

## RANCANG BANGUN PERCOBAAN BANDUL FISIS BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MENENTUKAN PERIODE MINIMUM

Fendik Dwiatmoko, Dzulkifli

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Email: fendikdwiatmoko@mhs.unesa.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan periode minimum pada kit bandul fisis berbasis mikrokontroler. Penentuan periode dilakukan dengan sistem pendulum yang merupakan bandul fisis, dikatakan bandul fisis yaitu suatu benda tegar yang berosilasi bebas pada sumbu tertentu. Pada perancangan alat digunakan sensor *rotary encoder* untuk mengukur nilai periode bandul. Dalam penelitian ini, dilakukan manipulasi jarak antara titik poros dan pusat massa ( $L_{cg}$ ) untuk mengetahui nilai periode minimum. Selain itu, untuk mengetahui pengaruh dari sudut simpangan, maka dilakukan manipulasi sudut  $16^\circ$  sampai  $25^\circ$  pada masing - masing  $L_{cg}$  (m). Dengan percepatan gravitasi sebesar  $9,8 \text{ m/s}^2$ , didapatkan nilai periode teori sebagai pembandingan nilai periode alat. Nilai kesalahan terendah penentuan periode sebesar  $0,24 \%$  pada jarak ( $L_{cg}$ )  $0,04\text{m}$  dan nilai kesalahan maksimum  $1,81$  pada jarak ( $L_{cg}$ )  $0,08\text{m}$ . Periode ( $T$ ) tidak banyak dipengaruhi oleh sudut simpangan ( $\phi$ ). Sedangkan jarak titik poros ke pusat massa ( $L_{cg}$ ) berpengaruh terhadap osilasi sehingga mempengaruhi periode ( $T$ ). Semakin pendek jarak titik poros ke pusat massa ( $L_{cg}$ ) tidak juga semakin minimum nilai periode ( $T$ ). Periode minimum terletak di jarak ( $L_{cg}$ )  $0,12\text{m}$  atau ditengah antara titik poros dan pusat massa.

**Kata Kunci :** bandul fisis, sensor *rotary encoder*, periode.

### Abstract

This study aims to determine the minimum period in the microcontroller based fascic material kit. Determination of the period is done by pendulum system which is the physical pendulum, said physical pendulum is a solid body that oscillates freely on a particular axis. In designing the tool used rotary encoder sensor to measure the value of pendulum period. In this study, the manipulation of the distance between the pivot point and the center of mass ( $L_{cg}$ ) to determine the minimum period value. In addition, to determine the effect of the angle of deviation, angle manipulation of  $16^\circ$  to  $25^\circ$  is performed on each  $L_{cg}$  (m). With a gravity acceleration of  $9.8 \text{ m/s}^2$ , we obtain the period theory as a comparison of the tool period value. The lowest error value of the determination period is  $0.24\%$  at the  $0.04\text{m}$  ( $L_{cg}$ ) distance and the maximum error value is  $1.81$  at the  $0.08\text{m}$  ( $L_{cg}$ ) distance. Period ( $T$ ) is not much affected by the angle of deviation ( $\phi$ ). While the distance of the pivot point to the center of mass ( $L_{cg}$ ) has an effect on the oscillation thus affecting period ( $T$ ). The shorter the point of the pivot point to the center of mass ( $L_{cg}$ ) is not the minimum the period value ( $T$ ). The minimum period lies in the distance ( $L_{cg}$ )  $0.12\text{m}$  which means the middle between the pivot point and the center of mass.

**Keywords:** physical pendulum, rotary encoder sensor, period.

### PENDAHULUAN

Kegiatan belajar mengajar dalam bidang studi fisika, dibutuhkan sarana dan prasarana yang mampu menunjang kegiatan. Gejala alam atau besaran dalam fisika dapat ditinjau secara teoritis dan eksperimen. Laboratorium merupakan sarana penunjang dalam kegiatan eksperimen untuk pengembangan ilmu dalam mengkaji studi fisika. Salah satu besaran dalam fisika yang dapat dikaji melalui eksperimen dan teori ialah periode. Penentuan periode pada sebuah batang dapat

dilakukan dengan berbagai cara salah satunya yaitu dengan menggunakan metode osilasi bandul fisis.

