

# Studi Awal Pengukuran Laju Benda Menggunakan Sensor Magnet pada Smartphone

Hanifah Harudini<sup>1</sup>, Juwansyah Sasmita<sup>1</sup>, Dadang Suhendra<sup>1</sup> dan Ferry Iskandar<sup>1,a)</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Fisika Listrik dan Magnet,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>a)</sup>ferry@fi.itb.ac.id (corresponding author)

## Abstrak

*Mekanika dasar seperti gerak benda merupakan salah satu bahan pengajaran dalam praktikum fisika di sekolah menengah maupun di perguruan tinggi, namun alat praktikum yang digunakan untuk mengukur laju benda biasanya tidak sederhana atau meskipun sederhana, harga alat tersebut relatif mahal. Dalam penelitian ini kami mengembangkan sebuah metode baru untuk mengukur laju benda menggunakan sensor magnet yang tersedia pada smartphone. Dalam percobaan kami, telah didapat persamaan yang menghubungkan antara laju benda bermagnet dengan besar medan magnet maksimum dan nilai FWHM (Full Width at Half Maximum) yang terukur oleh sensor magnet. Melalui percobaan pengukuran laju gerak bandul sederhana ditunjukkan bahwa pengukuran menggunakan sensor magnet pada smartphone memiliki tingkat kesalahan relatif di bawah 10% terhadap perhitungan teori. Dapat disimpulkan bahwa sensor magnet pada smartphone dapat menjadi alat bantu pengukuran benda bergerak pada eksperimen mekanika dasar sederhana.*

*Kata-kata kunci: Pengukuran laju benda, Sensor magnet, Fisika dasar, Smartphone*

## PENDAHULUAN

Smartphone yang beredar di pasaran saat ini memiliki banyak sensor diantaranya adalah sensor cahaya, proximity, akselerometer, sensor magnet, gyroscope, barometer, dan GPS. Meskipun sensor-sensor tersebut dipasang untuk menunjang performa dari smartphone itu sendiri, sensor-sensor tersebut banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti pemantauan [1,2] dan pengukuran [3]. Selain itu, sensor-sensor yang terpasang pada smartphone juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran eksperimen fisika [4,5].

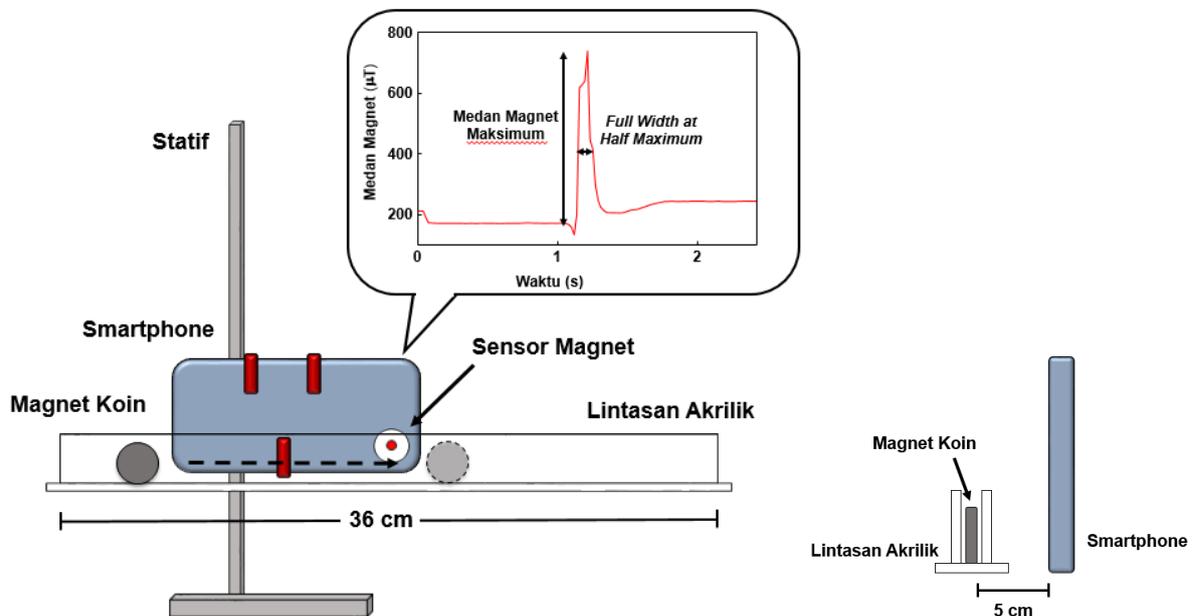
Pengukuran laju benda merupakan salah satu bahan pengajaran paling mendasar dalam eksperimen fisika. Modul-modul eksperimen fisika yang beredar saat ini menggunakan penggaris dan stopwatch untuk mengukur laju benda, tetapi cara ini selain membutuhkan waktu, juga kurang memberikan hasil yang akurat. Adapun metoda lain yang lebih akurat yaitu menggunakan analisis video (tracking) dan penggunaan sensor kecepatan. Akan tetapi metoda-metoda tersebut selain tidak sederhana, untuk beberapa alat sensor kecepatan, harganya relatif mahal dan ketersediaannya terbatas. Penggunaan sensor yang tersedia pada smartphone merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengukur laju suatu benda. Misalnya saja dengan memanfaatkan sensor akselerometer yang ada pada smartphone, namun metoda ini mengharuskan smartphone terpasang pada objek/benda yang akan diukur. Hal ini mengakibatkan terbatasnya ukuran objek yang dapat diukur dan pengukuran menjadi kurang fleksibel.

