari-jari atau pada setiap titik letak benda
- Sebuah vektor dapat berubah besar, namun arah dan sifat
- Besar vektor $\Delta \vec{V} = |\Delta V|$, dapat dihitung dari ΔPBA



Gambar 1.14. Representasi dari ΔPBA
Sumber: Dokumentasi pribadi

$\Delta PAB \neq \Delta$ Siku – siku

$$= \sin \frac{\Delta \theta}{2} = \frac{x}{v}$$

$$x = V \sin \frac{\Delta\theta}{2}$$

$$\Delta V = 2 V \sin \frac{\Delta\theta}{2}$$

$$|\Delta V| = 2 \left(V \sin \frac{\Delta\theta}{2} \right)$$

$\Delta t \rightarrow$ dibuat kecil $\rightarrow \Delta\theta =$ kecil

$$= \sin \frac{\Delta\theta}{2} \approx \frac{\Delta\theta}{2} \rightarrow |\Delta V| = 2 \left(\vec{V} \frac{\Delta\theta}{2} \right) \rightarrow \vec{V} \Delta\theta$$

Busur $PP' = \Delta S \rightarrow \Delta S = R\Delta\theta \rightarrow \Delta t \rightarrow 0$

$$\Delta S = \vec{V} \Delta t$$

$$ds = v dt$$

$$d\theta = \frac{ds}{R}$$

$$\Delta\theta = \frac{\Delta s}{R}$$

$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0}$$

$$d\theta = \frac{ds}{R}$$

$$|\Delta \vec{V}| = V d\theta$$

$$= \frac{V ds}{R}$$

$$dV = \frac{V V dt}{R}$$

$$dV = \frac{V^2}{R} dt \rightarrow \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{\vec{v}^2}{R} \frac{dt}{dt}$$

$$\vec{a}_s = \frac{\vec{v}^2}{R} \rightarrow \text{percepatan sentripetal untuk gerak beraturan}$$

$$\vec{a}_s = -\frac{v^2}{R} \hat{a}_r \tag{1.20}$$

Keterangan :

\hat{r} = vektor satuan arah radial

(-) = negatif artinya menjauhi pusat lingkaran

$$ds = R d\theta \rightarrow \vec{v} = \frac{ds}{dt} = R \frac{d\theta}{dt} \rightarrow \frac{d\theta}{dt} = \vec{\omega}$$

$$\vec{v} = R\vec{\omega} \rightarrow \vec{\omega} = \text{kecepatan sudut} \rightarrow \tag{1.21}$$

Frekuensi sudut = cycle/second atau cps = Hz

Waktu yang diperlukan satu kali putaran = T

(T = periode) dan f = banyak kalinya putaran setiap detik

$$T = \frac{1}{f} \text{ atau } f = \frac{1}{T} \rightarrow \vec{\omega} = \frac{d\theta}{dt} \rightarrow \theta = 360^\circ = 2\pi$$

$$t = T$$

$$\vec{\omega} = \frac{2\pi}{T} \text{ atau } \vec{\omega} = 2\pi f$$

→ (1.22)

$$dv = \frac{ds}{dt} \rightarrow ds = 2\pi R \text{ (keliling lingkaran)}$$

$$dt = T$$

$$v = \frac{2\pi}{t} R \rightarrow \frac{2\pi}{T} = \vec{\omega}$$

$$\boxed{\vec{v} = \vec{\omega}R} \rightarrow \quad (1.23)$$

Apabila $\vec{\omega}$ = konstan, maka =

$$\int_{\theta_0}^{\theta} d\theta = \int \vec{\omega} dt \rightarrow \vec{\omega} = \frac{d\theta}{dt} \rightarrow d\theta = \vec{\omega} dt$$

$$\int_{\theta_0}^{\theta} d\theta = \vec{\omega} \int_{t_0}^t dt \rightarrow \theta - \theta_0 = \vec{\omega}(t - t_0)$$

$$\theta = \theta_0 + \vec{\omega}(t - t_0) \rightarrow (23)$$

$$\theta = \omega \cdot t \rightarrow \theta_0 = 0 \text{ dan } t_0 = 0$$

Apabila $\vec{\omega}$ berubah dengan waktu, maka

$$\alpha = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \rightarrow \alpha = \text{konstan} \quad a = \frac{dv}{dt}$$

α = percepatan sudut

$$\int_{\omega_0}^{\omega} d\vec{\omega} = \int_{t_0}^t \alpha dt \rightarrow \omega |_{\omega_0}^{\omega} = \alpha [t]_{t_0}^t = \omega - \omega_0 = \alpha(t - t_0)$$

$$\vec{\omega} = \omega_0 + \alpha(t - t_0) \rightarrow (24)$$

$$d\theta = \omega \cdot dt$$

$$= (\omega_0 + \alpha t) dt$$

$$d\theta = \vec{\omega} \cdot dt + (\alpha t) dt$$

$$\int d\theta = \int \vec{\omega} \cdot dt + \int \alpha + dt \rightarrow \omega_0 + \alpha = \text{konstan}$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \rightarrow t_0 = 0 \quad \rightarrow \quad (1.24)$$

Dalam keadaan khusus diperoleh percepatan tangensial

$$\vec{a}_T = \frac{dv}{dt} = R \frac{d\vec{\omega}}{dt} = R \frac{d^2\theta}{dt^2} = R\alpha \quad \omega = \frac{d\theta}{dt}$$

