

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. <i>Ticker timer</i> [6 volt ac, 50-60 Hz, celah pita 1cm] | 1 buah |
| 5. Power supply | 1 buah |
| 6. Pita kertas [1x80cm] | 10 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 |

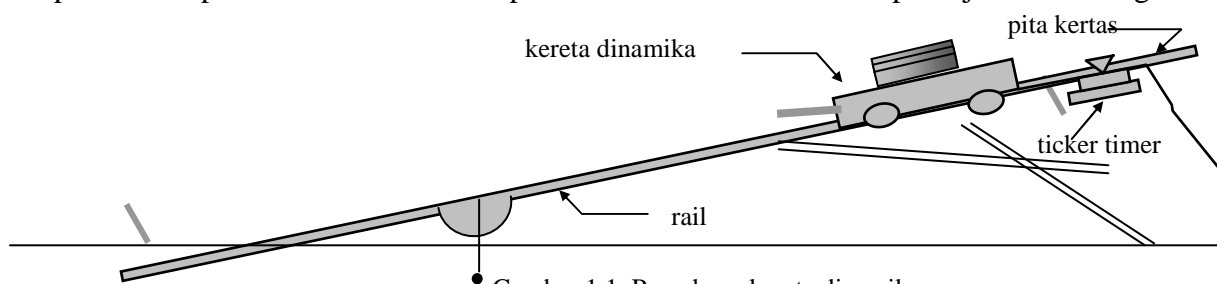
C. Dasar Teori

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

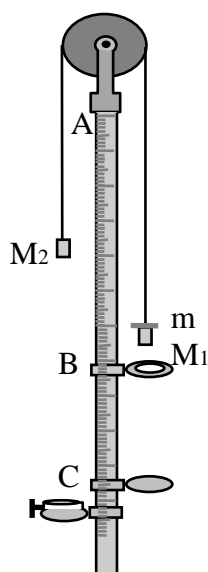
$$F \propto a \quad (1.1)$$

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

Perhatikan gambar 1.1 diatas, ketika kereta dinamika dilepaskan maka pola gerakan kereta dinamika dapat digambarkan melalui pita ticker timer. Dengan memvariasikan massa dan sudut kemiringan maka kita dapat mempelajari perilaku hukum Newton 2 pada persoalan ini.



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 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), 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 12° . 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. Amati 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° (ambil lima data dengan massa yang sama).
5. Ukur dan catatlah massa kereta dinamika, massa beban tambahan dari setiap data yang diambil.

Pesawat Atwood

Pertama :

Menentukan moment inersia katrol

1. Ukur dan catat massa silinder M_1 , M_2 , beban tambahan m_1 dan m_2 serta massa katrol m_k , dan jari-jari katrol (R).
2. 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.
3. Tambahkan beban (boleh m_1 atau m_2 atau (m_1+m_2)) pada M_1 dan atur agar posisi awal tepat di A.

4. Lepaskan pemegang M_2 bersamaan dengan menghidupkan *stopwatch*. Catat waktu yang diperlukan untuk bergerak dari A ke B (t_{AB}).
5. Lakukan langkah 1 sampai 4 sebanyak lima kali dengan jarak AB yang berbeda-beda dengan beban yang konstan.
6. Berdasarkan data yang anda temukan, buatlah grafik $S_{AB}=f(t_{AB}^2)$

Kedua :

Mempelajari perilaku hukum Newton II

7. Letakkan pembatas C di bawah titik B. Atur jarak AB 80cm dan jarak BC_{\min} 20cm. (**Ket:** angka-angka ini hanya untuk memudahkan).
8. Tambahkan beban ($m_1 + m_2$) pada M_1 lalu atur agar posisi awal tepat di A, lepaskan pemegang M_2 sehingga dapat bergerak naik, M_1 turun melewati B hingga ke C sedangkan m_1 tertahan di B. Ukur dan catat waktu yang diperlukan untuk bergerak dari A ke B (t_{AB}) dan dari B ke C (t_{BC}).
9. Lakukan langkah 8 dan 9 lima kali dengan jarak AC tetap sedangkan jarak AB dan jarak BC berbeda-beda, melalui perubahan posisi B.
10. Berdasarkan data yang diperoleh buatlah grafik $S_{AB}=f(t_{AB}^2)$, dan grafik $S_{BC}=f(t_{BC})$