Dalam penelitian ini, kami mengembangkan sebuah metoda pengukuran laju benda yang lebih fleksibel dan sederhana yaitu dengan menggunakan sensor magnet pada *smartphone*. Pengukuran dilakukan dengan menempelkan magnet pada benda, dan sensor pada *smartphone* mengukur kuat medan magnetnya untuk mengetahui kecepatan benda.

**METODE PERCOBAAN**

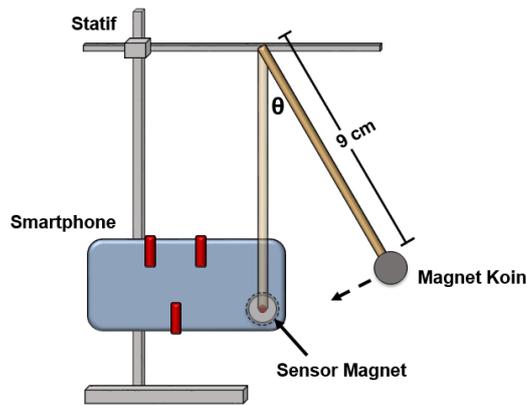
Percobaan ini menggunakan *smartphone* Xiaomi Redmi 4A yang mempunyai sensor medan magnet, dan Xiaomi Redmi Note 3 dengan kamera 13 *megapixels* dan 30 *frame per second* sebagai alat perekam untuk pengukuran laju benda menggunakan metode video tracking. Untuk pengujian laju benda, telah digunakan lintasan berbahan akrilik dengan panjang 36 cm, dan magnet *neodymium* berdimensi 18mm x 4mm dan massa 9 g. Aplikasi Phypox digunakan untuk membantu pengukuran kuat medan magnet. Kelebihan dari aplikasi ini adalah dapat menampilkan grafik medan magnet ( $\mu T$ ) terhadap waktu (s) dan mengeksport data dalam format CSV atau EXCEL.

Percobaan dilakukan dengan rangkaian alat yang dapat dilihat pada Gambar 1. Magnet digelindingkan dengan kecepatan acak di depan sensor magnet untuk mendapatkan kurva medan magnet terhadap waktu atau posisi magnet koin di lintasan seperti pada gambar inset. Disini, nilai medan magnet maksimum adalah titik puncak dari kurva yang didapat pada pengukuran, sedangkan nilai *Full Width at Half Maximum* adalah lebar dari kurva pada setengah tingginya. Selain iut, pergerakan magnet sepanjang lintasan juga direkam dengan alat perekam untuk kemudian dianalisis menggunakan *software* Tracker. Melalui *software* Tracker dapat diketahui laju magnet ketika berada tepat di depan sensor magnet.



