



RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN SESAAT PADA BANDUL OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA

ASTRIDEA SALWA HANIYAH



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Sesaat pada Bandul Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2024

Astridea Salwa Haniyah
G7401201103

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





ABSTRAK

ASTRIDEA SALWA HANIYAH. Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Sesaat pada Bandul Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya. Dibimbing oleh HERIYANTO SYAFUTRA dan RIMA FITRIA ADIATI.

Pengukuran di praktikum fisika memerlukan alat yang teliti dan akurat untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan teori. Pada pengukuran waktu, penggunaan stopwatch sering kali kurang akurat akibat kelemahan alat dan human error. Untuk meminimalkan kesalahan tersebut, dua sensor LDR yang disinari laser ditempatkan pada jarak tertentu, dihubungkan dengan Arduino UNO agar memperoleh pengukuran waktu. Ketika objek melintasi kedua sensor, sinar laser akan tertutup secara bergantian, kemudian mikrokontroler akan mengukur selang waktu tertutupnya sinar laser secara bergantian. Kecepatan objek melintasi dua sensor LDR dihitung dengan membagi jarak antar sensor dengan waktu terukur. Sudut lepas bandul divariasikan dengan akurasi pengukuran kecepatan bandul pada gerak harmonik mencapai 90%, gerak non-harmonik hanya 40%. Untuk mendapatkan kecepatan sesaat yang lebih akurat, diperlukan jarak antar sensor yang lebih kecil dan pemrograman yang sesuai dengan pengukuran waktu. Sensor LDR dan Arduino UNO menawarkan solusi praktis dan inovatif untuk meningkatkan akurasi pengukuran kecepatan dalam praktikum fisika.

Kata kunci: waktu interval, kecepatan bandul, sensor LDR, gerak harmonik, gerak non-harmonik

ABSTRACT

ASTRIDEA SALWA HANIYAH. Design and Development of an Automatic Pendulum Instantaneous Velocity Measuring Device Using Light Sensors. Supervised by HERIYANTO SYAFUTRA and RIMA FITRIA ADIATI.

In physics experiments, accurate and precise measurement tools are essential to obtain results that align with theoretical expectations. When measuring time, using a stopwatch is often inaccurate due to the device's limitations and human error. To minimize these errors, two LDR sensors illuminated by a laser are placed at a specific distance and connected to an Arduino UNO to achieve time measurement. When an object passes through the two sensors, the laser beam is alternately blocked and the microcontroller measures the time intervals during which the laser is blocked. The velocity of the object passing through the two LDR sensors is calculated by dividing the distance between the sensors by the measured time. The release angle of the pendulum is varied, with the accuracy of the pendulum's speed measurement reaching 90% for harmonic motion and only 40% for non-harmonic motion. To obtain a more accurate instantaneous velocity, a smaller distance between sensors and more appropriate programming for time measurement. LDR sensors and Arduino UNO offer a practical and innovative solution to enhance the accuracy of speed measurements in physics experiments.

Keywords: harmonic motion, interval time, LDR sensor, non-harmonic motion pendulum velocity



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah,
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN
SESAAT PADA BANDUL OTOMATIS MENGGUNAKAN
SENSOR CAHAYA**

ASTRIDEA SALWA HANIYAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Sesaat pada Bandul Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya
Nama : Astridea Salwa Haniyah
NIM : G7401201103

Disetujui oleh



Pembimbing 1:
Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si.
198604232014041001



Pembimbing 2:
Rima Fitria Adiaty, S.T., M.T.
199602252020122003

Diketahui oleh



Ketua Departemen Fisika:
Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya Puspita, M.Si
197205191997021001

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





PRAKATA

Alhamdulillahi Rabbil'alamin, Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala rahmat serta karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Sesaat pada Bandul Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya” telah dilaksanakan sejak bulan Agustus 2024 sampai bulan Juni 2024. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih banyak atas dukungan dan bantuan kepada :

