

MODUL 08

PESAWAT ATWOOD

1. TUJUAN

- 1) Menentukan percepatan gravitasi melalui konsep dinamika.
- 2) Menentukan momen inersia katrol.

2. ALAT – ALAT YANG DIGUNAKAN

- 1) Labquest 2 (1 buah),
- 2) Sensor *photogate* (1 buah),
- 3) Katrol (1 buah),
- 4) Statif (1 set),
- 5) Tali (1 set),
- 6) Beban dasar (2 buah),
- 7) Keping beban (14 buah),
- 8) Timbangan digital (1 set),
- 9) Jangka sorong (1 buah).



Gambar 8.1. Alat-alat yang digunakan.

3. KONSEP DASAR YANG TERKAIT

Bila suatu katrol hanya dapat berotasi murni pada porosnya yang diam, maka gerakanya dapat dianalisis dengan menggunakan Gambar 8.2.

$$-T_1 - Mg - T_2 + N = 0 \quad (8.1)$$

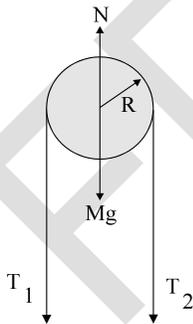
$$T_1 R - T_2 R = I\alpha \quad (8.2)$$

$$\alpha = \frac{a}{R} \quad (8.3)$$

dimana a adalah percepatan tangensial tepi katrol, dan percepatan ini sama dengan percepatan tali penggantung yang dililitkan pada katrol tanpa slip. Bila suatu benda digantungkan pada tali seperti Gambar 8.3, maka percepatan benda adalah:

$$a = \frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2 + I/R^2} g \quad (8.4)$$

dengan I adalah momen inersia katrol.



Gambar 8.2. Gaya-gaya pada katrol.



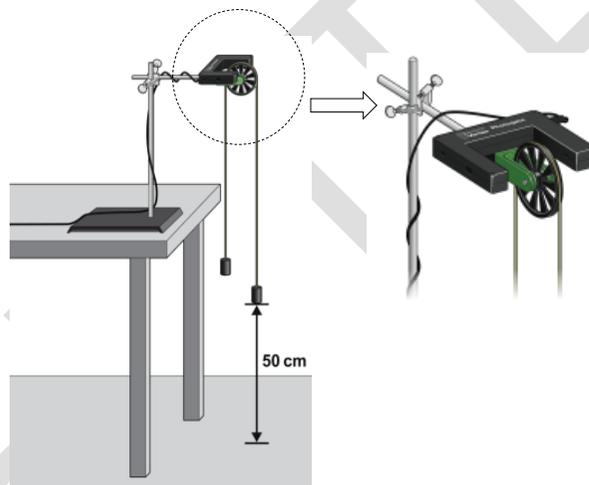
Gambar 8.3. Katrol dan beban.

Jika massa beban tidak sama, maka sistem akan bergerak lurus dipercepat beraturan. Jika percepatan telah diketahui maka dengan menggunakan Pers. (8.4) kita dapat menghitung momen inersia katrol. Jika massa beban sama, maka sistem akan bergerak lurus beraturan atau diam (hukum I Newton). Jika pada awalnya sistem telah mempunyai kecepatan (dalam keadaan bergerak), maka kecepatan awal tersebut dapat ditentukan dengan mengukur jarak tempuh dan waktu tempuh benda.