Gambar 1. Rangkaian alat percobaan tampak depan (kiri) dan samping (kanan).

Untuk memvalidasi hubungan laju benda dan kuat medan magnet, kami mengukur laju maksimum bandul menggunakan metode yang dikembangkan di atas. Rangkaian alat percobaan gerak bandul dapat dilihat pada Gambar 2. Bandul sederhana terdiri dari batang sepanjang 9 cm dan magnet *neodymium* yang berdimensi sama dengan percobaan sebelumnya. Kuat medan magnet diukur menggunakan *smartphone* yang letakkan sedemikian rupa agar sensornya berada pada posisi ketinggian minimum dari bandul seperti pada gambar. Pengukuran laju pada gerak bandul dilakukan dengan tiga variasi sudut simpangan awal sebesar 30°, 40°, dan 50°. Untuk masing-masing variasi sudut simpangan awal dilakukan pengukuran sebanyak 10 kali dan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teori. Laju yang diukur adalah laju maksimum pada gerak bandul yaitu ketika magnet berada di titik terendah.

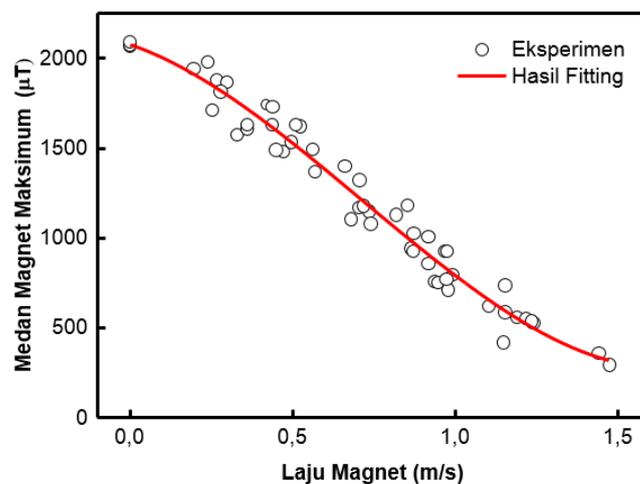


Gambar 2. Rangkaian alat percobaan gerak bandul.

## HASIL PENGUKURAN

### Hubungan Laju Magnet dengan Medan Magnet Maksimum dan *Full Width at Half Maximum*

Gambar 3 dan 4 masing-masing menunjukkan nilai medan magnet maksimum dan nilai *Full Width at Half Maximum* yang terukur oleh sensor pada *smartphone* untuk laju benda bermagnet bervariasi dari 0 m/s sampai 1,473 m/s. Kami mengamati bahwa semakin cepat laju magnet maka semakin kecil nilai medan magnet maksimum dan nilai *Full Width at Half Maximum* yang terukur oleh *smartphone*.



Gambar 3. Hubungan Laju Magnet dengan Medan Magnet Maksimum.

Pada Gambar 3, garis merah merupakan hasil *fitting* dari data eksperimen. Dengan melakukan *fitting* data menggunakan persamaan polinomial orde-3 didapatkan persamaan sebagai berikut,

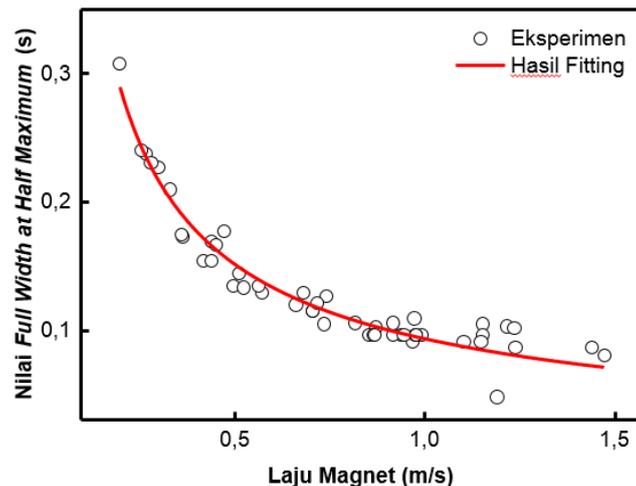
$$y = 589,2x^3 - 1256x^2 - 618,7x + 2075 \tag{1}$$

Dari hasil *Fitting* data tersebut menghasilkan nilai *R-square* sebesar 0,969.