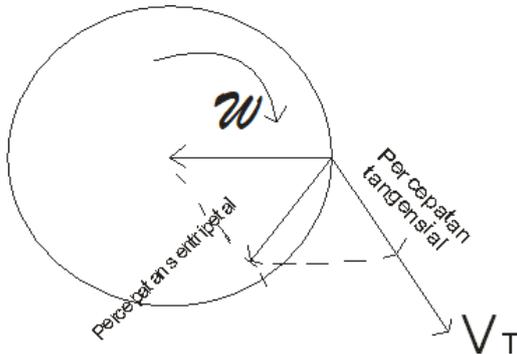
$$a = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\vec{a}_T = R\alpha \rightarrow \text{percepatan resultan adalah}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_s + \vec{a}_T \rightarrow a_R = \sqrt{a_T^2 + a_s^2} \rightarrow \quad (1.25)$$

$$\vec{a}_s = \frac{v^2}{R} \rightarrow v^2 = \omega^2 R^2$$

$$\vec{a}_s = \frac{\omega^2 R^2}{R} \rightarrow \vec{a}_s = \vec{\omega}^2 R$$



Gambar 1.15. Hubungan ω dan v
Sumber: Dokumentasi pribadi

APLIKASI CONTOH SOAL:

1. Sebuah partikel bergerak pada garis lurus dengan persamaan $X = 2t^3 + 3t^2 - 2$ ($x=m, t=s$),

Tentukanlah:

- Persamaan kecepatan dan persamaan percepatannya?
- Posisi/ kedudukan, kecepatan, dan percepatan pada $t=3$ detik /dan $t= 6$ detik
- Kecepatan rata-rata= 3 detik dan $t=6$ detik?

$$a) \vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} = \frac{d}{dt}(2t^3 + 3t^2 - 2) = (6t^2 + 6t) \text{ m/s}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{x}}{dt^2} = \frac{d}{dt}(6t^2 + 6t) = (12t + 6) \text{ ms}^{-2}$$

$$b) x = 2t^3 + 3t^2 - 2 \rightarrow t = 5 \text{ dtk}$$

$$= 2 \cdot (5)^3 + 3 \cdot (5)^2 - 2 = 323 \text{ m}$$

$$\vec{v} = (6t^2 + 6t) = 6(5)^2 + 6(5) = 180 \text{ ms}^{-1}$$

$$\vec{a} = (12t + 6) = 12 \cdot 5 + 6 = 66 \text{ ms}^{-2}$$

$$c) t = 3 \text{ dtk} \rightarrow x = 79 \text{ m}$$

$$v = 72 \text{ ms}^{-1}$$

$$t = 6 \text{ dtk} \rightarrow x = 538 \text{ m}$$

$$v = 252 \text{ ms}^{-1}$$

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_6 - \vec{x}_3}{t_6 - t_3} = \frac{538 - 79}{6 - 3} = 153 \text{ ms}^{-1}$$

$$d) \langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_6 - \vec{v}_3}{t_6 - t_3} = \frac{252 - 72}{6 - 3} = 60 \text{ ms}^{-2}$$

2. Sebuah partikel bergerak pada garis lurus dengan percepatan berubah dengan waktu sebagai fungsi $\vec{a}(t) = 12t^2 \text{ ms}^{-2}$
- Hitunglah kecepatan sesaat pada $t=2$ detik, jika diketahui benda dalam keadaan berhenti pada saat $t=0$
 - Tentukan persamaan gerak benda jika diketahui pada saat $t=2$ detik benda berada pada posisi $x = 1 \text{ m}$?
 - Tentukanlah laju benda setelah menempuh jarak 66 m ?

Jawaban:

$$a) \vec{a}_t = 12t^2 \text{ ms}^{-2} \quad \rightarrow \text{kecepatan sesaat} \rightarrow t = 2 \text{ detik}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \rightarrow dv = \vec{a}dt \quad \rightarrow t_0 = 0, t = 2 \text{ detik}$$

$$\int \vec{v}_t = \int_0^2 \vec{a}_t dt = \int_0^2 12t^2 dt = \left| \frac{12}{3} t^3 \right|_0^2$$

$$|4t^3|_0^2 = \{4(2)^3 - 4(0)^3\} = 32 \text{ ms}^{-1}$$

$$b) x_t = \int v_t dt = \int_0^2 4t^3 dt = \frac{4}{4} t^4 + c$$

$$1 = (2)^4 + c$$

$$1 = 16 + c$$

$$c = -15$$

$$\text{persamaan gerak } x_t = (4t^3 - 15)m$$

$$c) v_t = \dots ?$$

$$x = 66 \text{ m}$$

$$x_t = \int v_t dt = t^4 - 15$$

$$66 = t^4 - 15$$

$$66 + 15 = t^4$$

$$t^4 = 81$$

$$t = 3 \text{ detik}$$

$$dt = t^4 - 15$$

$$v_t = (4t^3) = 4(3) = 108 \text{ ms}^{-1}$$

RANGKUMAN

a) Kecepatan sesaat

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt}$$

b) Percepatan sesaat

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

c) Persamaan kecepatan

$$\vec{v}_t = \vec{a}t \pm \vec{v}_0$$

d) Persamaan posisi

$$\vec{x}_t = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 t \pm \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

dalam satu dimensi (garis)

$$\vec{r}_t = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t \pm \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

dalam dua dimensi (ruang/bidang)

e) Jika nilai percepatan disetiap tempat $\vec{a} = \vec{a}(x)$

$$\vec{v}^2 = v_0^2 + 2 \int_0^x \vec{a}(x) dx$$



(lebih umum)

f) Percepatan sentripetal

$$\vec{a}_s = \frac{\vec{v}^2}{R}$$

LATIHAN 1:

1. Sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan awal 60 m/s dengan sudut $\alpha = 60^\circ$.

Tentukanlah:

- tinggi max yang dicapai peluru?
- posisi peluru ketika $t=3$ detik
- jarak maksimum yang dicapai peluru?

2. Sebuah ban dengan jejari 30 cm diputar dengan kecepatan sudut $(\omega) = 10 \text{ rad/s}$ dan percepatan $\alpha = 0 \text{ rad/s}$. Hitunglah:

- kecepatan tangensial?
- kecepatan sentripetal dan percepatan tangensial?
- percepatan resultan?

