



## EXPERIMENTAL COMPETITION

---

### Perhatikan

1. Waktu yang disediakan 5 jam.
2. Gunakan hanya pulpen dan peralatan yang disediakan.
3. Gunakan hanya sisi depan dari kertas yang disediakan.
4. Selain kertas kosong "*blank sheet*", tersedia pula *Answer sheet*, tempat menyimpulkan jawaban. Perhatikan angka penting.
5. Tulis dalam kertas kosong semua hasil pengukuran dan hal lainnya yang kamu anggap penting.
6. Jangan lupa menulis : kode negara, kode student.
7. Mulai setiap *section* baru pada halaman baru.
8. Atur jawaban dalam susunan yang benar.
9. Kerjakan nomor 2 dahulu, kemudian 1.

### MENENTUKAN BENTUK BENDA DARI PEMANTULANNYA

Pengamatan langsung adalah metode biasa yang digunakan manusia untuk mengenali suatu objek. Tetapi tidak semua benda di alam bisa diamati secara langsung. Sebagai contoh, bagaimana kita mengetahui posisi tulang yang patah? Apakah mungkin melihat bayi di dalam ibu hamil? Bagaimana mengenali kanker di dalam otak? Semuanya itu membutuhkan teknik khusus yang melibatkan pengamatan secara tidak langsung.

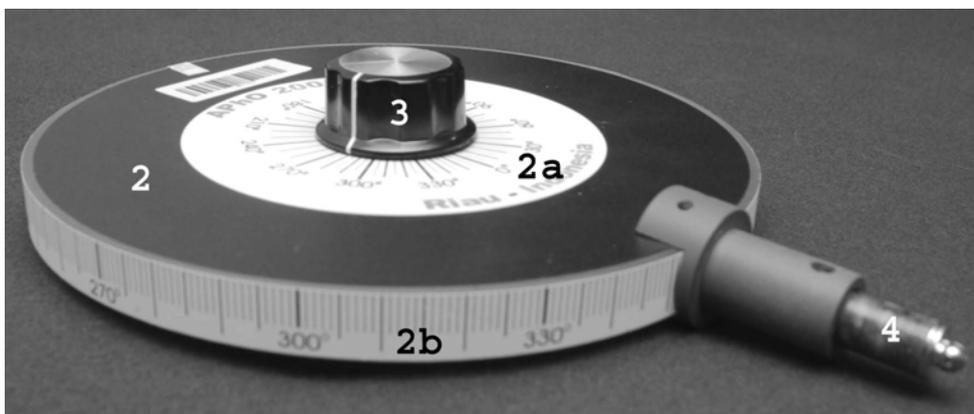
Dalam eksperimen ini, anda diminta untuk menentukan bentuk suatu objek dengan menggunakan pengamatan tidak langsung. Anda akan diberikan dua kotak silinder tertutup dan di dalam kotak itu ada objek dengan bentuk yang harus ditentukan. Tantangan bagi anda adalah untuk mengenali objek itu tanpa membuka kotak. Konsep fisika dalam percobaan ini sederhana (**cuma pemantulan**), tetapi membutuhkan kreativitas dan beberapa keahlian

**Soal ini mudah, tetapi cukup memakan waktu.**

### EKSPERIMEN APPARATUS

Eksperimen ini menggunakan 2 set silinder yang masing-masing silinder terdiri atas:

- 1) 1 buah obyek di dalam silinder dengan bentuk yang harus ditentukan. Objek ini hanyalah logam dengan sisi-sisi mengkilat, sehingga dapat memantulkan cahaya laser. Geometrinya sederhana, hanya terbentuk dari sisi-sisi lurus atau melengkung.
- 2) Silinder tertutup dengan skala sudut pada bagian atas (2a) dan pinggir(2b).
- 3) Knop yang dapat diputar (nomor 3 pada gambar).
- 4) Pointer laser (nomor 4 pada gambar)
- 5) Baterai cadangan untuk pointer laser
- 6) Sebuah penggaris



Dari 2 set silinder itu, salah satunya mempunyai bentuk objek yang lebih sederhana sedangkan yang satunya lagi sedikit lebih rumit.