Secara bersamaan dilakukan *fitting* data dari nilai *Full Width at Half Maximum* yang terukur oleh *smartphone* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. *Fitting* data dilakukan dan mendapatkan persamaan eksponensial sebagai berikut,

$$y = 0,04403 x^{-1,0719} + 0,05233 \tag{2}$$

Nilai *R-square* dari *fitting* tersebut adalah sebesar 0,9604.



Gambar 4. Hubungan Laju Magnet dengan nilai *Full Width at Half Maximum*.

Kedua nilai *R-square* dari hasil *fitting* data eksperimen lebih besar dari nilai *R-square* minimum yang dibutuhkan yaitu 0,95. Hal ini menunjukkan persamaan 1 dan 2 dapat digunakan untuk pengukuran laju benda bermagnet pada kondisi umum lainnya. Nilai medan magnet maksimum maupun nilai *Full Width at Half Maximum* dapat digunakan untuk pengukuran laju benda bermagnet dan memberikan keakuratan yang sama karena nilai *R-square* dari hasil *fitting* data keduanya tidak jauh berbeda.

#### Pengukuran Laju Maksimum Benda Bermagnet pada Gerak Bandul

Kami melakukan pengukuran laju maksimum benda bermagnet pada gerak bandul menggunakan sensor magnet pada *smartphone*. Data pengukuran menggunakan nilai medan magnet maksimum dan nilai *Full Width at Half Maximum* masing-masing dapat dilihat di Tabel 1, Tabel 2, dan Gambar 5.

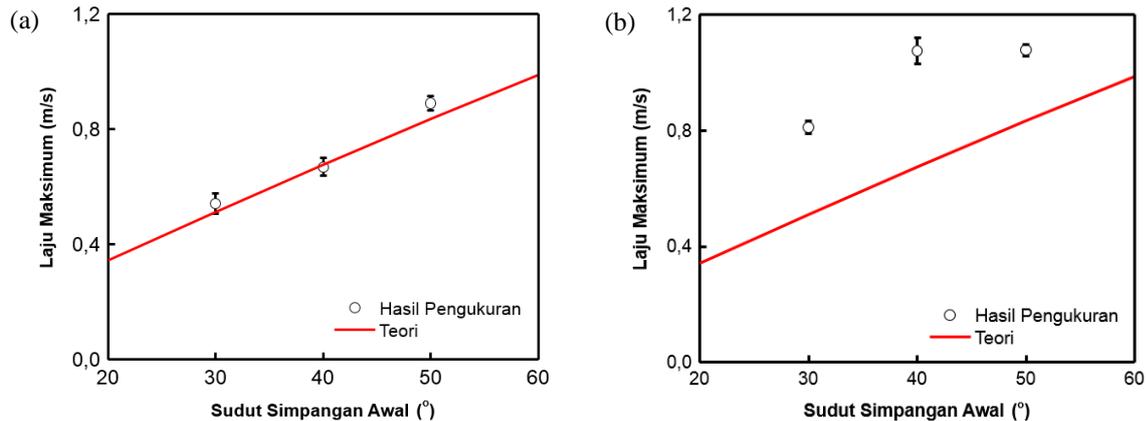
Tabel 1. Hasil pengukuran laju benda bermagnet pada gerak bandul menggunakan nilai medan magnet maksimum

Sudut Simpangan Awal (°)	Laju Maksimum (m/s)		Kesalahan Relatif terhadap Pehitungan Teori (%)
	Teori	Pengukuran	
30	0,511	0,540	5,576
40	0,675	0,667	1,189
50	0,835	0,889	6,560

