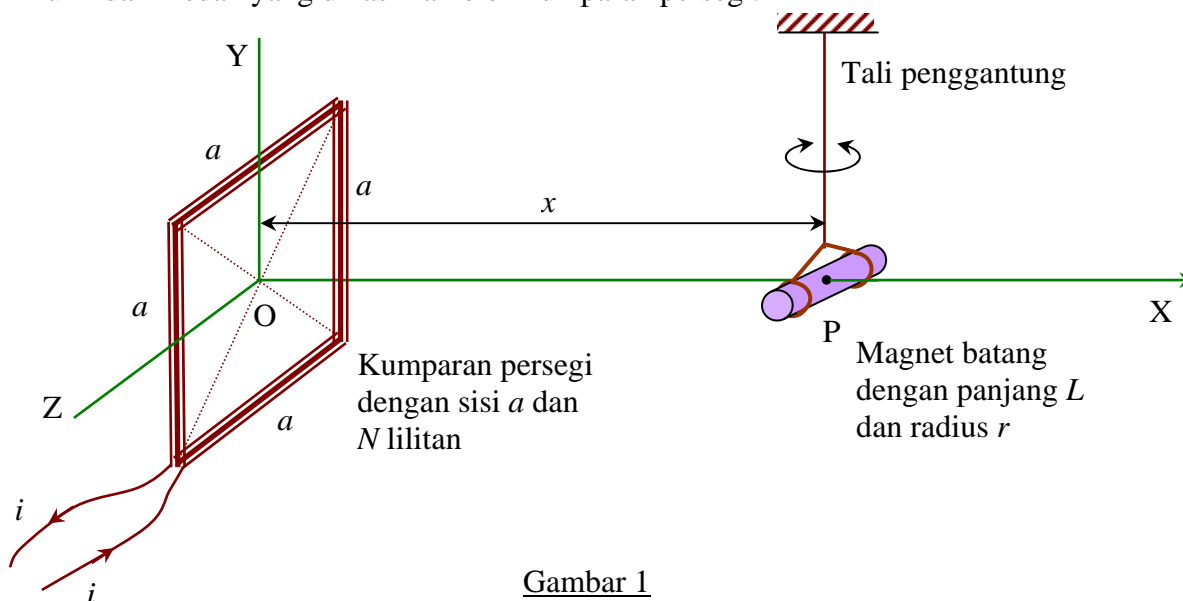


Soal 1: Komponen horisontal medan magnetik Bumi

Dalam eksperimen ini anda diminta untuk menentukan **komponen horisontal** dari medan magnetik Bumi B_H melalui percobaan osilasi dengan amplitudo kecil dari sebuah magnet batang kecil berbentuk silinder pejal. Magnet batang ini akan berosilasi akibat **kombinasi (superposisi)** dari medan magnet statik Bumi dan medan yang dihasilkan oleh kumparan persegi.

