

Cairan Berputar APhO 2022

A. Perkenalan

Eksperimen ini terdiri dari 2 bagian:

1. menyelidiki bentuk permukaan cairan yang diputar dan menentukan percepatan gravitasi,
2. menyelidiki cairan yang berputar sebagai sistem optik.

B. Dasar Teori

Ketika tabung silinder yang berisi cairan diputar pada sumbu vertikal yang melalui pusat massanya dengan kecepatan sudut ω konstan, permukaan cairan menjadi parabola (lihat Figure 1). Saat

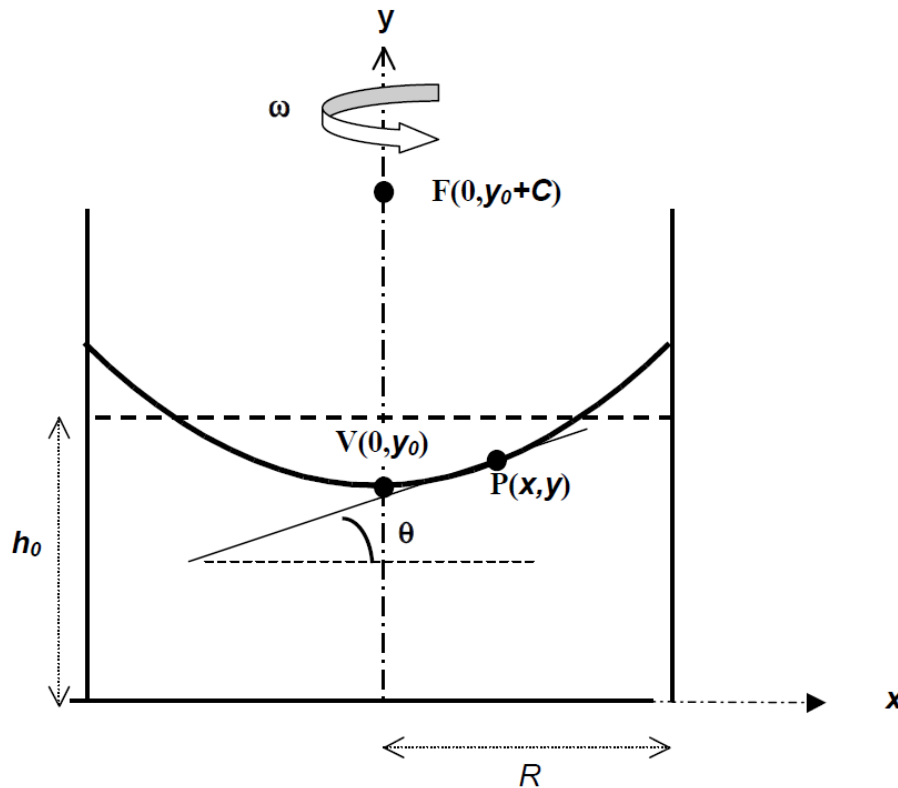


Figure 1: Definisi sudut kemiringan θ pada titik $P(x, y)$, verteks V dan titik fokus F untuk permukaan parabola yang dihasilkan oleh cairan yang mula-mula tingginya h_0 , jari-jarinya R , yang diputar dengan kecepatan sudut ω konstan pada sumbu- y .

kesetimbangan, garis singgung permukaan pada titik $P(x, y)$ membentuk sudut θ dengan horisontal dengan

$$\tan \theta = \frac{\omega^2 x}{g} \quad \text{untuk } |x| \leq R, \quad (1)$$



Cairan Berputar

APhO 2022

dimana R adalah jari-jari tabung dan g adalah percepatan gravitasi.

Malah dapat dibuktikan untuk $\omega < \omega_{\max}$ (ω_{\max} adalah kecepatan sudut ketika pusat cairan berputar menyentuh dasar tabung)

$$\text{pada } x = x_0 = \frac{R}{\sqrt{2}}, \quad y(x_0) = h_0 \quad (2)$$

yakni, tinggi permukaan cairan berputar pada $x = x_0$ sama dengan tinggi permukaan cairan saat tidak berputar.