Tabel 2. Hasil pengukuran laju benda bermagnet pada gerak bandul menggunakan nilai *Full Width at Half Maximum*

Sudut Simpangan Awal (°)	Laju Maksimum (m/s)		Kesalahan Relatif terhadap Pehitungan Teori (%)
	Teori	Pengukuran	
30	0,511	0,812	58,844
40	0,675	1,076	59,245
50	0,835	1,077	29,064

Pengukuran laju maksimum benda bermagnet pada gerak bandul dengan menggunakan nilai medan magnet maksimum memiliki rata-rata kesalahan relatif terhadap perhitungan teori sebesar 4,442%, sedangkan pengukuran dengan menggunakan nilai *Full Width at Half Maximum* memiliki rata-rata kesalahan relatif terhadap perhitungan teori sebesar 49,051%. Pengukuran laju maksimum benda bermagnet pada gerak bandul dengan menggunakan nilai medan magnet maksimum lebih akurat dibandingkan dengan pengukuran menggunakan nilai *Full Width at Half Maximum*. Peningkatan akurasi pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan alat perekam dengan *frame per second* lebih tinggi dalam menentukan hubungan laju benda dengan medan magnet maksimum dan nilai *Full Width at Half Maximum*.



5. Hasil pengukuran menggunakan (a) nilai medan magnet maksimum dan (b) nilai *Full Width at Half Maximum*.

## KESIMPULAN

Sensor magnet pada *smartphone* dapat digunakan untuk mengukur laju suatu benda bermagnet pada gerak bandul. Pengukuran medan magnet dari suatu magnet yang bergerak menggunakan aplikasi Phythox memberikan suatu grafik yang memiliki nilai medan magnet maksimum dan *Full Width at Half Maximum* yang merepresentasikan laju magnet. Hasil pengukuran laju benda bermagnet pada gerak bandul menggunakan nilai medan magnet maksimum lebih akurat dengan rata-rata kesalahan relatif dibawah 10%. Pengukuran laju benda bermagnet menggunakan sensor magnet pada *smartphone* dapat digunakan dalam eksperimen fisika untuk tingkat dasar.

## REFERENSI

1. S. Aram, A. Troiano, dan E. Pasero, *Environment sensing using smartphone*, *IEEE APPLICATIONS SYMPOSIUM PROCEEDINGS, At Brescia, Italy*, pp. 1-4 (2012)
2. A. Ghose, P. Biswas, C. Bhaumik, M. Sharma, A. Pal, dan A. Jha, *Road Condition Monitoring and Alert Application*, *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE COMPUTING AND COMMUNICATIONS WORKSHOPS, At Lugano, Switzerland*, pp. 489-491 (2012)
3. M. Monteiro, C. Cabeza, dan A. C. Marti, *Acceleration measurements using smartphone sensors: Dealing with the equivalence principle*, *Revista Brasileira de Ensino de Física* Vol. 37 No. 1 (2012) 1303, arXiv: 1406.3867 [physics.ed-ph]
4. J. A. Sans, F. J. Manjón, A. L. J. Pereira, J. A. Gomez-Tejedor, dan J. A. Monsoriu, *Oscillations studied with the smartphone ambient light sensor*, *European Journal of Physics* **34** (2013) 1349, arXiv: 1605.01372 [physics.ed-ph]
5. J. Kuhn dan P. Vogt, *Smartphones as Experimental Tools: Different Methods to Determine the Gravitational Acceleration in Classroom Physics by Using Everyday Devices*, *European Journal of Physics Education* Vol. 4 No. 1 (2013) 16-27
6. J. A. M. Bolivar dan A. J. A. Palacios, *A laboratory activity on the eddy current brake*, *European Journal of Physics* **33** (2012) 697-707
7. E. Arribas, I. Escobar, C. P. Suarez, A. Najera, dan A. Belédez, *Measurement of the magnetic field of small magnets with a smartphone: a very economical laboratory practice for introductory physics courses*, *European Journal of Physics* **36** (2015) 065002