4. PROSEDUR PERCOBAAN

4.1. Set Up Alat Percobaan

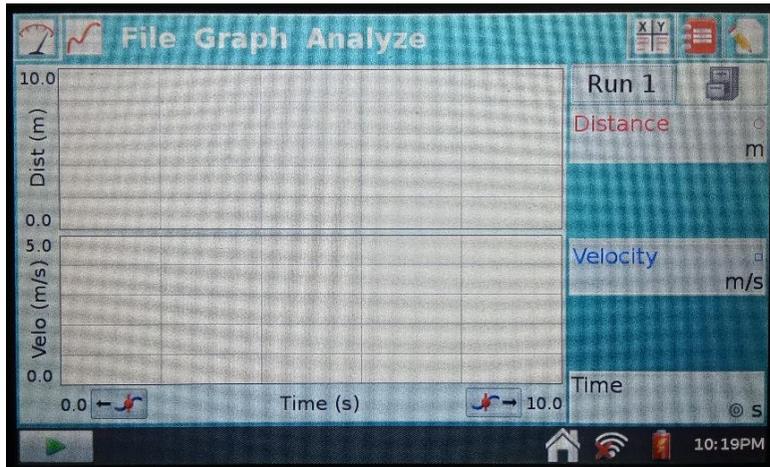
- 1) Timbang massa katrol (pada bagian ini katrol sudah terpasang satu set dengan dudukannya dan ukur diameternya dengan menggunakan jangka sorong (diameter yang digunakan adalah diameter bagian dalam).
- 2) Pasang sensor *photogate* dan katrol pada statif seperti tampak pada Gambar 8.4.
- 3) Pasangkan beban dasar pada kedua ujung tali. Atur panjang tali sedemikian rupa sehingga ketika dipasang pada katrol, jarak kedua ujung tali tidak kurang dari 50 cm terhadap lantai.



Gambar 8.4. Set up alat pesawat atwood.

- 4) Hubungkan sensor *photogate* dengan soket *digital* (DIG) pada *LabQuest 2*.
- 5) Nyalakan *Labquest 2* dengan menekan tombol power, kemudian tunggu beberapa saat sampai muncul tulisan “*System is starting. Please wait*” kemudian tekan tombol dengan simbol rumah (*home*) pada *labquest 2* untuk melakukan kalibrasi layar sentuh (lakukan hal ini setiap kali menyalakan *labquest 2*).
- 6) Masuk ke menu *Labquest App* , pilih menu grafik  untuk memunculkan data yang akan diperoleh pada grafik. Pada layar *Labquest 2* akan muncul

dua buah grafik yaitu grafik jarak dan kecepatan seperti tampak pada Gambar 8.5.



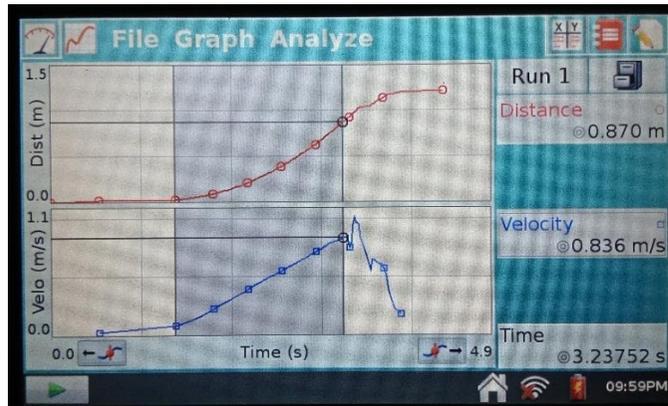
Gambar 8.5. Tampilan grafik jarak dan kecepatan pada *Labquest 2*.

- 7) Tekan tombol  untuk memulai perekaman data.
- 8) Tarik salah satu ujung tali, pastikan katrol berputar tanpa slip dan data terekam pada program.

4.2. Pesawat Atwood dengan Selisih Massa Konstan

- 1) Pasangkan beban dasar pada kedua ujung tali, tambahkan satu keping beban pada satu sisi.
- 2) Cata data massa beban pada Tabel 8.1.
- 3) Pilih tombol  untuk memulai perekaman data.
- 4) Lepaskan dengan hati-hati hingga sistem bergerak. Pastikan tidak ada tumbukan antara kedua beban saat bertemu di ketinggian yang sama.
- 5) Tekan tombol  untuk mengakhiri pengambilan data. Usahakan beban tidak menubruk pada bagian atas katrol dengan cara menangkap beban sebelum sampai pada bagian katrol (hal ini dilakukan agar tidak merusak katrol dan membuat keping beban berhamburan).

- 6) Dengan menggunakan *stylus pen* yang disediakan, sorot daerah pada kurva kecepatan terhadap waktu yang bergerak naik secara linier (perkirakan untuk memilih grafik yang hasilnya bagus) seperti pada gambar 8.6.



Gambar 8.6. Tampilan grafik yang diperoleh dari suatu pengambilan data (data telah yang disorot merupakan data kecepatan yang dipilih).