Bentuk permukaan cairan yang berputar memenuhi persamaan parabola

$$y = y_0 + \frac{x^2}{4C}, \quad (3)$$

dimana verteks terletak di $V(0, y_0)$ dan titik fokus di $F(0, y_0 + C)$. Berkas cahaya yang sejajar sumbu simetri (sumbu optik) akan dipantulkan oleh permukaan parabola ke titik fokus F (lihat Fig. 1).

C. Alat-alat

1. Tabung silinder plastik tegar yang berisi cairan glycerin. Skala milimeter ditempelkan pada dasar dan sisi tegak tabung.
2. Meja putar yang digerakkan oleh motor listrik dc dengan tegangan sumber yang dapat divariasikan sehingga kecepatan sudut dapat diubah-ubah.
3. Layar horisontal transparan yang dapat ditemplei skala milimeter transparan atau setengah (semi) transparan. Posisi layar dapat diatur di arah vertikal dan horisontal.
4. Laser pointer padaudukan. Posisi laser dapat diubah-ubah.
5. Mistar.
6. Pena stabilo.
7. Stopwatch.

D. Experimen

D.1 Bagian 1: Menentukan g dengan Cairan Berputar [12.0 poin]

- Turunkan persamaan 1 dan 2 [2.0 poin].
- Tinggi cairan dalam tabung mula-mula ($h_0 = 30 \text{ mm}$) dan diameter bagian dalam tabung ($2R = 145 \text{ mm}$).

Cairan Berputar APhO 2022

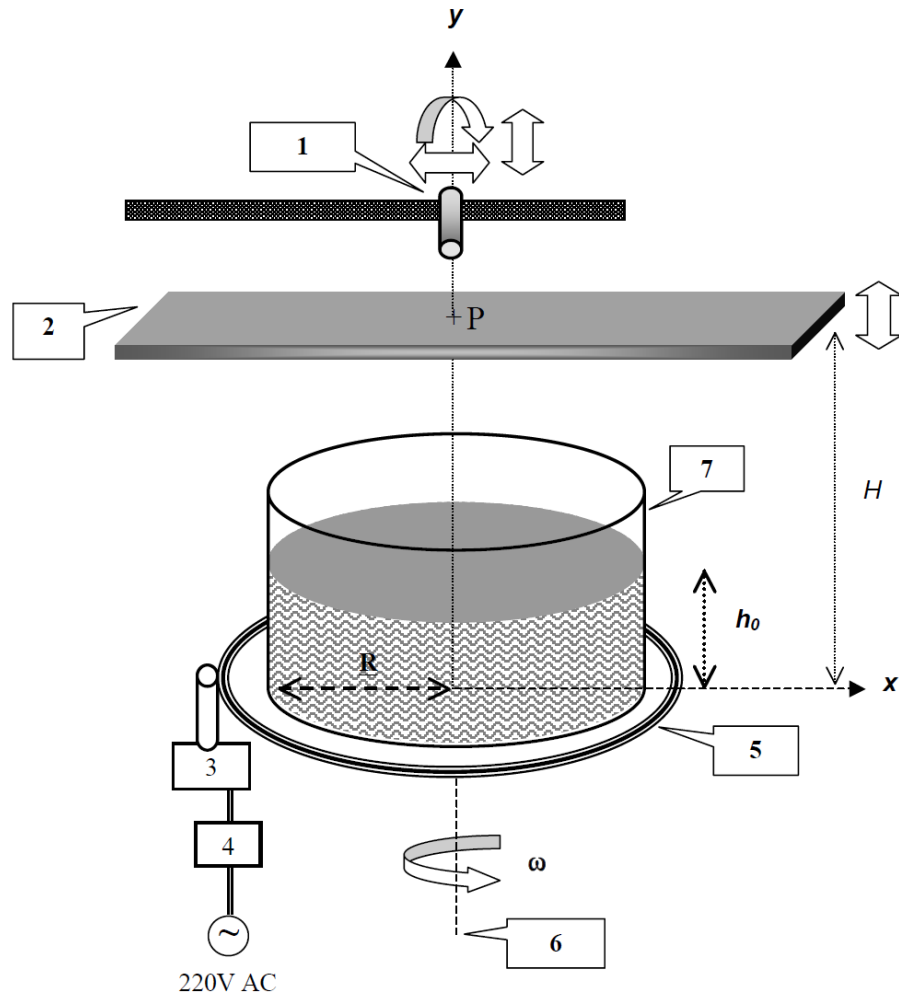


Figure 2: Setup Experimen untuk Bagian 1 dan 2.