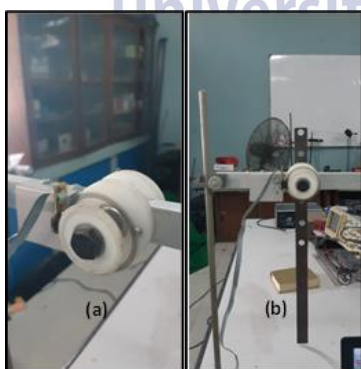
Pada osilasi bandul fisis, periode osilasi dapat digunakan sebagai acuan dalam menghitung momen inersia dan percepatan gravitasi. Periode osilasi dapat diukur secara manual dengan menggunakan stopwatch (Aguiar and Pereira, 2011). Sehingga dengan alat penunjang seperti itu, ketelitian eksperimen yang dilakukan kurang baik. Periode osilasi juga dapat diukur dengan menggunakan sensor cahaya, dimana satu periode

merupakan pergerakan bandul setelah melewati sensor sebanyak tiga kali (Rusmawati, 2010). Selain itu pengukuran periode osilasi juga bisa menggunakan sinyal analog melalui *microphone port* pada komputer. Kendala yang dialami yaitu sulit dalam membuat sistem mekanik yang stabil dan periode osilasi yang akurat (Khairurrijal *et al.*, 2012).

Produsen set eksperimen PASCO *Scientific* telah menyediakan alat percobaan untuk menentukan nilai periode dengan menggunakan bandul fisis. Oleh karena itu, pembuatan set eksperimen pada penelitian ini memiliki tujuan yang sama dengan PASCO. Namun, pada penelitian ini peneliti menggunakan sensor *rotary encoder* sebagai *device* yang dapat merekam posisi sudut dari gerak osilasi pendulum dalam setiap mikrosekon oleh mikrokontroler. Selain itu, penelitian ini dapat menyediakan KIT percobaan dengan biaya yang terjangkau. Faktor lingkungan seperti redaman sangat berpengaruh terhadap data osilasi yang diperoleh. Sehingga pengambilan data hanya diambil pada osilasi yang harmonik dan sudut simpangan awal yang tidak terlalu besar.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian berbasis laboratorium yang mempelajari tentang osilasi gerak pendulum dalam menentukan nilai periode minimum pada batang. Sistematis yang dirancang adalah menggunakan pendulum fisis. Sistem Mekanik terdiri dari statif yang berfungsi sebagai penopang. Pada statif terdapat poros yang dapat berputar, dimana pada poros ini dipasang sensor *rotary encoder* dan benda uji. Sensor dan benda uji diletakkan pada satu poros, supaya memiliki arah gerak yang sama. Sistem mekanik pada penelitian skripsi ini, dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



**Gambar 1** Sistem mekanik bandul fisis yang dipasang: (a) sensor rotary; (b) benda uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berupa batang yang panjangnya 0,40 m. Kemudian ditentukan panjang poros uji, yaitu 0,04 m, 0,08m, 0,12m, 0,16, dan 0,20m diukur dari poros batang, yang selanjutnya digunakan sebagai panjang  $L_{cg}$ . Berikut merupakan benda uji yang dipakai :



**Gambar 2** Benda uji berbentuk batang dimana lingkaran pada permukaan batang merupakan poros uji

Pada penelitian ini diperlukan tiga variabel operasional untuk memudahkan dalam pengambilan data dengan baik yaitu variabel manipulasi, variabel respons dan variabel kontrol. Variabel manipulasi merupakan variabel yang berpengaruh terhadap hasil penelitian, variabel respons merupakan hasil akhir yang didapat dari penelitian dan variabel kontrol merupakan variabel yang tidak diubah atau dalam keadaan tetap. Pada penelitian ini variabel manipulasinya yaitu sudut simpangan dan panjang lengan, variabel responsnya yaitu periode dan variabel kontrolnya yaitu waktu osilasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