Jawab=

a) $\vec{v} = \vec{\omega}R$

b) $\vec{a}_s = \frac{v^2}{R}$

c) $\vec{a}_T = \alpha \cdot R$

d) $a_R = \sqrt{a_T^2 + a_s^2}$

Keterangan:

Satuan radial = satuan sudut tanpa dimensi, karena radial mengatakan sudut dalam

satuan panjang/jejari = $\frac{\text{dimensi panjang (m)}}{\text{dimensi panjang (m)}}$



Gambar 2.1 *Batungkau*

Sumber: www.google.com

Pada bab sebelumnya, Anda telah mempelajari tentang kinematika partikel yaitu cabang mekanika yang mempelajari gerak tanpa memedulikan penyebab dari gerak. Dalam bab ini Anda akan mempelajari dinamika, yaitu cabang mekanika yang mempelajari penyebab dari gerak, yaitu gaya.

Perhatikan gambar 2.1. pada saat menggunakan *tungkau*, para pemain memerlukan gaya. Gaya apa saja yang diperlukan agar dapat terus berjalan ke depan??? Untuk mengetahui jawabannya, ayooo pelajari uraian materi berikut ini dengan antusias.

DINAMIKA PARTIKEL

Dinamika: Bagian dari mekanika yang membahas hubungan antara gaya dan gerak dari suatu benda/partikel.

Hukum-Hukum Utama Tentang Gerak

Gaya sebagai wahana interaksi = Hukum-hukum newton I sampai III

a) Hukum I Newton = Hukum Kelembaman

- **Arti Fisis:**

Sebuah benda akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan apabila resultan gaya yang bekerja pada benda itu adalah “nol”.

Persamaan:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \quad \longrightarrow \quad \text{Hukum I Newton} \quad (2.1)$$

$$\Delta \vec{v} = 0 \quad \longrightarrow \quad \text{Perubahan kec.} = 0$$

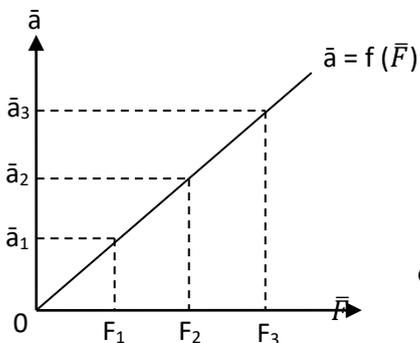
Hukum kesetimbangan:

$$\left. \begin{array}{l} \Sigma \vec{F}_x = 0 \\ \Sigma \vec{F}_y = 0 \\ \Sigma \vec{F}_z = 0 \end{array} \right\} \Sigma = \text{Jumlah Gaya}$$

- Massa kelembaman = Sebuah ukuran kuantitatif dari kelembamannya (sifat inersia)
- Massa suatu benda = Sebuah ukuran kuantitatif dan operasional dari inersial dari sifat inersial benda

b) Hukum II Newton

1. Bagaimana kaitan gaya pada suatu benda dengan percepatannya?



$$F_1 < F_2 < F_3$$

Gambar 2.2. Hubungan F dan a
Sumber: Dokumentasi pribadi

$$\vec{F} \sim \vec{a} \quad \longrightarrow \quad \text{untuk } m = \text{tetap}$$

$$\vec{a} \sim \frac{1}{m} \quad \longrightarrow \quad \text{untuk } \vec{F} = \text{tetap}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \text{atau} \quad \vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} \quad \dots \quad (2.2)$$

Arti fisis:

Percepatan sebuah benda adalah berbanding lurus dengan resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut, berbanding terbalik dengan massanya dan arah sama dengan arah resultan gaya.

Dalam bentuk lain hukum II Newton: (umum)

$$\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \longrightarrow p = m\vec{v} \text{ (momentum linear)}$$

$$\Sigma \vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \longrightarrow \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a} \longrightarrow \text{untuk } m = \text{konstan}$$

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \longrightarrow k = 1 \text{ (konstanta)} \tag{2.3}$$

c) Hukum III Newton

- Apakah perihai penimbunan gaya oleh suatu benda gaya oleh suatu benda terhadap benda lain bersifat satu arah atau timbal-balik ?



Gambar 2.3. Interaksi dua benda yang bertumbukan
Sumber: Dokumentasi pribadi

$$M = 0$$

$$\vec{p} = M\vec{V}$$

M = Koefisien gesekan

$P_1 + P_2 = \text{Tetap} \rightarrow$ Jumlah momentum tetap jika tidak ada energi hilang

$$\frac{dp_1}{dt} + \frac{dp_2}{dt} = 0 \text{ sehingga}$$

$$\frac{dp_1}{dt} = - \frac{dp_2}{dt} \rightarrow \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \text{ maka :}$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad \left. \begin{array}{l} \rightarrow \vec{F}_1 = \text{aksi} \\ \vec{F}_2 = \text{reaksi} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Pasangan gaya} \\ \text{aksi-reaksi} \end{array}$$

- Sama besar dan berlawanan arah

INFO FISIKA



Gambar. 2.4 Permainan *Batungkau*

Sumber: www.google.com

Nama permainan ini biasanya dalam bahasa Banjar tepatnya di Kalimantan Selatan dikenal dengan nama *Batungkau*. Permainan "*Batungkau*" diambil dari kata dasar "tungkau" dengan mendapat awalan "ba" (Bahasa Banjar) yang berarti bermain *tungkau*. Perkataan *tungkau* mengandung artian "tinggi", karenanya *batungkau* berarti meninggikan diri (fisik) dengan mempergunakan alat. Alat itu sendiri juga dinamakan *tungkau*. Permainan ini dilakukan oleh anak-anak laki-laki dan juga oleh para remaja.