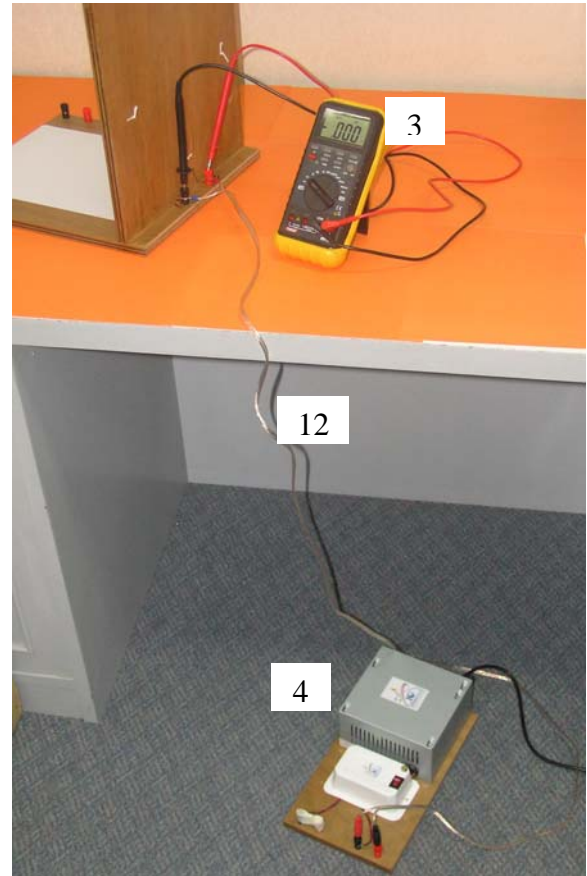
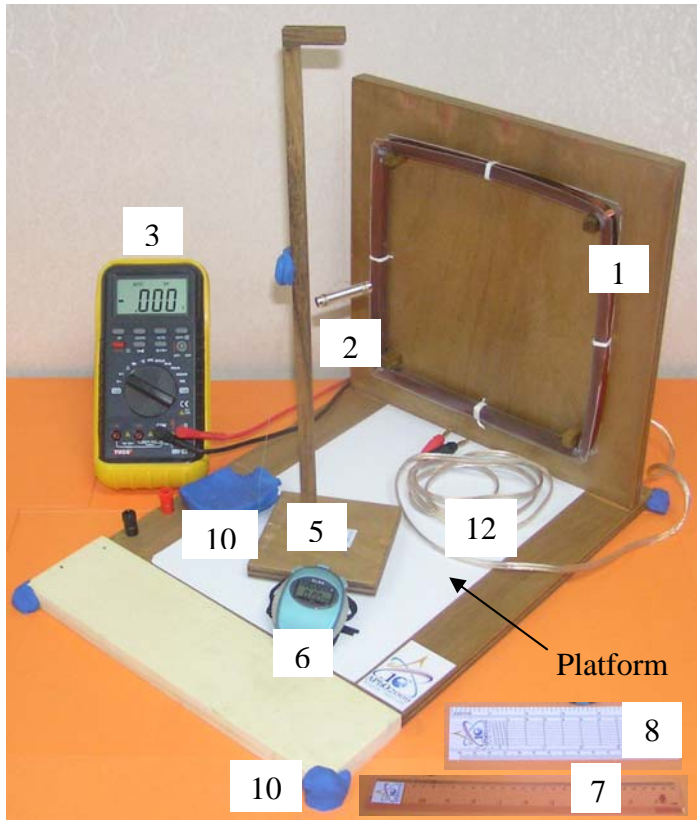


Gambar 1

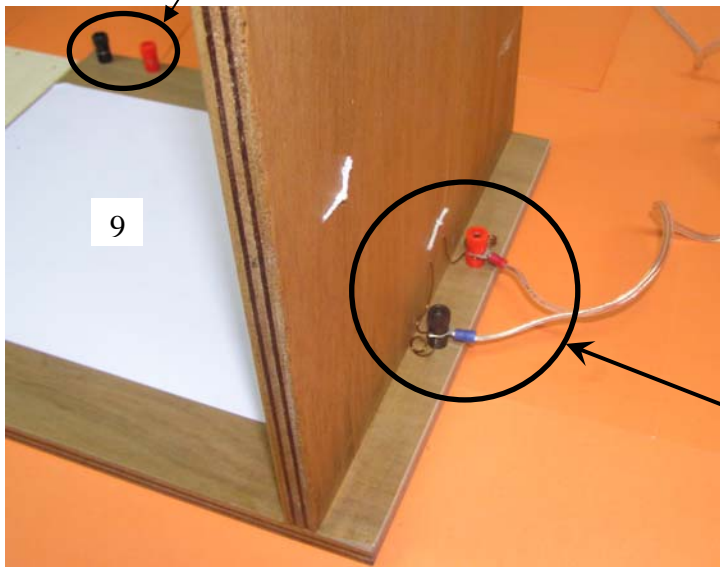
Eksperimen ini terdiri dari 3 bagian, dimana bagian I adalah soal untuk menurunkan rumus yang akan digunakan pada bagian III.

Peralatan-peralatan (lihat gambar 2)

1. Sebuah kumparan berbentuk persegi dengan hambatan $5,2 \pm 0,2 \Omega$ dan $N = 130$ lilitan.
2. Sebuah magnet kecil berbentuk silinder pejal bermassa $15,0 \pm 0,2$ g beserta tali nilon
3. Sebuah voltmeter (**hanya boleh digunakan untuk mengukur beda potensial** di kumparan)
4. Sebuah *Power supply* (alat ini harus diletakkan di bawah meja untuk menghindari efek interferensi akibat medan magnet yang ditimbulkan oleh *power supply*)
5. Sebuah penyangga dari kayu
6. Sebuah *stop watch*
7. Sebuah penggaris
8. Sebuah *protractor*
9. Kertas putih pada penyangga yang dapat anda corat-coret
10. Plastisin/lilin berwarna
11. Kertas grafik (tidak ditunjukkan dalam gambar)
12. Kabel listrik



AWAS, ini tidak dipakai!!!



Koneksi ini jangan diubah-ubah!!!

