

1. Translasi dan rotasi

A. Tujuan

1. Mempelajari hukum Newton.
2. Menentukan momen inersia katrol pesawat Atwood.

B. Alat dan Bahan

Kereta dinamika :

- | | |
|--|------------|
| 1. Kereta dinamika | 1 buah |
| 2. Beban tambahan @ 200 gram | 4 buah |
| 3. Landasan Rel Kereta dengan variabel kemiringan | 1 buah |
| 4. Ticker timer [6 volt ac, 50-60 Hz, celah pita 1cm] | 1 buah |
| 5. Power supply | 1 buah |
| 6. Pita kertas [1x80cm] | 20 lembar |
| 7. Kertas karbon | secukupnya |

Pesawat Atwood :

- | | |
|--|--------|
| 1. Katrol, [tebal 5 mm, diameter 12 cm] | 1 buah |
| 2. Batang tegak [batang berskala cm, skala terkecil 1 cm] | 1 buah |
| 3. Klem pemegang,[1 klem memiliki pengatur panjang] | 1 buah |
| 4. Silinder materi | 2 buah |
| 5. Klem pembatas berlubang | 1 buah |
| 6. Klem pembatas tak berlubang | 1 buah |
| 7. Pemegang/pelepas silinder | 1 buah |
| 8. Beban tambahan
[plat metal, $m_1 = \pm 2$ gram dan $m_2 = \pm 4$ gram] | 2 buah |
| 9. Stop watch [interupsi type] | 1 buah |

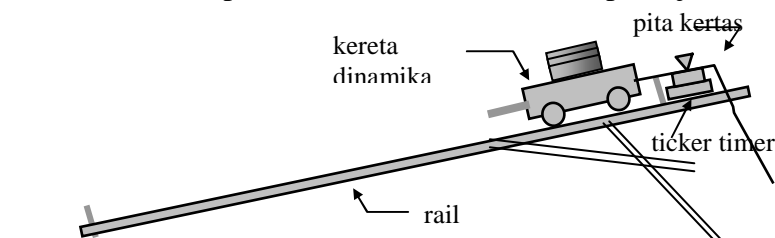
C. Dasar Teori

Hukum kedua Newton menyatakan :

Percepatan yang dialami oleh sebuah benda besarnya berbanding lurus dengan besar resultan gaya yang bekerja pada benda itu, searah dengan arah gaya itu, dan berbanding terbalik dengan massa kelembamannya

$$F_{\text{ca}} \propto a \quad (1.1)$$

Kita dapat mempelajari hukum tersebut di atas pada percobaan kereta dinamika maupun pada percobaan pesawat Atwood . Pada percobaan kereta dinamika dapat dijelaskan sebagai berikut :

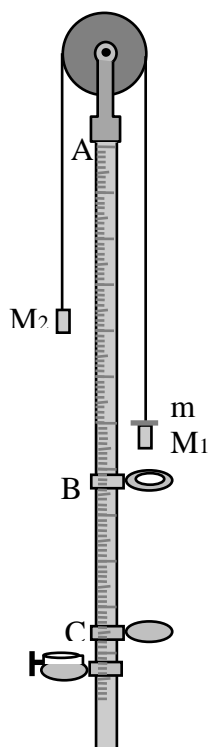


Gambar 1.1. Percobaan kereta dinamika

Pada percobaan dalam gambar 1.1.di atas, kereta dinamika berada di atas landasan (rel) yang diberi kemiringan, dilepaskan (tanpa kecepatan awal). Gaya berat kereta dinamika tsb.

menyebabkan sistem kereta dinamika bergerak. Pada saat kereta dilepaskan hidupkan Power Supply untuk menyalakan ticker timer. Pola (titik-titik) jejak ketikan yang dihasilkan oleh ticker timer pada pita kertas yang ditarik oleh kereta dinamika ini menggambarkan gerak kereta dinamika secara kualitatif).

Dalam percobaan ini kereta dinamika bergerak lurus dengan kecepatan yang bertambah, karena itu gerak kereta dinamika adalah gerak berubah beraturan yang dipercepat. Dengan demikian maka jarak antara dua titik yang berurutan pada kertas pita akan semakin besar. Dengan percobaan kereta dinamika ini kita dapat memvariasi kan variabel sudut sebagai kemiringan dan massa kereta dinamika sebagai massa kelembaman.