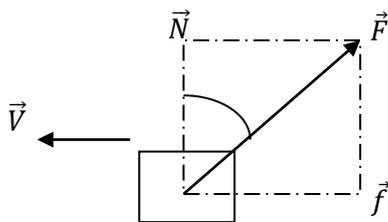
(Sumber: <http://permainanbanjar.blogspot.co.id>)

Pada permainan ini dapat dijumpai penerapan dari Hukum III Newton. Pada saat tongkat berjalan ke arah depan maka akan memberikan gaya ke belakang sebagai gaya aksi. Sebagai responnya tanah tempat pijakan tongkat akan memberikan gaya ke depan sebagai gaya reaksi. Dengan demikian orang yang melakukan permainan *batungkau* ini dapat terus berjalan hingga mencapai garis finish karena adanya gaya aksi-reaksi antara tongkat dengan tanah tempat berpijak.

d) **Gaya Gesekan** : Gaya sentuh antara permukaan bidang dengan benda, arahnya selalu berlawanan benda, arahnya selalu berlawanan gerak benda.

- $f_s = M_s \cdot N \cdot \hat{v} \rightarrow \hat{v} = \text{Vektor satuan arah ke benda}$
- $f_k = M_k \cdot N \cdot \hat{v}$ $N = \text{Gaya normal (gaya sentuh)}$
 $M_s > M_k$

HUBUNGAN GAYA GESEKAN (f)



Hukum Gesekan

$$f = F \sin \theta$$

$$N = F \cos \theta$$

Gambar 2.5. Representasi gaya gesek pada sebuah benda
 Sumber: Dokumentasi pribadi

i. **Statis**

Artinya tidak terjadi pergeseran antara kedua permukaan

$$f_s \leq M_s N \rightarrow \tan \theta \leq M_s$$

$$\theta \leq \arctan M_s$$

ii. **Kinetis**

Artinya terjadi pergeseran

$$f_k = M_k N. \rightarrow \text{tg } \theta = M_k$$

$$\theta = \text{arc tg } M_k$$

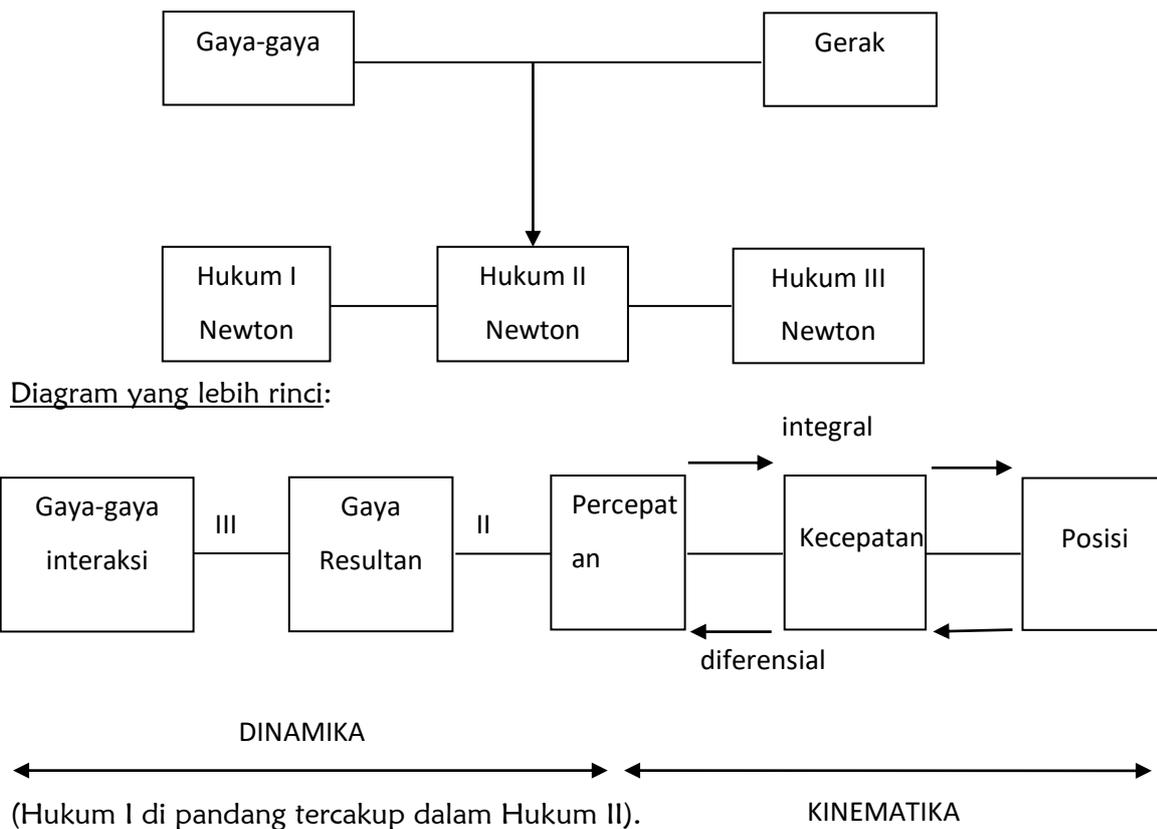
Percobaan

Suatu benda terletak (diam) di atas bidang miring (θ = sudut kemiringan)

- a) Gambarkan dua gaya interaksi yang dialami benda, dan nyatakan besar masing-masing amati dan apa yang dapat di katakana tentang besar koefisien gesekan (M_s)?
- b) Jika sudut kemiringan diperbesar sedikit demi sedikit, pada sudut θ tertentu benda mulai muluncur. Berapa besarnya μ_s dinyatakan dalam θ . Berdasarkan ungkapan θ ini, jelas bahwa beranggapan adanya batas, bagi μ_s tidak mungkin benar!

