

Fisika Modern

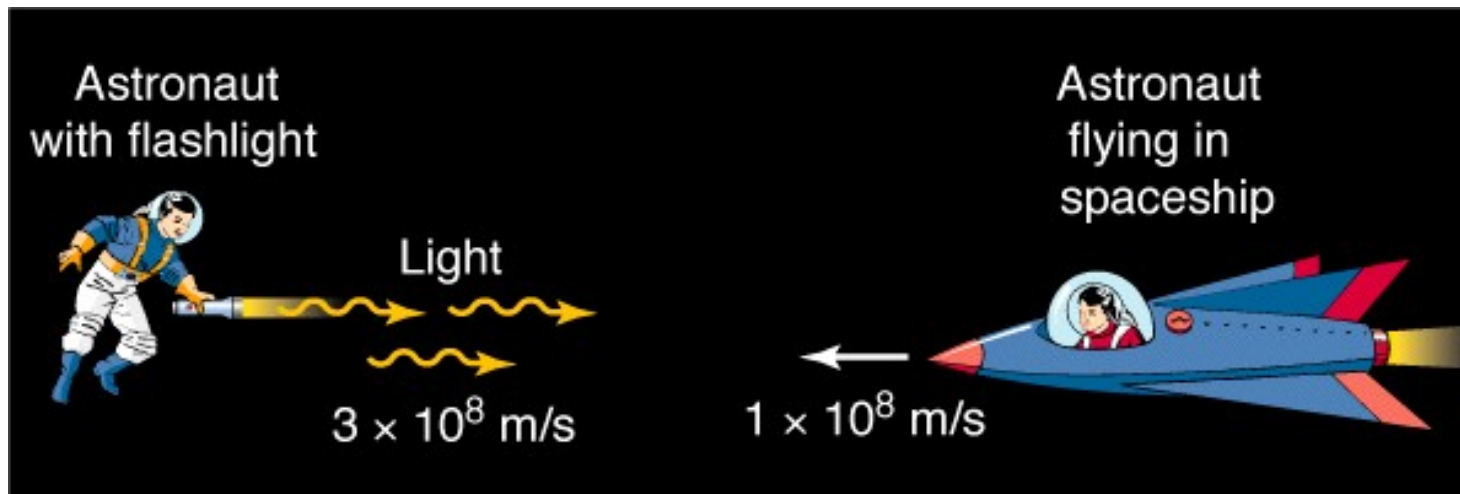
#1 TEORI RELATIVITAS

Eka Maulana, ST., MT., M.Eng.

Teknik Elektro

Universitas Brawijaya

Pengantar



$V_L?$

Postulat.....???

Semua gerak adalah **relatif**,
kelajuan cahaya dalam ruang
hampa sama bagi semua pengamat

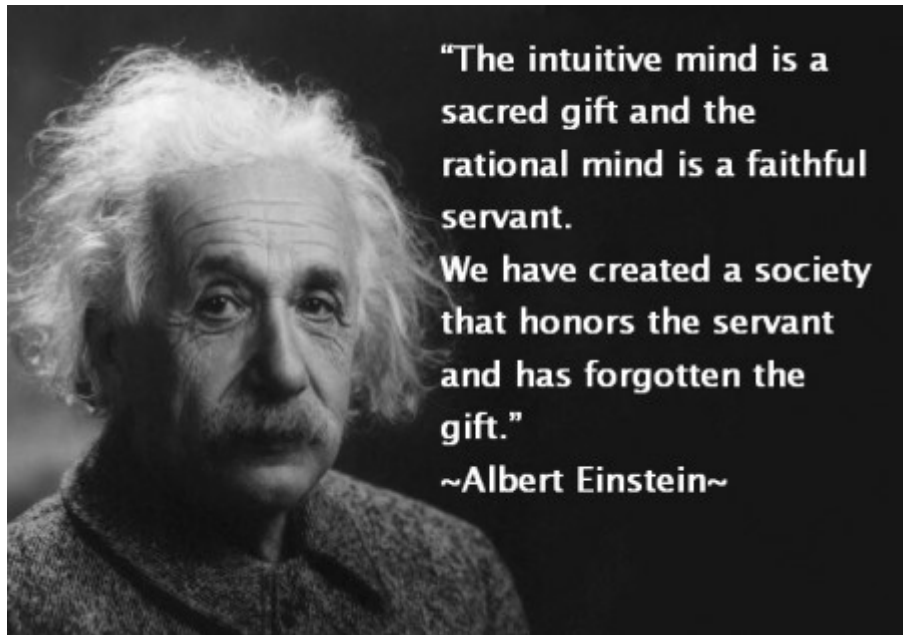


Gerak hanya berarti terhadap
kerangka **acuan tertentu**



Teori Relativitas **Khusus** vs **Umum**

Contents



- Postulat Relativitas
- Pemuaian Waktu
- Relativitas Massa
- Pengerutan Panjang
- Efek Dopler

Transformasi Galilei (klasik)

- Besaran penting fisika: **Ruang dan Waktu**
 - Dalam Fisika klasik pengukuran 1 dan 2 dihubungkan oleh Transformasi Galilei.
 - Ditentukan oleh pengamat diam O , dan pengamat bergerak O' .
- Transformasi Koordinat
- Transformasi Kecepatan Galilei
- Sifat Invarian Hukum Fisika: Persamaan akan memiliki bentuk yang sama apabila ditentukan oleh dua pengamat

Contoh Kasus

1. Peneliti di laboratorium mengamati dua buah partikel yang bergerak secara berlawanan arah dengan kelajuan $0,6c$ dan $0,7c$. Tentukan kelajuan relatif antara kedua partikel tersebut!
2. Sebuah pesawat ruang angkasa bergerak saling mendekat dengan kelajuan $0,5c$ dan $0,6c$ terhadap pengamat di bumi. Berapa kelajuan relatif kedua pesawat tersebut?

