JURNAL PENELITIAN SAINS
Journal Home Page: http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/index

Penggunaan sensor *infrared* berbasis *WiFi* mikrokontroller NodeMCU ESP8266 pada bandul fisis

RIZKA ANDRI YANI, SUPARDI*, KHAIRUL SALEH, PRADANTO POERWONO, DAN HADIR KABAN
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan 30862, Indonesia

Kata kunci:
bandul fisis,
sensor *infrared*,
NodeMCU Esp8266,
WiFi,
percepatan gravitasi

ABSTRAK: Pengembangan sebuah alat peraga praktikum bandul fisis dengan memanfaatkan *WiFi* mikrokontroler nodeMCU esp8266 dan sensor *infrared* untuk mengukur periode bandul telah berhasil dirancang dan dibuat. Alat praktikum ini telah diuji coba dengan melakukan eksperimen. Sensor *Infrared* yang digunakan akan berfungsi untuk mendeteksi gerakan dan mengukur periode bandul fisis dalam satuan detik. Lalu, secara langsung dikirimkan oleh *WiFi* mikrokontroler nodeMCU esp8266 ke komputer dan terbaca dalam *google spreadsheet*. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dapat digunakan untuk mendapatkan nilai percepatan gravitasi bumi dengan metode perhitungan regresi linear. Eksperimen yang dilakukan menggunakan sudut 20° dengan jarak pusat massa ke poros ayunan bandul 0.1 m, 0.15 m, 0.2 m, 0.25 m, 0,3m, 0,35 m, 0.4 m, dan 0.45 m. Berdasarkan eksperimen, alat yang dikembangkan ini mampu mengirimkan data dengan jarak maksimal 70 m. Nilai percepatan gravitasi yang didapatkan sebesar (9,9034±0,0319) m/s^2.

Keywords:
physical pendulum,
infrared sensor,
NodeMCU Esp8266,
WiFi,
acceleration of gravity

ABSTRACT: The development of a physical pendulum practicum prop using *wifi* microcontroller nodeMCU esp8266 and *infrared* sensor to measure the period of the pendulum has been successfully designed and created. This developed practicum tool has been tested by conducting experiments. The *Infrared* sensor used will serve to detect movement and measure the periods of the physical pendulums in units of seconds. Then, it is directly sent by *the WiFi* microcontroller nodeMCU esp8266 to the computer and reads in *a google spreadsheet*. The data obtained from the results of the experiment can be used to obtain the value of the earth's gravitational acceleration with the linear regression calculation method. The experiments were conducted using an angel of 20° with a central mass distance to the pendulum swing shaft of 0.1 m, 0.15 m, 0.2 m, 0.25 m, 0.3m, 0.35 m, 0.4 m, and 0.45 m. Based on experiments, the developed tool is able to transmit data with a maximum distance of 70 m. The gravitational acceleration value obtained is (9,9034±0,0319) m/s^2.

1 PENDAHULUAN

Dalam proses pembelajaran fisika umumnya dilakukan dengan dua cara, yaitu secara teori dan praktek/eksperimen. Pembelajaran secara teori sangat berguna dalam rangka pengenalan dan penanaman konsep fisis yang dipelajari. Sementara pembelajaran secara eksperimen berguna untuk penguatan dan pembuktian teori yang telah dipelajari serta dapat melatih keterampilan, ketelitian, ketepatan, kemampuan berpikir kritis, dan kerja sama. Namun demikian, kegiatan eksperimen harus dapat dirancang dengan baik agar dapat memberikan stimulus yang tepat kepada pembelajar/mahasiswa.

Salah satu materi fisika yang sering dieksperimenkan (dalam suatu kegiatan praktikum), yang dipelajari oleh mahasiswa fisika adalah bandul fisis. Pengambilan data (pengukuran periode) pada kegiatan praktikum bandul fisis umumnya masih dilakukan secara manual dengan menggunakan *stopwatch*. Hal ini membuat kegiatan praktikum membutuhkan waktu yang lebih lama dan data yang diperoleh pun memiliki tingkat keakuratan yang relatif rendah. Oleh karena itu, dikembangkan alat praktikum bandul fisis agar lebih efisien dan data yang didapat memiliki taraf keakuratan yang tinggi.