- Jarak antara layar dan meja putar ($H = 160 \text{ mm}$), lihat Figure 2.
 1. Laser pointer pada dudukan, 2. Layar transparan, 3. Motor, 4. Pengontrol Motor, 5. Meja putar, 6. Sumbu rotasi, 7. Tabung silinder.
- Atur laser pointer agar berkas laser tegak lurus ke bawah dan mengenai permukaan cairan pada jarak $x_0 = \frac{R}{\sqrt{2}}$ dari pusat tabung.
- Putar meja putar perlahan-lahan, pastikan pusat cairan berputar tidak menyentuh dasar tabung.
- Pada $x_0 = \frac{R}{\sqrt{2}}$ tinggi permukaan cairan sama dengan tinggi mula-mula h_0 , tidak tergantung pada kecepatan sudut ω . Dengan memanfaatkan fakta ini dan hasil pengukuran sudut per-



Cairan Berputar APhO 2022

mukaan θ pada x_0 untuk berbagai nilai ω (lihat Tabel D.1), tentukan percepatan gravitasi g .

d (mm)	10T (s)	d (mm)	10T (s)	d (mm)	10T (s)
11	21.34	51	10.45	85	8.39
20	15.80	56	9.90	100	7.71
26	14.22	65	9.40	112	7.43
30	12.99	70	9.08	132	7.00
40	11.74				

Table 1: d adalah jarak dari titik di mana berkas laser pertama kali melewati layar transparan dan titik ketika pantulannya mengenai layar lagi dan T adalah periode rotasi cairan.

- Lengkapi tabel besaran terukur dan yang dihitung untuk masing-masing nilai ω [4.0 poin].
- Plot grafik yang sesuai dan tentukan g [4.0 poin].
- Perkirakan error untuk g [2.0 poin].

D.2 Part 2: Menyelidiki jarak fokus [8.0 poin]

Pada bagian ini cairan berputar akan dianggap sebagai sistem optik yang membentuk bayangan. Jarak fokus sistem optik ini akan tergantung pada ω karena kemiringan permukaan cairan tergantung kecepatan sudut rotasi.

- Atur laser pointer agar berkas laser tegak lurus ke bawah dan mengenai permukaan cairan pada pusat tabung. Tandai titik di mana laser mengenai layar P . Garis yang menghubungkan titik ini dan pusat tabung adalah sumbu optik sistem (lihat Figure 2).
- Karena permukaan cairan berbentuk cermin parabola, semua berkas cahaya yang sejajar dengan sumbu optik akan dipantulkan melalui titik fokus F pada sumbu optik.
- Sesuaikan kecepatan rotasi cairan untuk mendapatkan titik fokus pada layar. Ukur kecepatan sudut ω .
- Sekarang gunakan lagi fakta pada $x_0 = \frac{R}{\sqrt{2}}$ tinggi permukaan cairan sama dengan tinggi mula-mula h_0 , sudut pemantulan dapat ditentukan dari jarak layar ke meja putar H saat berkas cahaya melalui titik P . Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut:

H (mm)	10T (s)	H (mm)	10T (s)	H (mm)	10T (s)
158	10.31	150	9.80	119	8.75
209	13.19	129	9.21	110	8.10
190	11.70				

Table 2:



Cairan Berputar APhO 2022

- Lengkapi tabel besaran terukur dan yang dihitung untuk masing-masing nilai ω [4.0 poin].
- Hubungan antara panjang fokus f dan kecepatan sudut ω adalah

$$f = A\omega^n. \quad (4)$$

- Dengan menggunakan plot yang sesuai dari data Anda, tentukan nilai n [4.0 poin].