E. Tugas

1. Tugas Sebelum Percobaan

Eksperimen Kereta dinamika

1. Bila dua buah benda terbuat dari bahan yang sama tetapi $M_1 > M_2$ dijatuhkan pada bidang miring yang sama dengan posisi yang sama, mana yang lebih cepat sampai ke dasar? Mengapa demikian?
2. Jika sebuah kotak bergerak meluncur pada bidang miring, maka prediksikan grafik $s=f(t)$, $v=f(t)$ dan $a=f(t)$ untuk gerak benda tersebut. Berdasarkan grafik tersebut, jelaskan gerak balok pada bidang miring.
3. Sebuah kotak bergerak meluncur pada bidang miring. Tentukan gaya-gaya yang bekerja dan tuliskan persamaan geraknya. Berdasarkan persamaan tersebut bagaimanakah anda dapat menunjukkan keberlakuan hukum 2 Newton dalam sistem ini.
4. Jika konstanta gravitasi di tempat anda melakukan eksperimen adalah $9,78 \text{ m/s}^2$. Maka berapakah percepatan gerak yang dialami balok yang meluncur pada bidang miring? Lebih besar atau lebih kecil dari harga konstanta gravitasi? mengapa demikian?
5. Pahami prosedur, mengapa variabel massa dan sudut kemiringan merupakan variabel yang dapat divariasikan? Atas dasar pemahaman anda jelaskan informasi yang akan diperoleh dari perubahan variabel terkait dengan tujuan eksperimen yang akan dilakukan!
6. Berdasarkan pemahaman anda tentang prosedur yang akan dilakukan? Buatlah tabel data pengamatan untuk menentukan harga variabel-variabel yang terkait dalam eksperimen ini (buat dalam kertas terpisah).
7. Perhatikan prosedur Pesawat Atwood bagian ke-dua. Prediksikan grafik $S_{AB}=f(t_{AB}^2)$, dan grafik $S_{BC}=f(t_{BC})$, jelaskan mengapa prediksi anda demikian.
8. Berdasarkan pemahaman prosedur, rancanglah pengolahan data yang akan anda lakukan.

Eksperimen Pesawat Edwood

1. Perhatikan gambar 2.2, ketika M_1 di beri beban tambahan m , maka M_1 dan m akan bergerak turun dengan percepatan konstan. Gerakan ini akan memutar katrol, ceritakan melalui fenomena ini bagaimana caranya kita dapat menentukan moment inersia katrol!
2. Dapatkah kita mengukur percepatan gerak benda (M_1+m) pada system ini? Bagaimana caranya?
3. Turunkan persamaan 1.4, Apakah harga moment inersia katrol mengalami perubahan jika kita menggunakan beban tambahan yang berbedda-beda ? Mengapa demikian?
4. Bagaimana percepatan gerak benda (M_1+m) apakah percepatannya lebih besar, lebih kecil atau sama dengan percepatan gravitasi bumi? Jika harga percepatan gerak ini dapat berubah-ubah apakah moment inersia katrol berubah? Mengapa demikian ?
5. Berdasarkan pemahaman anda tentang prosedur pesawat atwood, bagaimanakah caranya anda membuktikan bahwa moment inersia yang anda dapatkan benar atau salah?
6. Berdasarkan pemahaman prosedur, buatlah tabel data pengamatan yang dibutuhkan dalam eksperimen ini (buat dalam kertas terpisah).
7. Dengan memahami prosedur, ramalkan perilaku gerak benda pada percobaan kedua pesawat atwood pada jarak AB dan BC, dan bagaimana anda mengkaitkan hukum Newton II dari fenomena ini ?
8. Berdasarkan prosedur yang anda fahami, buatlah tabel data pengamatan yang akan anda gunakan untuk eksperimen ini!

2.Panduan pembuatan laporan

Eksperimen Kereta Dinamika

1. Tiker timer dipasang pada sumber listrik PLN dengan frekuensi 50 Hz (dianggap konstan), sehingga periode ketukan pita tiker timer lebih cepat dari pada 1 detik. Dalam eksperimen ini kita gunakan ketukan tiker timer menggambarkan variable waktu (t).

Cara 1

2. Dari data pita yang diperoleh buatlah grafik $s = f(t)$ **pita jangan dipotong**. Skala waktu yang digunakan boleh 4 ketukan/lima ketukan yang penting konsisten.
3. Dari grafik $s=f(t)$ tentukan harga kecepatan sesaat untuk setiap titiknya. Buatlah grafik $v=f(t)$.

Cara 2

4. Sekarang, potong pita berdasarkan skala waktu yang digunakan pada cara 1. Buat grafik panjang potongan pita terhadap skala waktu, anggap sebagai grafik $v=f(t)$. Samakah grafik $v=f(t)$ yang dibuat dengan cara 1 dan cara 2, mengapa demikian
5. Berdasarkan grafik $v = f(t)$ tentukanlah harga percepatan gerak benda. Tentukan percepatan sistem dari masing-masing percobaan berdasarkan grafik yang Anda buat itu !
6. Berdasarkan grafik pada langkah (b), buatlah grafik $\Sigma F=f(m)$ untuk kemiringan yang konstan, dan grafik $\Sigma F=f(a)$ untuk massa yang konstan.
7. Bagaimanakah kecenderungan hasil langkah (c) sesuai kah dengan konsep hukum II Newton ? Berikan penjelasan !

Eksperimen Atwood

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