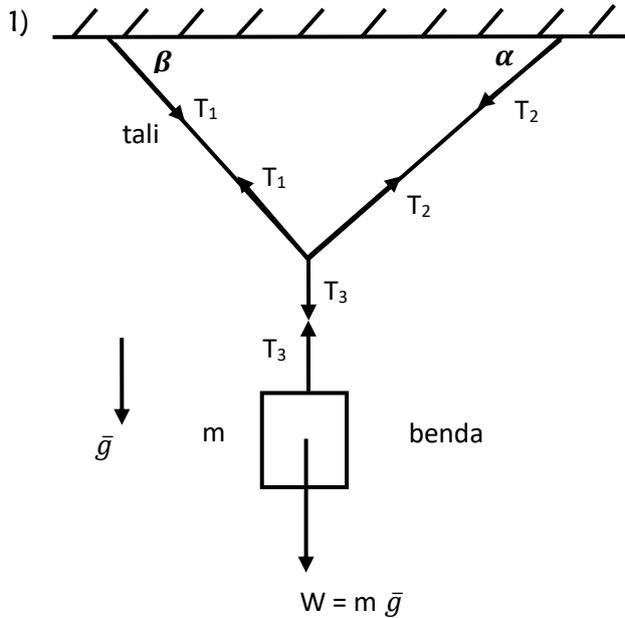
“POLA PENYELESAIAN MASALAH-MASALAH DINAMIKA”

Adapun pola penyelesaian permasalahan yang biasanya disajikan dalam kasus dinamika partikel dapat dilihat seperti gambar 2.6 berikut:

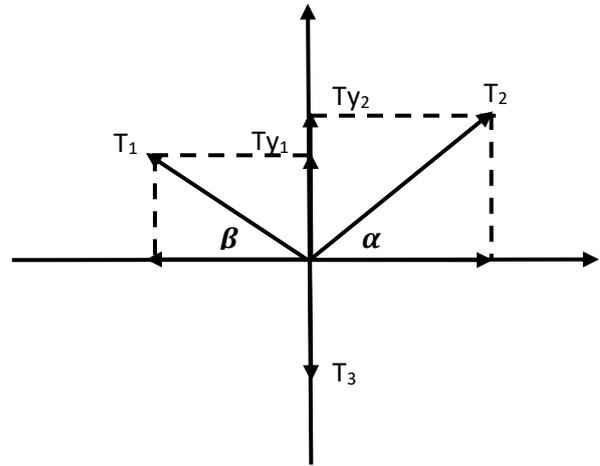


Gambar 2.6. Pola penyelesaian permasalahan dinamika partikel
Sumber: Dokumentasi pribadi

APLIKASI HUKUM-HUKUM UTAMA NEWTON



Gambar 2.7. Representasi gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda yang diikat
Sumber: Dokumentasi pribadi



Gambar 2.8 Representasi gaya-gaya yang bekerja pada sumbu x dan y

Sumber: Dokumentasi pribadi

$$\sum \vec{F} = 0 \rightarrow \text{setimbang}$$

$$T_{x1} = T_1 \cos \beta$$

$$T_{y1} = T_1 \sin \beta$$

$$T_{x2} = T_2 \cos \alpha$$

$$T_{y2} = T_2 \sin \alpha$$

$$\sum \vec{F}_x = 0$$

$$T_{x2} - T_{x1} = 0 \text{ atau } T_{x2} = T_2 \cos \alpha = T_{x1} = T_1 \cos \beta \rightarrow (1)$$

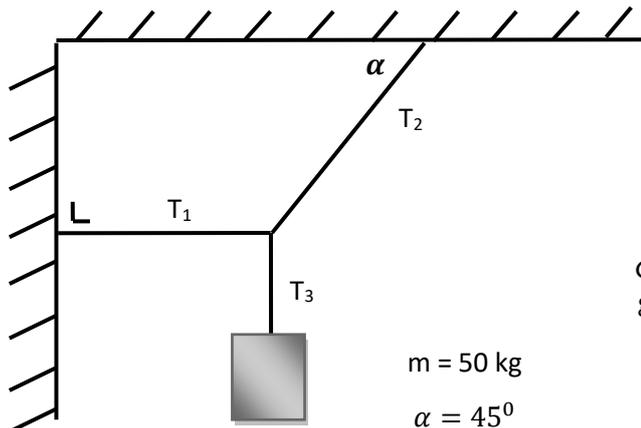
$$\sum \vec{F}_y = 0 \longrightarrow T_1 \sin \beta + T_2 \sin \alpha = T_3 \rightarrow (2)$$

$$T_{y1} + T_{y2} - T_3 = 0 \quad T_3 = w$$

$$T_3 = m \vec{g}$$

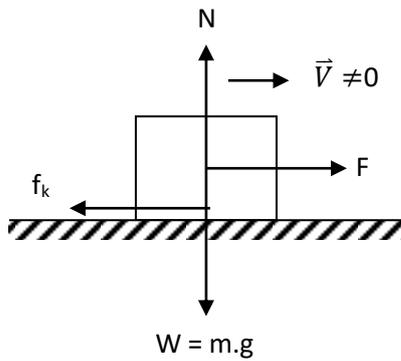
Dari pers. (1), (2), dan (3), dapat dihitung gaya tegangan = T_1 dan $T_2 \rightarrow T_3 > T_1$ dan T_2 .

2)



Gambar 2.9. Representasi gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda yang diikat dengan tali
Sumber: Dokumentasi pribadi

3.