Gambar 1.2
Pesawat Atwood

Percobaan dengan pesawat Atwood seperti pada gambar 1.2, bila massa silinder dan beban tambahan ($M_1 + m$) lebih besar dari pada massa silinder M_2 , maka silinder M_1 dan beban tambahan m akan bergerak dipercepat ke bawah sedangkan silinder M_2 akan bergerak ke atas dengan percepatan yang sama besarnya. Hal itu akan menyebabkan katrol bersumbu tetap yang menghubungkan keduanya berotasi pada sumbu tetapnya. Pada tiap silinder berlaku hukum II Newton :

$$\sum F = m \cdot a \quad (1.2)$$

sedangkan untuk katrolnya berlaku

$$\sum \tau = I \cdot \alpha \quad (1.3)$$

Dengan menjabarkan persamaan (1.2) dan (1.3) di atas kita dapat menurunkan persamaan untuk menghitung percepatan silinder, yaitu :

$$a = \frac{(M_1 + m - M_2)}{(M_1 + m + M_2) + \frac{I}{R^2}} g \quad (1.4)$$

D. Prosedur

Kereta dinamika

1. Susun alat-alat seperti pada gambar 1.1. (Anda dapat memulai dengan dengan empat beban di atas kereta dinamika) sedang untuk menghidupkan ticker timer gunakan power supply dengan beda potensial cukup 3 volt ac (Max 6 Volt ac!!).
2. Atur kemiringan landasan rel mulai dari 10° . Pasang pita kertas pada penjepit pita di posisi belakang kereta dinamika. Pegang kereta dinamika pada posisi teratas. Lepaskan kereta dinamika bersamaan dengan menghidupkan ticker timer. Tangkap kereta dinamika pada saat pendorong-pegas kereta tepat menyentuh pembatas rel jaga dengan hati-hati jangan sampai kereta terjatuh dan segera matikan ticker timer dengan memutus saklar penghubung. (Teliti jejak ketikan ticker timer pada pita kertas, bila baik tandailah pita dengan mencatat kemiringan dan massa beban pada pita lalu lakukan langkah berikutnya).
3. Ulangi langkah 2 (untuk kemiringan yang sama) dengan beban yang berbeda-beda (ambil lima data untuk beban yang berbeda).
4. Lakukan langkah 2 sampai 3 dengan pengurangan kemiringan hingga 5° (untuk beban yang tetap).

- Ukur dan catat : massa kereta dinamika dan massa beban tambahan dan sudut kemiringan dari setiap data yang diambil.

Pesawat Atwood

Pertama :

Menentukan moment inersia katrol

- Catat massa silinder M_1 , M_2 , beban tambahan m_1 dan m_2 serta massa katrol m_k , dan jari-jari katrol (R).
- Atur sistem seperti gambar 1.2. Tetapkan skala nol pesawat sebagai titik A dan tentukan letak pembatas berlubang sebagai titik B, dan catat jarak AB itu.
- Tambahkan m_1 pada M_1 dan atur agar posisi awal m_1 tepat di A.
- Lepaskan pemegang M_2 bersamaan dengan menghidupkan stop watch. Catat waktu yang diperlukan untuk bergerak dari A ke B (t_{AB}).
- Gantilah beban tambahan dengan m_2 lalu lakukan langkah ke-3 dan ke-4.
- Lakukan langkah 1 sampai 5 sebanyak lima kali dengan jarak AB yang berbeda-beda.
- Berdasarkan data yang anda temukan, buatlah garafik $S_{AB}=f(t_{AB}^2)$

Kedua :

Mempelajari prilaku hukum Newton II

- Letakkan pembatas C di bawah titik B. Jarak BC_{\min} 20cm (Atur jarak AB 80cm dari titik A. **Ket:** angka-angka ini hanya untuk memudahkan).
- Tambahkan m_1 pada M_1 lalu atur agar posisi awal tepat di A, kemudian lepaskan pemegang M_2 sehingga ia bergerak naik, M_1 turun melewati B dan m_1 tertahan di B sedangkan M_1 terus turun sampai ke C. Ukur dan catat waktu yang diperlukan untuk bergerak dari A ke B (t_{AB}) dan dari B ke C (t_{BC}).
- Tambahan dengan m_1 dengan m_2 pada M_1 .
- Lakukan langkah 8 dan 9 lima kali dengan jarak AB tetap dan jarak BC berbeda-beda, melalui perubahan posisi titik B.
- Berdasarkan data yang diperoleh buatlah grafik $S_{AB}=f(t_{AB})$, dan grafik $S_{BC}=f(t_{BC})$