Gambar 2

Peringatan

Multimeter **hanya boleh** digunakan untuk mengukur beda potensial pada kumparan. Penggunaan pada mode lain dapat **merusak** power supply!!!

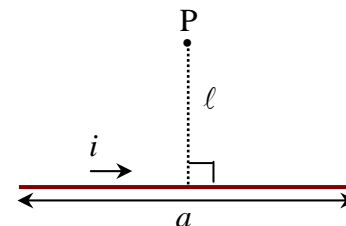
Bagian I

(1 poin)

Diketahui bahwa medan magnetik yang ditimbulkan kawat berarus dengan panjang a , pada titik P yang berjarak ℓ dari titik tengah kawat,

B_p adalah

$$B_p = \frac{\mu_0 i}{2\pi\ell} \frac{(a/2)}{\sqrt{\ell^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}} \dots\dots\dots (i)$$



Gambar 3

dimana $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m adalah permeabilitas ruang hampa.

Gunakan rumus di atas untuk membuktikan bahwa rumus medan magnet di titik P yang ditimbulkan oleh sebuah kumparan persegi dalam Gambar 1 adalah

$$B_{px} = \left(\frac{\mu_0 a^2 i N}{2\pi} \right) \left[\frac{1}{\left(x^2 + \left(\frac{a}{2} \right)^2 \right) \sqrt{x^2 + 2 \left(\frac{a}{2} \right)^2}} \right] \dots\dots\dots (ii)$$

Diketahui juga bahwa perioda osilasi magnet batang untuk amplitudo kecil akibat adanya medan magnetik total B adalah

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mB}} \dots\dots\dots (iii)$$

dimana m adalah **momen magnetik** dari magnet batang silinder dengan **massa** M , sedangkan I adalah **momen inersia** silinder relatif terhadap sumbu putar yang melalui pusat massanya (lihat gambar 1) yaitu

$$I = M \left(\frac{L^2}{12} + \frac{r^2}{4} \right) \dots\dots\dots (iv)$$

Bagian II

(0.8 poin)

Untuk eksperimen di bagian III, anda harus mengatur letak pusat magnet batang pada sumbu-X (lihat gambar 1). Jika panjang tali yang digunakan terlalu pendek, torsi akibat tali tidak dapat diabaikan dalam gerak osilasi magnet batang tersebut. Lakukan percobaan (**beberapa pengukuran**) yang tepat yaitu osilasi magnet batang **hanya** akibat medan magnetik Bumi, untuk meyakinkan (*justify*) bahwa torsi tali setelah panjang talinya tertentu **dapat diabaikan**. Anda **tidak diminta** untuk membuat grafik!

Bagian III

Pada eksperimen di bawah ini (a, b dan c), anda harus mengatur letak pusat magnet batang pada sumbu-X (lihat gambar 1). **Ukur dan tuliskan** jarak antara pusat magnet batang dan permukaan kertas putih (lihat gambar 2, peralatan no.9) **(0.2 poin)**

a. Ketika medan magnetik kumparan **searah** dengan medan magnetik Bumi **(5 poin)**

Peringatan

Hubungkan kumparan ke *power supply* dan biarkan selama 5 menit, setelah itu baru lakukan percobaan.

Ukurlah perioda osilasi untuk berbagai **nilai total medan magnetik** untuk keadaan dimana medan magnetik yang ditimbulkan kumparan persegi **searah** dengan medan magnetik Bumi. **Gambarkan** grafik linear (**lakukan regresi linear**) untuk mendapatkan **kuat medan magnet horisontal Bumi, B_H** , dan **momen magnetik m** . Perkirakan **errornya!**

b. Ketika **hanya** ada medan magnetik Bumi saja **(1 poin)**

Gunakan **nilai momen magnetik m** yang diperoleh pada pertanyaan a) dan **perioda osilasi** magnet batang (**tanpa medan magnet dari kumparan**) yang harus diukur dulu (lakukan pengukuran beberapa kali), dengan memperhatikan pengukuran yang telah dilakukan pada bagian II, untuk **menghitung** besar B_H . Perkirakan **errornya!**

c. Ketika medan magnetik Kumparan **berlawanan arah** dengan medan magnetik Bumi **(2 poin)**

Dengan menukar ujung kabel yang terhubung ke *power supply* (menukar polaritasnya, lihat gambar alat baik-baik), carilah (**secara eksperimen**) posisi kesetimbangan x_0 sepanjang sumbu-X (yaitu ketika medan magnetik Bumi dan medan magnetik kumparan saling menghapuskan).

Gunakan nilai x_0 untuk **menghitung kembali** besar B_H . Perkirakan **errornya!**