Bandul fisis dapat didefinisikan sebagai benda tegar yang digantung sedemikian hingga dapat berayun pada bidang vertikal terhadap sumbu yang

* **Corresponding Author: email: supardi@mipa.unsri.ac.id No. HP: +6281368374798**

https://doi.org/10.56064/jps.v24i3.726
Naskah diusulkan: 16 November 2022; Naskah disetujui: 12 Desember 2022
p-ISSN: 1410-7058 e-ISSN: 2597-7059 © 2022 JPS MIPA UNSRI

dilaluinya [1]. Penerapan persamaan dinamika rotasi (Hukum II Newton) yang berupa persamaan diferensial orde 2 pada bandul fisis menghasilkan formulasi periode bandul fisis (T) yang ditulis sebagai

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgd}}, \quad (1)$$

dimana d adalah jarak pusat massa dengan poros ayunan, M adalah massa bandul fisis, g adalah percepatan gravitasi dan I sebagai momen inersia benda [2]. Selanjutnya dengan menggunakan teorema sumbu sejajar pada momen inersia bandul fisis, yaitu

$$I = Mk^2 + Md^2, \quad (2)$$

dengan k adalah jejari girasi terhadap pusat massa [3], maka periode bandul fisis dapat ditulis sebagai

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{k^2+d^2}{gd}}. \quad (3)$$

Penelitian mengenai alat praktikum bandul fisis untuk memperoleh nilai periode bandul sebelumnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya: penelitian bandul fisis secara manual dengan menggunakan program *Picolog Recorder* sebagai *software* yang menampilkan grafik pengukuran pada komputer [4], kemudian penelitian bandul fisis berbasis Arduino menggunakan sensor variabel resistor untuk mengukur periode bandul tetapi hasil pengukurannya hanya ditampilkan pada LCD [5], dan penelitian bandul fisis berbasis mikrokontroler PC-*link* USB Smart I/O dengan menggunakan sensor variable resistor [6] .

Mengacu pada ketiga penelitian tersebut, penulis bermaksud mengembangkan alat praktikum bandul fisis dengan sensor *infrared* untuk mengukur periode bandul fisis secara otomatis dan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang dapat mengirimkan data melalui jaringan *WiFi*, sehingga data hasil pengukuran yang diperoleh dapat langsung ditampilkan dan diolah pada komputer.

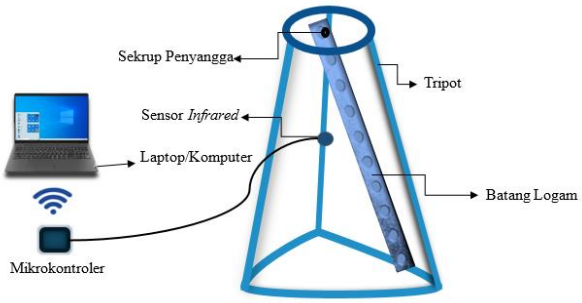
2 METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan mulai awal tahun 2022 sampai dengan selesai di Laboratorium Elektronika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Prosedur Penelitian

Pengukuran periode bandul fisis dilakukan pada sudut simpangan 20° melalui dua cara, yaitu dengan menggunakan sensor *infrared* saja (dimana pembacaan hasil pengukurannya masih manual) dan sensor *infrared* berbasis *WiFi* mikrokontroller nodeMCU ESP8266 (dimana hasil pengukurannya langsung terkirim ke komputer dalam bentuk spreadsheet, yang dapat disimpan dalam format csv), seperti pada Gambar 1. Alat praktikum bandul fisis (Gambar 1) yang dirancang terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras pada alat ini meliputi 1 buah tripot sebagai penyangga, 1 buah batang logam dengan beberapa lubang sebagai objek penelitian (bandul fisis), 1 buah sekrup penahan, 1 buah sensor *Infrared* yang digunakan untuk mendeteksi gerakan dan pengukur periode bandul fisis, 1 buah LED yang digunakan sebagai indikator benda yang melewati sensor, 1 buah LCD I2C untuk menampilkan data, 1 buah *push button* untuk m*ereset* mikrokontroler dan 1 buah nodeMCU ESP8266 yang merupakan sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler, dan koneksi internet (WiFi) yang akan mengirim data terukur oleh sensor *Infrared* ke komputer [7]. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan berupa aplikasi arduino IDE dan *spreadsheet*. Arduino IDE merupakan perangkat lunak open source yang digunakan untuk menulis kode, yang dibuat menggunakan Java dan dapat bekerja di berbagai platform seperti *Windows, Mac,* dan *Linux* [8].