- Yang dimaksud sederhana di sini adalah semua permukaannya datar dan jumlah permukaannya lebih sedikit. (kerjakan nomor A, B, C, D dan E untuk objek satu ini)
- Objek yang lebih rumit memiliki satu permukaan melengkung dan permukaan-permukaan lainnya datar. Jari-jari kelengkungan pada permukaan melengkung tersebut **tidak perlu** dicari, cukup kalian kenali saja arah kelengkungannya, ke dalam atau ke luar. Kalian akan dapati juga, ada permukaan yang bisa membuat sinar laser memantul ke permukaan lain sebelum dipantulkan lagi ke sisi pinggir berskala. Jadi dalam hal ini pemantulan terjadi dua kali. (hanya kerjakan soal A, B dan C saja untuk objek satu ini)

**Ambillah data terlebih dahulu** untuk kedua silinder sebelum melakukan analisa lebih lanjut. Buat grafik dari data-data tersebut. Secara umum segmen-segmen pada grafik akan linear. Kalian harus menentukan/mengetahui mana di antara kedua objek itu yang lebih sederhana (terlihat dari bentuk grafik yang lebih sederhana). Pikirkan apa hubungan antara jumlah sisi dengan banyaknya “loncatan” pada grafik. Jangan lupa mencantumkan **barcode** dari tiap silinder yang diukur.

### METODE EKSPERIMEN

Eksperimen bertujuan menentukan bentuk objek di dalam silinder tertutup. Diameter silinder dapat diukur dengan penggaris. Dilarang membuka silinder tersebut (disegel). Obyek yang ada di dalam silinder adalah logam dengan tebal 8 mm dan sisi-sisinya mengkilap sehingga dapat memantulkan sinar laser seperti cermin. Obyek dapat diputar dengan knop pada bagian atas silinder. Sumbu putar obyek sama persis dengan sumbu putar silinder.

Pointer laser dinyalakan dengan memutar pointer searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Sinar pantul dapat diamati di pinggir silinder yang sudah diberi skala sudut. Dalam keadaan laser pointer menyala, anda dapat melihat perubahan posisi cahaya yang dipantulkan oleh objek ketika knop diputar. **JIKA LASER KURANG TAJAM TANYAKAN PADA PANITIA** (ganti baterai,dll). Dari mengamati hubungan posisi sudut dari objek dan posisi sudut sinar laser yang dipantulkan, anda harusnya dapat menentukan bentuk dari objek.

**Untuk setiap silinder (nomor A, B dan C),**

- A. Gambar grafik dari “sudut pantul laser (dilihat dari skala  $2b$  pada gambar) - vs - posisi angular obyek (diatur dengan knob)” ( $2 \times 1$  point).
- B. Tentukan jumlah sisi tiap obyek ( $2 \times 0.25$  point)
- C. Gunakan data dari grafik untuk menggambar bentuk obyek dan tentukan orientasi sudut dari sisi-sisi objek ( $2 \times 1.5$  point)

**Hanya untuk objek yang lebih sederhana**

- D. Hitung jarak setiap sisi objek ke sumbu rotasi dan gambar posisi sumbu rotasi obyek. Kalian bisa menggunakan geometri untuk mencari hubungan jarak (yang ditanya di sini) dengan informasi dari grafik. (3 point)
- E. Tentukan ukuran obyek-obyek tersebut (panjang sisi-sisinya dan juga sudut antara sisi-sisi yang berdekatan). (1.5 point)

Kalian harus tampilkan hasil pada kertas grafik dan turunkan persamaan matematik untuk menentukan bentuk obyek.

### 2. Pengereman Magnetik pada Bidang Miring

#### Pendahuluan

Ketika magnet bergerak di dekat konduktor non-magnetik seperti tembaga dan aluminium, ia akan mengalami gaya disipasi yang disebut gaya pengereman magnetik (magnetic braking force). Dalam eksperimen ini, kita akan menyelidiki sifat alami dari gaya ini.

#### Soal ini sangat mudah.

Gaya pengereman magnetik bergantung pada

- kekuatan magnet (momen magnet  $\mu$ ),
- konduktivitas konduktor ( $\sigma_c$ ),
- ukuran dan geometri magnet maupun konduktor,
- jarak antara magnet dan permukaan konduktor ( $d$ ), dan
- kecepatan magnet relatif terhadap konduktor ( $v$ ).