- 7) Pilih menu Analyze → Curve Fit → Velocity, pada bagian *Fit Equation* tekan tanda panah kebawah lalu pilih *Linear* kemudian pilih Ok.
- 8) Pada layar Labquest 2 tekan pada bagian Velocity kemudian dari persamaan $y = mx + b$. Catat nilai m sebagai kemiringannya (*slope*) yang merupakan percepatan pada Tabel 8.1.
- 9) Ulangi langkah 2-7 dengan menambahkan satu keping pada tiap beban hingga 6-7 total kali pengambilan data.

Tabel 8.1. Data percobaan perbedaan massa konstan.

$\Delta M = M_1 - M_2 = \dots$ kg				
No	M_1 (kg)	M_2 (kg)	M (kg)	a (m/s ²)
1				
2				
dst				

4.3. Pesawat Atwood dengan Total Massa Konstan

- 1) Pasangkan beban pada kedua ujung tali. Catat masa total (M_{total}) pada kedua ujung tali (meliputi beban dasar dan kepingan beban).
- 2) Catat data massa beban pada Tabel 8.2.

- 3) Pindahkan 1 buah keping beban dari satu beban ke beban lainnya. Posisikan beban yang lebih besar massanya berada di posisi lebih tinggi dibandingkan beban yang lebih rendah massanya. Tahan sistem pada posisi ini.
- 4) Pilih tombol  untuk memulai perekaman data.
- 5) Lepaskan beban dengan hati-hati hingga sistem bergerak. Pastikan tidak ada tumbukan antara kedua beban saat bertemu di ketinggian yang sama.
- 6) Tekan tombol  untuk mengakhiri pengambilan data. Usahakan beban tidak menubruk pada bagian atas katrol dengan cara menangkap beban sebelum sampai pada bagian katrol (hal ini dilakukan agar tidak merusak katrol dan membuat keping beban berhamburan).
- 7) Dengan menggunakan *stylus pen* yang disediakan, sorot daerah pada kurva kecepatan terhadap waktu yang bergerak naik secara linier (perkiraan untuk memilih grafik yang hasilnya bagus).
- 8) Pilih menu Analyze → Curve Fit → Velocity, pada bagian *Fit Equation* tekan tanda panah kebawah lalu pilih *Linear* kemudian pilih Ok.
- 9) Pada layar *Labquest 2* tekan pada bagian *Velocity* kemudian dari persamaan $y = mx + b$. Catat nilai m sebagai kemiringan (*slope*) yang merupakan percepatan pada Tabel 8.2.
- 10) Ulangi langkah 4-9 hingga 5-7 total kali pengambilan data dan simpan data pada tabel 8.1.

Tabel 8.2. Data percobaan massa total konstan.

$M = M_1 + M_2 = \dots \text{ kg}$				
No	M_1 (kg)	M_2 (kg)	ΔM (kg)	a (m/s ²)
1				
2				
dst				

- 11) Ulangi Langkah 1 sampai 10 dengan massa total yang berbeda.

5. TUGAS ANALISIS

- 1) Gambarkan grafik antara $1/a$ sebagai sumbu-y terhadap massa total (M) sebagai sumbu-x berdasarkan data pada Tabel 8.2. Lakukan analisis regresi linear untuk grafik tersebut kemudian tentukan nilai percepatan gravitasi dan momen inersia katrol.
- 2) Untuk masing-masing tabel, gambarkan grafik antara percepatan (a) sebagai sumbu-y terhadap ΔM sebagai sumbu-x berdasarkan data pada Tabel 8.2. Lakukan analisis regresi linear untuk kedua grafik kemudian tentukan nilai percepatan gravitasi dan momen inersia katrol.
- 3) Bandingkan nilai percepatan gravitasi yang diperoleh dari kedua hasil di atas.
- 4) Tentukan momen inersia dari katrol dengan menggunakan data dari kedua percobaan. Bandingkan hasilnya.
- 5) Jika katrol dianggap sebagai cakram homogen, hitunglah momen inersianya. Bandingkan hasil perhitungan ini dengan hasil percobaan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Appel, K., Bakken, C., Gastineau, J., Vernier, D., Physics with Vernier (2016), Vernier Software and Technology.

Cutnell, J.D. & Johnson, K.W. , Introduction to Physics (2015), Physics, 10 th edition, John Wiley & Sons, International student version.

Halliday, D., Resnick, R., and Walker, J., Principle of Physics, 10th ed. Extended (2014), John Wiley & Sons, International student version.

LEAD ITB