Gambar 1. Desain rangkaian alat pengukur periode bandul fisis.

3 HASIL

Hasil pengukuran periode bandul fisis dengan variasi jarak sumbu putar terhadap pusat massa ditampilkan pada Tabel 1. Pada Tabel 1, T_p(s) adalah hasil pengukuran periode bandul fisis menggunakan sensor infrared saja (pencatatannya manual) dalam satuan sekon dan selanjutnya disebut sebagai periode pembanding. Sedangkan T(s) adalah hasil pengukuran periode bandul fisis menggunakan sensor infrared berbasis *WiFi* mikrokontroller nodeMCU ESP8266 dalam satuan sekon dengan pengulangan sebanyak

5 kali, dimana hasil pengukurannya langsung terkirim secara otomatis ke komputer.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Periode Bandul Fisis dengan sudut elevasi 20°

No	d (m)	T_p (s)	T (s)				
			1	2	3	4	5
1	0,45	1,68	1,68	1,68	1,67	1,68	1,68
2	0,40	1,64	1,65	1,64	1,63	1,65	1,64
3	0,35	1,61	1,61	1,62	1,61	1,62	1,62
4	0,30	1,62	1,62	1,63	1,63	1,61	1,62
5	0,25	1,65	1,64	1,64	1,65	1,65	1,65
6	0,20	1,73	1,73	1,72	1,73	1,72	1,74
7	0,15	1,90	1,90	1,90	1,90	1,89	1,90
8	0,10	2,24	2,24	2,24	2,23	2,25	2,23

4 PEMBAHASAN

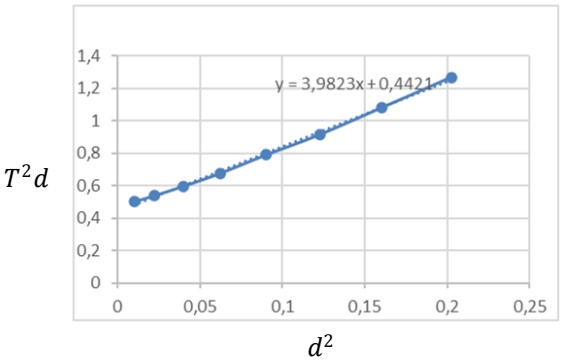
Data hasil pengukuran periode bandul fisis, selanjutnya dianalisa dengan menggunakan regresi linier

$$y = ax + b \tag{4}$$

dimana x adalah variabel bebas, y adalah variabel terikat, a adalah kemiringan (gradien) dan b adalah titik potong dengan sumbu y (intersep). Periode bandul fisis pada Persamaan (3) dilakukan linierisasi dan ditulis dalam bentuk

$$T^2 d = \frac{4\pi^2}{g} d^2 + \frac{4\pi^2}{g} k^2. \tag{5}$$

Penyamaan antara Persamaan (4) dan Persamaan (5) memberikan alih-alih bahwa yang berperan sebagai variabel bebas adalah $x = d^2$, variabel terikatnya adalah $y = T^2 d$, dengan gradien $a = \frac{4\pi^2}{g}$ dan intersep $b = \frac{4\pi^2}{g} k^2$. Selanjutnya dibuat grafik linier $T^2 d$ terhadap d^2 dari data periode bandul fisis pada Tabel 1, dan dari nilai-nilai gradien dan intersepnya dapat diperoleh nilai percepatan gravitasi bumi g dan jejari girasi bandul fisis k. Grafik $T^2 d$ terhadap d^2 pada pengukuran periode bandul fisis dengan sudut 20° ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan $T^2 d$ terhadap d^2 pada sudut 20°.