Pada eksperimen ini gaya pengereman magnet dianggap bergantung pada kecepatan ( $v$ ) dan jarak magnet dengan aluminium ( $d$ ). Secara empiris dituliskan sebagai:

$$F_{MB} = -k_o d^p v^n$$

$k_o$  : suatu konstanta bergantung  $\mu, \sigma_c$ , dan geometri magnet dan konduktor yang tidak berubah dalam eksperimen ini.

Dimana:  $d$  : jarak dari tengah magnet ke permukaan konduktor

$v$  : kecepatan magnet relatif terhadap konduktor

$p$  dan  $n$  : faktor pangkat (tidak harus bulat) yang akan dicari dari eksperimen

### EKSPERIMEN

#### *Analisis error harus dilakukan*

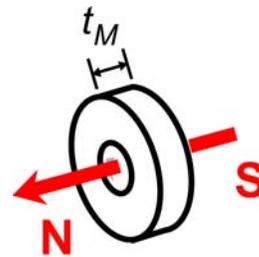
#### Alat eksperimen

- (1) magnet Neodymium berbentuk torus (donat).

tebal :  $t_M = (6,3 \pm 0,1) \text{ mm}$

diameter luar:  $d_M = (25,4 \pm 0,1) \text{ mm}$

kutub magnet pada sisi datar (lihat gambar)



Magnetic poles

*Momen inersia tidak dibutuhkan.*

- (2) batang aluminum (2 batang)
- (3) plat acrylic (plastik transparan) sebagai bidang miring yang memiliki trek lurus tempat magnet menggelinding.
- (4) Dudukan plastik (plastic stand) untuk mengatur kemiringan plat acrylic
- (5) Stop watch digital. Kalian tidak butuh tombol M (paling kiri). Gampang sekali pemakaiannya, coba-coba saja sendiri.
- (6) Penggaris
- (7) Kertas grafik (10 lembar)

#### **Informasi tambahan:**

gravitasi  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

massa magnet  $m = 21.5 \pm 0.5 \text{ gram}$

arah utara dan selatan bumi ditempel di meja

#### **Soal ini dibagi dalam 2 sesi**

- (a) *setup dan introduction*
- (b) pengamatan gaya pengereman magnetik.

Catatan: Pastikan permukaan konduktor **bersih** sebelum melakukan eksperimen

### PERTANYAAN:

Buatlah diagram/skema eksperimen pada jawaban anda dengan gambar yang jelas sehingga bisa dipahami.