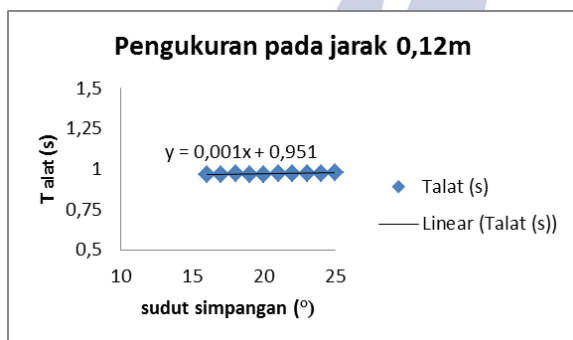
Pengujian kit pendulum dilakukan untuk menentukan nilai periode minimum pada benda uji berbentuk batang. Nilai periode yang dihasilkan dari alat hasil rancangan nantinya akan dibandingkan dengan nilai periode secara teori. Nilai periode secara teori adalah periode yang diperoleh dari perhitungan data yang sudah diketahui dengan menerapkan persamaan

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{MgD}}$$

Pengukuran periode dilakukan pada lima jarak  $L_{cg}$  yaitu 0,04m, 0,08m, 0,12m, 0,16m, dan 0,20m. Kemudian hasil periode minimum diperoleh pada jarak 0,012m. Berikut tabel hasil yang diperoleh pada jarak 0,012m :

**Tabel 1.** Pengukuran periode pada jarak ( $L_{cg}$ ) 0,12m dari titik poros ke pusat massa

Sudut (°)	$L_{cg}$ (m)	$T_{alat}$ (s)	$T_{teori}$ (s)	Selisih	Error (%)
16	0,12	0,968	0,961	0,007	0,72
17	0,12	0,968	0,961	0,007	0,72
18	0,12	0,970	0,961	0,009	0,93
19	0,12	0,966	0,961	0,005	0,52
20	0,12	0,966	0,961	0,005	0,52
21	0,12	0,972	0,961	0,011	1,14
22	0,12	0,972	0,961	0,011	1,14
23	0,12	0,974	0,961	0,013	1,35
24	0,12	0,974	0,961	0,013	1,35
25	0,12	0,976	0,961	0,015	1,56

**Gambar 3.** Grafik hubungan antara periode alat dengan sudut simpangan

Berdasarkan hasil data yang diperoleh pada tabel 1. dari alat diketahui bahwa adanya perbedaan hasil dengan perhitungan secara teori dipengaruhi oleh perubahan sudut yang dimanipulasi. Namun, data yang diperoleh bisa dikatakan presisi karena masih mendekati nilai periode perhitungan teori. Dengan hasil data seperti ini, maka dapat dikatakan bahwa alat yang dibuat dapat digunakan dalam menentukan periode sebuah batang. Sedangkan untuk gambar 3, memperlihatkan hubungan antara periode alat dengan manipulasi sudut simpangan. Sudut simpangan yang digunakan yaitu antara  $16^\circ$  sampai dengan  $25^\circ$ . Dengan melihat grafik yang dibentuk, terlihat bahwa setiap perpindahan manipulasi sudut diperoleh nilai yang konstan. Sehingga dapat diketahui bahwa manipulasi sudut simpangan tidak mempengaruhi nilai periode pengukuran. Pada jarak ini, diperoleh nilai periode minimum atau periode yang lebih kecil dibanding pada jarak manipulasi yang lain.

## PENUTUP

### Simpulan

Pada penelitian ini telah dirancang KIT bandul fisis untuk menentukan periode minimum pada suatu benda uji. Benda uji yang dipakai berbentuk batang dengan panjang 0,28m. Penentuan nilai periode dilakukan pada setiap jarak titik poros ke pusat massa ( $L_{cg}$ ) yang berbeda – beda dengan sudut simpangan ( $\phi$ ) yang berbeda tiap jarak ( $L_{cg}$ ).