Gambar 2.10 Representasi gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda di atas permukaan kasar

Sumber: Dokumentasi pribadi

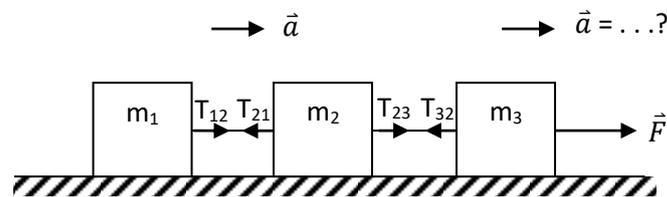
$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F} - f_k = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F} - f_k}{m} \quad \longrightarrow \quad f_k = \mu_k \cdot N$$

$$\vec{a} = \frac{F - \mu_k m \cdot g}{m} \quad \longrightarrow \quad N = w$$

4.



$$\vec{a} = \dots?, \mu = 0$$

$$T_{23} > T_{12}$$

Gambar 2.11. Representasi gaya-gaya yang bekerja pada beberapa benda pada permukaan licin

Sumber: Dokumentasi pribadi

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_{tot}} \quad \longrightarrow \quad m_{tot} = m_1 + m_2 + m_3$$

a) $T_{23} = m_{tot} \cdot \vec{a}$

$$= (m_1 + m_2) \frac{\vec{F}}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$T_{23} = \frac{m_1 + m_2}{m_1 + m_2 + m_3} F$$

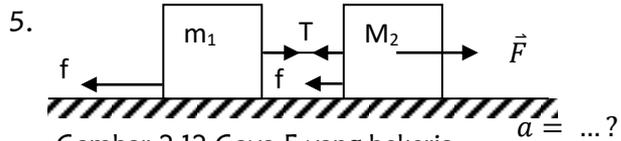
$$T_{12} = m_1 \vec{a} = \frac{m_1}{m_1 + m_2 + m_3} \vec{F}$$

$$T_{23} > T_{12}$$

b) $\vec{F} - T_{23} = m_3 \vec{a} \quad \longrightarrow \quad T_{23} = \vec{F} - m_3 \vec{a}$

$$= \vec{F} - m_3 \frac{\vec{F}}{m_1 + m_2 + m_3}$$

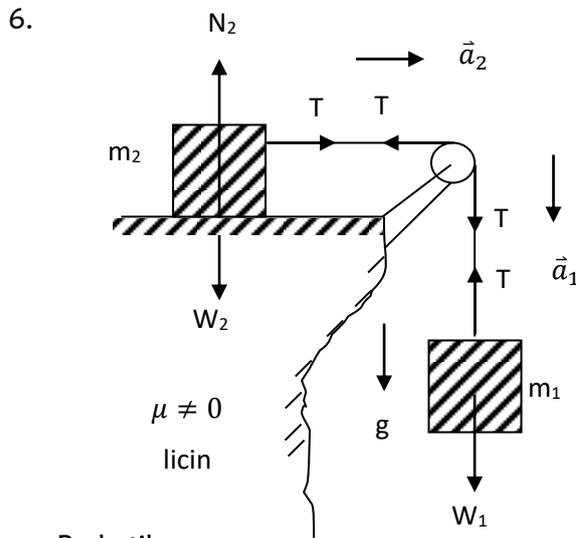
$$T_{23} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_{total}} \right) \vec{F}$$



Gambar 2.12 Gaya F yang bekerja pada dua benda yang saling terikat pada permukaan kasar

Sumber: Dokumentasi pribadi

$$\vec{a} = \frac{m_1}{M_{tot}}$$



Gambar 2.13 Representasi gaya-gaya yang bekerja pada sistem benda yang dihubungkan oleh katrol
Sumber: Dokumentasi pribadi

Perhatikan m_1

$$W_1 - T = m_1 \cdot a_1$$

$$T = W_1 - m_1 \cdot a_1$$

$$T = m_1 g - m_1 \cdot a_1 \quad \longrightarrow (1)$$

Perhatikan m_2

$$T = m_2 \cdot a_2 \quad \longrightarrow (2) \quad \text{karena } \vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a}$$

$$m_2 \vec{a} = m_1 g - m_1 \cdot a_1$$

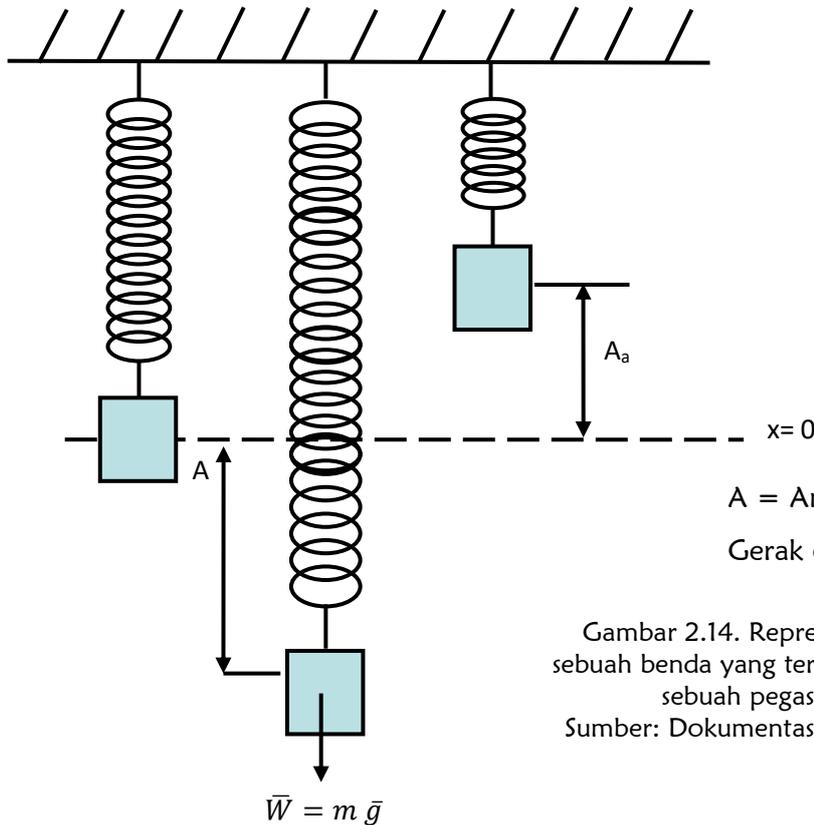
$$(m_1 + m_2) a_1 = m_1 g \quad \vec{a} = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right) \vec{g}$$

$$T = \left(\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \right) \vec{g}$$