#### (a) Setup

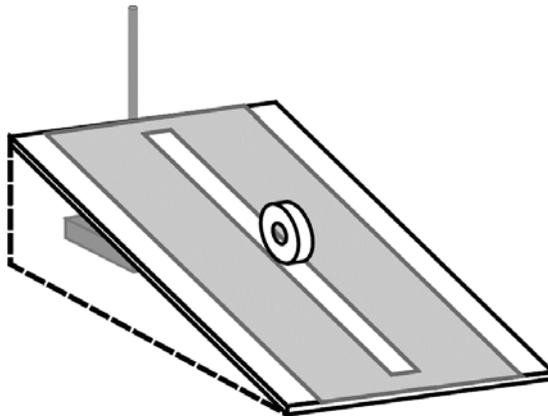


Figure 1. Inclined plane setup without aluminum bars

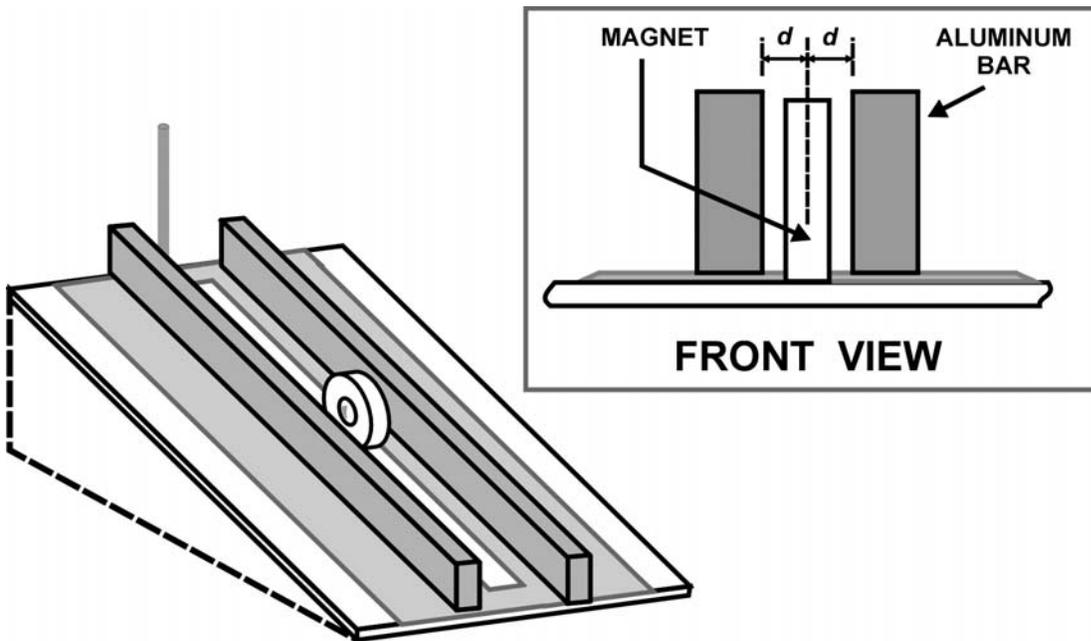
Gelindingkan magnet sepanjang trek seperti pada gambar. (pilihlah kemiringan trek cukup kecil agar magnet tidak menggelinding terlalu cepat dan mengalami kecepatan terminal)

- 1) Karena magnet ini sangat kuat, magnet bumi memberi torka cukup kuat padanya. Torka ini akan memutar magnet ketika magnet menggelinding turun, sehingga akan menimbulkan gaya gesek yang kuat dengan lintasan. *Apa yang kalian lakukan untuk meminimumkan besar torka ini (jelaskan dengan diagram)?*  
[1.0 pt]

Letakkan dua plat aluminum seperti pada gambar 2 dengan jarak sekitar  $d = 5\text{mm}$ . INGAT, JARAK  $d$  DIUKUR DARI PUSAT MAGNET KE PLAT seperti terlihat di inset gambar 2.

Ulangi dengan menggelindingkan magnet berkali-kali. Perlu diperhatikan magnet menggelinding lebih pelan ketika dipasang batang aluminum dan kecepatan menggelinding magnet hampir-hampir konstan

- 2) Buatlah diagram garis-garis medan dan gaya-gaya yang bekerja pada magnet untuk menjelaskan fenomena pengereman magnetik! [1.0 pt]



*Figure 2. A complete setup with aluminum bars*

### (B) Pengamatan Pengereman Magnet

**Ingat gunakan error analisis pada bagian ini.**

Susunan eksperimen tetap sama seperti pada gambar 2, dengan jarak antara magnet dan konduktor sekitar  $d = 5$  mm (kira-kira ada celah 2 mm antara magnet dan konduktor pada kedua belah sisi magnet). Ingat bahwa kalian *hanya perlu meninjau gerak magnet pada kecepatan terminal*, sehingga gaya gesek mekanik tidak perlu diperhitungkan. Untuk mencapai kecepatan terminal biarkan magnet menggelinding beberapa saat.

[1] dengan jarak  $d$  tetap, pelajari kebergantungan gaya pengereman magnetik terhadap kecepatan  $v$ . Tentukan faktor  $n$  dalam persamaan 1. Buat **grafik** untuk menjelaskan hasil anda [4.0 pt]

Sekarang ubah jarak antara magnet dengan konduktor ( $d$ ) pada sisi kanan dan kiri magnet. Tetapkan suatu sudut kemiringan kecil, agar kecepatan terminal teramati.

[2] Pelajari kebergantungan gaya pengereman magnetik pada **jarak** antara magnet dengan konduktor ( $d$ ). Tentukan faktor  $p$  dalam persamaan 1. buat **grafik** untuk menjelaskan hasil anda. [4.0 pt]