Hasil penentuan nilai periode memiliki nilai kesalahan terendah 0,24 % pada jarak ( $L_{cg}$ ) 0,04m dan nilai kesalahan maksimum 1,81 pada jarak ( $L_{cg}$ ) 0,08m. Periode (T) tidak banyak dipengaruhi oleh sudut simpangan ( $\phi$ ). Sedangkan jarak titik poros ke pusat massa ( $L_{cg}$ ) berpengaruh terhadap osilasi sehingga mempengaruhi periode (T). Semakin pendek jarak titik poros ke pusat massa ( $L_{cg}$ ) tidak juga semakin minimum nilai periode (T). Periode minimum terletak di jarak ( $L_{cg}$ ) 0,12m yang berarti ditengah – tengah antara titik poros dan pusat massa.

### Saran

Pengembangan sistem gerak bandul untuk menentukan periode minimum telah dilakukan. Hambatan yang didapat yaitu pada sistem mekanik yang dibuat. Selain itu karakteristik benda uji juga sulit untuk disesuaikan. Apabila massa terlalu ringan mudah dipengaruhi oleh angin dan mudah teredam sehingga data tidak terekam dengan baik. Begitu juga massa terlalu berat gesekan dengan angin akan semakin besar dan mudah teredam sehingga mempengaruhi data yang diperoleh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguiar, C. E., and M. M. Pereire. 2011. Using the sound card as a timer. *Physics Teacher*. Vol.49, pp.33-35.
- Akihiro Ota. 2016. Angular Velocity Calibration System With a Self-calibratable Rotary Encoder. *Scientific Direct. Measurement* 82, 246-253.
- Fowles, Grant R. 1986. *Analytical Mechanics*. United State of America: CBS College Publishing.
- Indriana, P., Endah R. 2017. Penentuan Momen Inersia Benda Tegar Menggunakan Metode Osilasi Bandul Fisis Berbasis

- Mikrokontroler. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*. Vol.6, No.3, hal.78-83.
- Khairurrijal, Eko W., Wahyu Srigutomo., and Neny Kurniasih. 2012. Measurement of gravitational acceleration using a computer microphone port. *Physic Education*. Vol.47, pp.709-713.
- Khanafiyah, S. 2009. Percobaan Osilasi Bandul Fisis Bentuk Sederhana Sebagai Tugas Proyek Penelitian Pada Materi Momen Inersia di SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol.5, pp.47-53.
- Ng, T. W., and K. T. Ang. 2005. The optical mouse for harmonic oscillator experimentation. *American Association of Physics Teacher*. Vol.73, pp.793-795.
- Sarojo, Ganinjati Aby. 2001. *Mekanika*. Jakarta: Salemba Teknik.
- Scientific, P. 1998. Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO Physical Pendulum Set Model ME : 9833. Canada: Pasco.
- Sigit, R. 2007. Robotika, Sensor dan Aktuator persiapan lomba kontes robot Indonesia dan kontes robot cerdas Indonesia, pertama. Ed. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Susilo, A., Mohtar Y., Viska I. V. 2012. Simulasi gerak harmonik sederhana dan osilasi teredam pada *Cassy-E 524000*. *Indonesian journal of physics*. Vol.2, No.2, pp. 124-137.
- Tipler, Paul A. 1991. *FISIKA : Untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Torzo, G., and Paolo Peranzoni. 2009. The real pendulum: teory, simulation, experiment. *Physics Education*. Vol.3, No.2, pp.221-228.
- Vadas, Gintautas dan Alfred Hubler. 2009. A simple, low cost, data-logging pendulum built from a computer mouse. *Physics Education*.
- Widodo, A., Atevanus Kristianto N., Muhammad Nashrullah., M. Zainuri. 2012. *Jurnal Praktikum Gelombang-Sistem Osilasi Teredam*. ITS.