7. Soal no.6 $\mu \neq 0$ (tidak licin)

GAYA PEGAS

Percoobaan: 2 – Benda berayun pada pegas



Robert Hooke

$$\vec{F} = -k X$$

A = Amplitudo = simpangan m α

Gerak osilasi = gerak bolak balik

Gambar 2.14. Representasi sebuah benda yang terikat pada sebuah pegas
Sumber: Dokumentasi pribadi

Jika A keatas = A ke bawah = gerak harmonis atau gerak selaras

Hukum II Newton: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \rightarrow \vec{p} = m \cdot \vec{v}$

$$-k x = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$-k x = m \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

Atau:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m} x \rightarrow \frac{k}{m} = \text{faktor tetap}$$

$$x = A \cos(\omega t + \theta) \rightarrow \text{gerak } \Theta$$

$$\frac{d}{dt} \cos t = -\sin t$$

$$\frac{d^2}{dt^2} \cos t = -\frac{d}{dt} \sin t = -\cos t$$

$$\frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \theta)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \theta)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m} X$$

$$-\omega^2 A \cos t (\omega t + \theta) = -\frac{k}{m} A \cos(\omega t + \theta)$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

→ frekuensi sudut rad/s (satunya)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

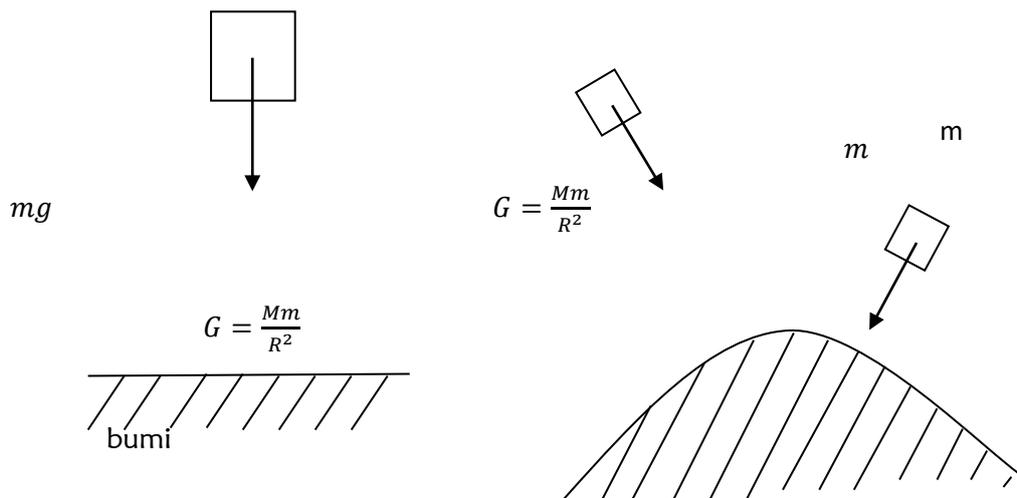
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \theta)$$

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \theta)$$

GAYA KONSERVATIF

a. Gaya yang bergantung hanya pada posisi disebut **gaya konservatif**.



bumi $M =$ massa bumi

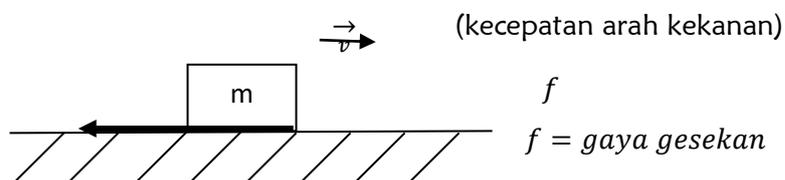
Gambar 2.15. Jenis gaya konservatif
Sumber: Dokumentasi pribadi

Sebab :

$$\int_1^2 \vec{F} dr = - \int_2^1 \vec{F} dr \quad \longrightarrow \quad \oint \vec{F} dr = 0$$

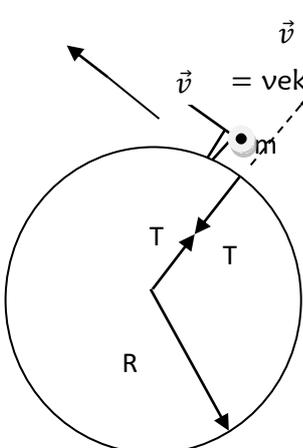
“ Kerja/usaha yang diberikan, dapat diperoleh kembali atau kerja/usaha yang dilakukan tidak bergantung pada jalan yang dilalui “

b. Gaya yang juga bergantung pada arah (\vec{v}) atau kecenderungan gerak = **nonservatif**



GAYA SENTRIPETAL

Sebuah benda yang bergerak dengan laju tetap mempunyai percepatan ke arah pusat lingkaran atau pada arah sentripetal yang dinyatakan sbb:



$$\vec{a}_s = -\frac{\vec{v}^2}{R} \hat{r} \longrightarrow$$

\vec{v} = kecepatan linier
 R = jari – jari
 \hat{r} = vektor s
 atuan arah radial keluar
 (-) = tanda negatif menunjukkan arah percepatan menuju pusat lingkaran

Hukum II Newton

- Harus bekerja gaya-gaya sebesar

$$F = m\vec{a} \rightarrow \vec{a}_s = -\frac{\vec{v}^2}{R} \hat{r}$$

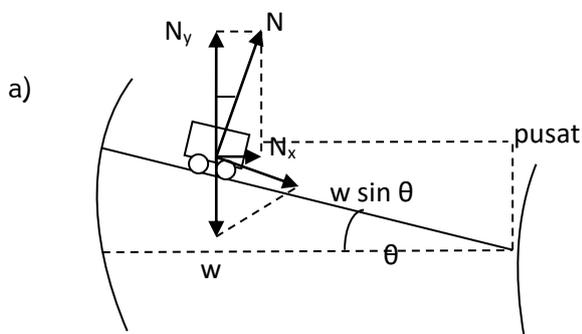
$$F = m \left(-\frac{\vec{v}^2}{R} \hat{r}\right) \rightarrow (\text{gaya sentripetal} = \vec{F}_s)$$

Gambar 2.16 Representasi gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda yang sedang bergerak melingkar
 Sumber: Dokumentasi pribadi

Dalam kasus fisis ini yang berfungsi sebagai gaya sentripetal adalah gaya tegangan tali (T).