E. Tugas

1. Tugas Sebelum Percobaan

Eksperimen Kereta dinamika

- Berdasarkan gambar 1.1, gambarkan gaya-gaya yang bekerja pada kereta dinamika!
- Berdasarkan gaya-gaya yang bekerja tuliskan persamaan gerak kereta dinamika, jika terdapat gaya gesekan dan jika tanpa gaya gesekan!
- Berdasarkan prosedur (eksp.kereta dinamika), bagaimanakah anda dapat mengetahui kesebandingan antara $F \sim m$, dan $F \sim a$?
- Bagaimanakah prediksi anda tentang grafik $F=f(m)$ untuk a konstan, dan dan grafik $F = f(a)$ untuk m konstan?
- Berdasarkan pemahaman prosedur (eksp.kereta dinamika) buatlah rancangan tabel data pengamatan!
- Dalam eksperimen ini dapatkah kita mengetahui besar gaya gesekan antara kereta dinamika dan papan landasan, berikan argumentasi anda!

Eksperimen Pesawat Edwood

- Gambarkan gaya-gaya yang bekerja pada silinder M_1 , M_2 dan katrol dalam percobaan Atwood !.

- h. Turunkan persamaan percepatan silinder M_1 dan M_2 pada percobaan Atwood bila momen inersia katrol diabaikan ?
- i. Turunkan persamaan percepatan silinder M_1 dan M_2 pada percobaan Atwood, bila momen inersia katrol tidak diabaikan ?
- j. Berdasarkan analisis poin i, turunkanlah persamaan (1.4) di atas.
- k. Berdasarkan pemahaman anda tentang prosedur pesawat atwood, bagaimanakah caranya anda menganalisis hasil moment inersia yang anda dapatkan?
- l. Ramalkan perilaku gerak benda pada percobaan kedua pesawat etwood pada jarak AB dan BC, bagaimana anda mengkaitkan hukum Newton II dari fenomena ini ?
- m. Jelaskan bagaimana cara yang akan anda lakukan dalam mengolah hasil percobaan dengan menggunakan kereta dinamika dan pesawat atwood dalam menjelaskan keberlakuan hukum Newton II dalam eksperimen ini.

2. Panduan pembuatan laporan

Eksperimen Kereta Dinamika

- a. Dengan kertas pita yang diperoleh dari percobaan kereta dinamika, buat grafik $v = f(t)$ untuk setiap percobaan, tentukan percepatan sistem dari masing-masing percobaan berdasarkan grafik yang Anda buat itu !
- b. Berdasarkan grafik pada langkah (a), buatlah grafik $F=f(m)$ untuk kemiringan yang konstan, dan grafik $F=f(a)$ untuk massa yang konstan.
- c. Bagaimanakah kecenderungan hasil langkah (b) sesuai kah dengan konsep hukum II Newton ? Berikan penjelasan !
- d. Dari langkah (c) dapatkan kita menentukan besar gaya gesekan yang terjadi dalam percobaan tersebut !

Eksperimen Atwood

- e. Dari tabel data percobaan Atwood , buat grafik Y_{AB} terhadap t_{AB}^2 ketika M_1 bergerak dari A ke B dengan beban tambahan m_1 lalu hitung percepatannya berdasarkan grafik itu !
- f. Melalui percepatan yang diperoleh pad point e , tentukan harga moment inersia katrol dan apakah hasilnya sama bila kita menggunakan $I=1/2MR^2$? Berikan argumentasi anda!
- g. Buat grafik Y_{AB} terhadap t_{AB} , dan grafik Y_{BC} terhadap t_{BC} (untuk beban tambahan $m_1 + m_2$).
- h. Berdasarkan grafik yang anda buat perkirakan gerak pada lintasan AB dan BC .

F. Daftar Pustaka

1. Halliday & Resnick, 1978, Fisika, 3^{ed} jilid 1(Terjemahan Pantur Silaban Ph.D), hal 54-61-355 , Erlangga, Jakarta.
2. M. Nelkon & P. Parker, 1975, *Advanced Level Physics* , pp 1-13, Thrid Edition, Heinemann Educational Books, London.