1. Ibunda Rina Damayanti dan Ayahanda Gurion Soesanto selaku orang tua penulis, Astrinea Nasywa dan Asdan Rasyid selaku adik dari penulis, serta keluarga yang telah memberikan dukungan, arahan, bimbingan secara moral, material, serta spiritual kepada penulis.
2. Bapak Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si. dan Ibu Rima Fitria Adiati, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan II yang telah membimbing, membantu, mengarahkan, saran, serta informasi dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si. dan Ibu Nur Aisyah Nuzulia, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji I dan II yang telah memberikan saran, kritik, dan arahan dalam penelitian dan penulisan skripsi penulis.
4. Bapak Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya Puspita, M.Si. selaku Ketua Departemen Fisika, Bapak Dr. Setyanto Tri Wahyudi, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik, serta Bapak Firmansyah, S.Si. yang telah memberikan arahan dan saran terkait penulisan skripsi dan perkuliahan penulis.
5. Seluruh dosen, staff, serta teknisi Departemen Fisika IPB yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat bagi penulis.
6. Teman-teman Fisika angkatan 57 yang saling membantu dan mendukung perkuliahan penulis.
7. Febriansyah, Altirana, Reni, Nazwa, Widia, Yena, Deva, Hizkia, Alvan, serta Dini sebagai teman-teman seperjuangan yang sudah saling membantu, mendukung, dan menemani kegiatan penulis selama ini.
8. Nida, Evi, Rilla, Anka dan teman-teman seperjuangan angkatan 2020 lainnya yang memberikan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teruntuk diriku, terima kasih sudah menyelesaikan tugas akhir dan mencari pengalaman selama perkuliahan berlangsung.
10. Serta seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi penulis.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penelitian serta penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk karya yang lebih baik. Semoga hasil penelitian dari skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan demi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2024

Astridea Salwa Haniyah



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Gerak Harmonik Sederhana	3
2.2 Energi pada Bandul Matematis	4
2.3 Kecepatan Sesaat	7
2.4 LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>)	7
2.5 Arduino UNO	8
2.6 3D Printing	9
2.7 Software Tracker	9
2.8 PLX-DAQ	10
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Kalibrasi Sensor LDR	17
4.2 Validasi Pengukuran Waktu oleh Arduino dan Software Tracker	18
4.3 Hasil Pengukuran Waktu dengan Variasi Jarak Antar Sensor	19
4.4 Hasil Pengukuran Waktu dengan Variasi Panjang Tali	21
4.5 Hasil Pengukuran Waktu dengan Variasi Sudut	22
4.6 Pengukuran Kecepatan Bandul	23
4.7 Analisis spesifikasi sensor pengukur kecepatan bandul	24
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	29



Pengukuran waktu interval menggunakan Arduino dan Tracker	19
Kecepatan sesaat bandul pada variasi sudut 5° dan 30°	23

DAFTAR GAMBAR

Osilasi harmonis sederhana bandul matematis	3
Osilasi harmonis sederhana sistem bandul matematis	4
Sensor LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>)	7
Rangkaian LDR	8
Arduino UNO dan bagiannya	8
Tampilan software Tracker	10
Tampilan PLX-DAQ	10
Alur prosedur penelitian	11
Sensor LDR tertutup sebagian	11
Rangkaian sensor LDR dan laser	12
<i>Housing</i> sensor LDR dan laser	12
Desain alat pengukur kecepatan otomatis	13
Kode pemrograman Arduino IDE	14
Setup pengukuran kecepatan bandul	15
Respon sensor LDR terhadap sinar laser melalui perubahan tegangan pada kondisi (a) Lampu mati , (b) Lampu hidup	17
Pengukuran (a) waktu interval yang diperoleh dari perubahan tegangan pada sensor LDR 1 dan sensor LDR 2 pada Arduino, (b) Tampilan dari Tracker berupa rekaman bandul bergerak	18
Pengukuran pada variasi jarak antar sensor (a) Susunan sensor LDR dan laser, (b) Grafik Δt terhadap jarak antar sensor, (c) Grafik ΔV terhadap jarak antar sensor	19
Pengukuran (a) waktu interval dari perubahan tegangan pada sensor LDR 1 dan sensor LDR 2 dengan jarak antar sensor ≤ 3 cm, (b) waktu interval dari perubahan tegangan pada sensor LDR 1 dan sensor LDR 2 dengan jarak antar sensor > 3 cm	20
Grafik kecepatan terhadap jarak antar sensor	21
Grafik Δt terhadap panjang tali pada jarak (a) 3 cm , (b) 5 cm	21
Grafik Δt terhadap variasi sudut dan panjang tali (a) 30 cm, (b) 50 cm, (c) 70 cm	22

DAFTAR LAMPIRAN

Prototipe alat ukur kecepatan	30
Alat ukur kecepatan sesaat menggunakan sensor LDR	31
Diagram alir penelitian	32

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar IPB University.



4	Diagram alir coding Arduino	33
5	Data tegangan pada sensor LDR	34
6	Data pengukuran waktu interval pada Arduino dan Tracker	35
7	Kecepatan sesaat bandul pada satu gelombang osilasi	36
8	Ketepatan alat mengukur kecepatan sesaat pada bandul	37

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.