2. Sebuah tikungan jalan raya di rancang untuk lalu lintas dengan kecepatan tertentu (\vec{v}).

- Jika jejari tikungan R, permukaan jalan licin, berapa seharusnya kemiringan jalan agar tidak slip / tergelincir?
- Jika tikungan jalan tidak miring, berapakah koefisien gesekan (μ) minimum agar kendaraan tidak tergelincir?



Gambar 2.17 Representasi gaya-gaya yang bekerja pada sebuah mobil pada sebuah tikungan
 Sumber: Dokumentasi pribadi

N = gaya normal mobil

m = massa mobil

- Komponen dalam arah vertikal:

$$N_y = N \cos \theta = m g \longrightarrow (1)$$

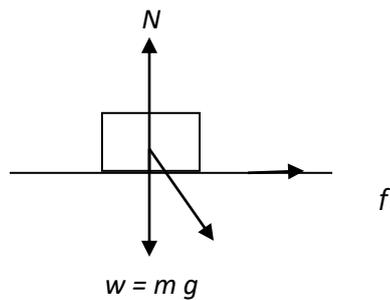
- Komponen dalam arah horizontal: arah gaya sentripetal yang membuat arah gerak mobil berubah waktu membelok:

$$N_x = N \sin \theta = m \frac{v^2}{R} \longrightarrow (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \longrightarrow \frac{N \sin \theta}{N \cos \theta} = \frac{m \frac{v^2}{R}}{m g}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{v^2}{R g} \longrightarrow \boxed{\theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{v^2}{R g}}$$

b)



$$N = w = m g \quad (1)$$

$$F = \mu N \longrightarrow N = m g$$

$$F = \mu m g \longrightarrow f = F_s$$

$$\mu m g = m \frac{v^2}{R} \longrightarrow (2)$$

c) $\boxed{\mu = \frac{v^2}{R g}}$

RANGKUMAN

- a) Hukum I Newton = Hukum Kelembaman

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

- b) Hukum II Newton

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$$

- c) Hukum III Newton

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

- d) Gaya Gesekan

$$f_s = \mu_s \cdot N \cdot \hat{v} \rightarrow \hat{v} = \text{vektor satuan arah ke benda}$$

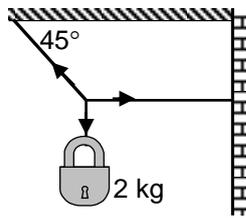
$$f_k = \mu_k \cdot N \cdot \hat{v} \quad N = \text{Gaya normal (gaya sentuh)}$$

- e) Gaya Sentripetal

$$F = m\vec{a} \rightarrow \vec{a}_s = -\frac{v^2}{R}\hat{r}$$

LATIHAN 2

1. Sebuah mobil yang memiliki massa 900 kg bergerak dengan laju 25 m/s. Mobil tersebut tiba-tiba direm dengan kuat sehingga berhenti dalam waktu 5 s. Berapa gaya yang dilakukan oleh rem mobil?
2. Sebuah mobil massanya 5000 kg terletak pada bidang miring yang sudut kemiringannya 30° , mula-mula dalam keadaan diam ($g = 10 \text{ m.s}^{-2}$). Tentukan percepatan mobil tersebut.
3. Mesin sebuah pesawat menghasilkan gaya 140 kN selama lepas landas. Massa pesawat 40 ton. Tentukan: (a) percepatan pesawat dan (b) minimum panjang landasan jika untuk memulai terbang diperlukan laju 60 m/s.
4. Sebuah Kunci besi dengan massa 2 kg tergantung pada tiga buah tali seperti tampak pada gambar di samping. Hitung tegangan pada ketiga tali tersebut.



GLOSARIUM

Dinamika partikel adalah Bagian dari mekanika yang membahas hubungan antara gaya dan gerak dari suatu benda/partikel.

Gaya Gesekan adalah gaya sentuh antara permukaan bidang dengan benda, arahnya selalu berlawanan benda, arahnya selalu berlawanan gerak benda.

Gerak Parabola adalah gerak suatu partikel dimana besar percepatan serta arahnya selalu tetap

Kinematika Partikel merupakan salah satu bagian dari mekanika yang mempelajari tentang gerak partikel tanpa mengindahkan penyebab ia bergerak.

Percepatan sentripetal yaitu gerak yang memiliki besar kelajuan yang tetap (tidak berubah) tapi memiliki arah percepatan yang selalu berubah

DAFTAR PUSTAKA

- Fajarini, U. (2014). Peranan Kearifan Lokal Dalam Pendidikan Karakter. *Sosio Didaktika* , 123-130.
- Halliday, D. & Resnick, R. 1985. *Fisika Edisi Mahasiswa Jilid 1 Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Kanginan, M. (2002). *Fisika 1 Untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Sears & Zemansky. 1999. *Fisika untuk Universitas 1*. Jakarta: Trimitra Mandiri.
- Utari, U., Degeng, I. N., & Akbar, S. (2016). Pembelajaran Tematik Berbasis Kearifan Lokal Di Sekolah Dasar Dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA). *Jurnal Teori dan Praksis Pembelajaran IPS* , 39-44.