Relativitas Khusus

Hukum fisika dapat dinyatakan dalam persamaan yang berbentuk sama dalam semua **kerangka acuan** yang bergerak dengan **kecepatan tetap** satu dengan lainnya.

Albert Einstein (1905)

Prinsip Relativitas

Semua Pengamat yang tidak mengalami percepatan harus diperlakukan setara dalam semua hal, walaupun bergerak (dengan kecepatan tetap) relatif terhadap lainnya.

Dapat dirumuskan:

1. Hukum fisika adalah invarian untuk semua pengamat inersial (tidak mengalami percepatan)
2. Dalam ruang hampa, laju cahaya diukur semua pengamat inersial adalah sama c . Tidak tergantung pada gerak sumbernya.

Dilasi Waktu

Benda yang bergerak mendekati kecepatan cahaya memiliki relativitas waktu lebih lama

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

t_0 = waktu diam pengamat

t = waktu dalam keadaan gerak relatif

v = kelajuan gerak relatif

c = kelajuan cahaya

Faktor Lorentz

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma$$

| v/c | γ |
|--------|----------|
| 0.0 | 1.0 |
| 0.1 | 1.005 |
| 0.5 | 1.155 |
| 0.8 | 1.667 |
| 0.9 | 2.294 |
| 0.99 | 7.089 |
| 0.999 | 22.366 |
| 0.9999 | 70.712 |
| 1.0 | infini |

Relativitas Massa

Benda yang bergerak mendekati kecepatan cahaya memiliki massa lebih besar

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

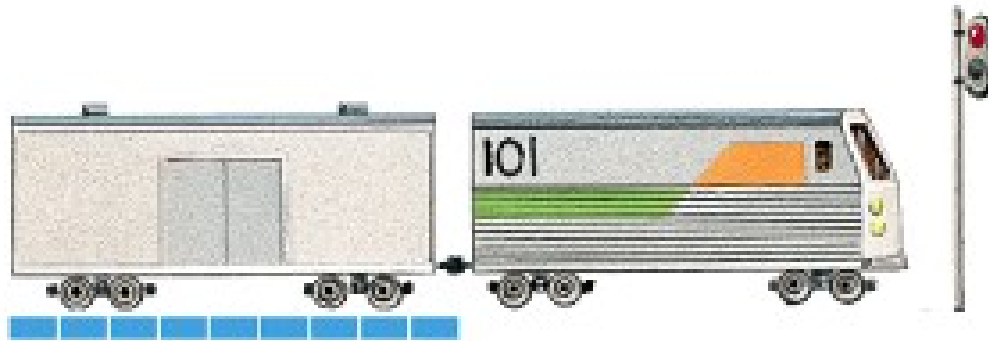
m_0 = massa diam

m = massa dalam keadaan gerak relatif

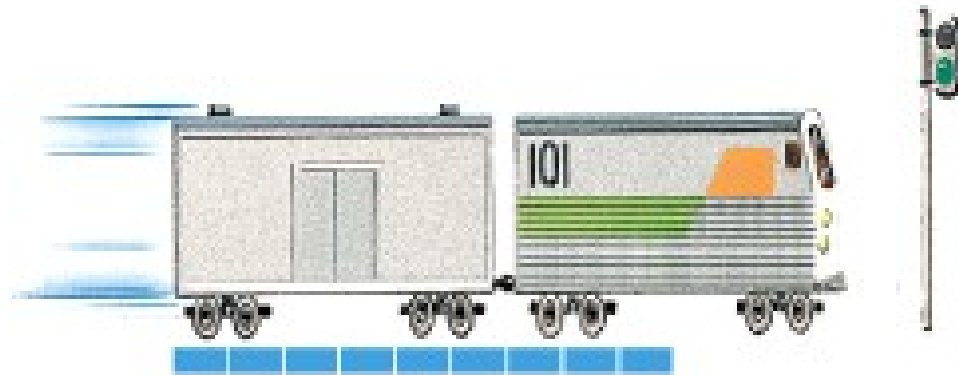
v = kelajuan gerak relatif

c = kelajuan cahaya

Pengerutan panjang



At rest



In motion

Pengerutan Panjang

Benda yang bergerak mendekati kecepatan cahaya mengalami pengerutan panjang

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

L_0 = panjang diam

L = panjang dalam keadaan gerak relatif

v = kelajuan gerak relatif

c = kelajuan cahaya

Efek Doppler (bunyi)

Gerak relatif antara pengamat dan sumber bunyi mengubah frekuensi yang diterima

$$v = v_0 \left(\frac{1 + v/c}{1 - V/c} \right)$$

v = frekuensi pengamat

v_0 = frekuensi sumber

c = kelajuan bunyi

v = kelajuan pengamat
(+ mendekati sumber)

V = kelajuan sumber
(+ mendekati pengamat)

Efek Doppler (cahaya; pengamat tegak lurus sumber)

Frekuensi yang teramati selalu lebih kecil jika pengamat bergerak tegak lurus terhadap sumber

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

ν = frekuensi pengamat

ν_0 = frekuensi sumber

c = kelajuan cahaya

v = kelajuan pengamat

Topik CMS (compact Muon Selenoid)

- Tugas dikirim email: ekamaulana@ub.ac.id
Subject: Fismod_CMS [nama]
File: FismodCMS[nama].docx

Materi di blog: maulana.lecture.ub.ac.id