Berdasarkan Gambar 2, didapatkan gradien dan intersep dari persamaan linear $T^2 d$ terhadap d^2 secara berturut-turut adalah $a = 3{,}9823$ dan $b = 0{,}4421$. Dengan demikian dapat nilai percepatan gravitasi bumi di lokasi pengukuran periode bandul fisis, yaitu sebesar

$$g = \frac{4\pi^2}{a} = \frac{4\,(3{,}14)^2}{3{,}9823} = \frac{4\,(9{,}8596)}{3{,}9823} = 9{,}9034\ \mathrm{m/s^2}. \tag{6}$$

Ketidakpastian percepatan gravitasi bumi dapat diperoleh dari diferensiasi Persamaan (5), hingga diperoleh

$$|\Delta g| = 2\left|\frac{\Delta T}{T}\right| g = 2(0{,}1612\,\%)(9{,}9034) = 0{,}0319\ \mathrm{m/s^2}. \tag{7}$$

Dengan demikian nilai percepatan gravitasi bumi adalah

$$g \pm \Delta g = (9{,}9034 \pm 0{,}0319)\ m/s^2. \tag{8}$$

Sedangkan jejari girasi bandul fisis yang digunakan dalam percobaan diperoleh dari hubungan antara intersep dengan jejari girasi $b = \frac{4\pi^2}{g} k^2 = ak^2$, sehingga nilai jejari girasi adalah sebesar

$$k = \sqrt{\frac{b}{a}} = \sqrt{\frac{0{,}4421}{3{,}9823}} = 0{,}3332\ m. \tag{9}$$

5 KESIMPULAN

Rancang bangun alat ukur periode bandul fisis dengan sensor *infrared* menggunakan *WiFi* mikrokontroler nodeMCU esp8266 telah berhasil dibuat dan telah dilakukan uji coba. Hasil dari uji coba/eksperimen menggunakan alat ini menunjukkan hasil yang sesuai dengan teorinya, yaitu menghasilkan percepatan gravitasi sebesar $(9{,}9034 \pm 0{,}0319)\ m/s^2$, sehingga, alat ini dapat digunakan pada praktikum bandul fisis.

REFERENSI

[1] S. Khanafiyah, "Percobaan Osilasi Bandul Fisis Bentuk Sederhana Sebagai Tugas Proyek Penelitian Pada Materi Momen Inersia Di Sma," *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 5, no. 1, pp. 47–53, 2009, doi: 10.15294/jpfi.v5i1.1000.

[2] P. A. Tipler, *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga, 1991.

[3] I. Maulana, "Bandul Fisis," *Academia.Edu*, pp. 1–11, 2008.

[4] A Muslim, Perancangan Mekanik dan Analisa Pemodelan Gerak Harmonis Teredam Berbasis Komputer. Indralaya: Universitas Sriwijaya, 2007.

[5] Karlina H, Rancang Bangun Bandul Gabungan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uni. Indralaya: Universitas Sriwijaya, 2016.

[6] E. K. E. Putri, Visualisasi Grafik Ayunan Bandul Fisis Untuk Mendapatkan Nilai Perioda Ayunan dan Percepatan Gravitasi Menggunakan PC-Link USB Smart/ I/O Berbasis Komputer. Indralaya: Universitas Sriwijaya, 2017.

[7] Nurul Hidayati Lusita Dewi, Mimin F. Rohmah, and Soffa Zahara, "PROTOTYPE SMART HOME DENGAN MODUL NODEMCU ESP8266BERBASISINTERNET OF THINGS(IOT)," *Universitas Islam Majapahit*, 2019.

[8] D. A. Jakaria and M. R. Fauzi, "APLIKASI SMARTPHONE DENGAN PERINTAH SUARA UNTUK MENGENDALIKAN SAKLAR LISTRIK MENGGUNAKAN ARDUINO," *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA*, vol. 8, no. 1, 2020.

[9] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, "Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 4, no. 1, p. 150, Jan. 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.

[10] Kadir, Statistika Terapan: Konsep, Contoh, dan Analisis Data dengan Program SPSS/Lisrel dalam Penelitian. Depok: PT Rajagrafindo Persada, 2019. _____