

PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM HUKUM NEWTON SISTEM DUA BENDA DENGAN *MONITORING REAL-TIME* MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK

SHAFANA NADA



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Akhir dengan judul “Pengembangan Alat Praktikum Hukum Newton Sistem Dua Benda dengan *Monitoring Real-Time* Menggunakan Sensor Ultrasonik” 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 Laporan Akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Shafa Nada
J0404221047



ABSTRAK

SHAFa NADA. Pengembangan Alat Praktikum Hukum Newton Sistem Dua Benda dengan *Monitoring Real-Time* Menggunakan Sensor Ultrasonik. Dibimbing oleh HERIYANTO SYAFUTRA

Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat praktikum Hukum Newton Sistem Dua Benda berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 yang mampu melakukan pengukuran sekaligus analisis percepatan melalui website. Sistem menggunakan sensor HC-SR04 untuk mengukur jarak, ESP32 sebagai pengolah data, serta komunikasi serial untuk menampilkan, merekam, dan mengeksport data secara real-time. Percepatan dihitung menggunakan metode regresi linear berdasarkan hubungan posisi (x) terhadap $\frac{1}{2}t^2$. Validasi dilakukan melalui kalibrasi sensor pada jarak 10–90 cm, pengujian sistem menggunakan variasi beban 10–50 gram, serta evaluasi pengguna menggunakan kuesioner skala Likert yang melibatkan 31 responden. Hasil kalibrasi menunjukkan rata-rata error 0,52%, akurasi 99,48%, dan linearitas yang sangat baik ($R^2 = 0,9999$). Nilai percepatan meningkat dari 0,07374 m/s² pada beban 10 gram menjadi 0,3714 m/s² pada beban 50 gram dengan persentase error terhadap nilai teoritis sebesar 0,95%–5,63%. Evaluasi pengguna memperoleh nilai rata-rata 4,82 yang termasuk kategori sangat setuju. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pengukuran dan analisis percepatan secara otomatis dengan akurasi yang baik sehingga layak digunakan sebagai media praktikum fisika.

Kata Kunci : ESP32, Hukum Newton II, Sensor ultrasonik HC-SR04, Percepatan, *Website*



ABSTRACT

SHAFANA NADA. Development of a Two-Body Newton's Law Practicum Device with Real-Time Monitoring Using an Ultrasonic Sensor. Supervised by HERIYANTO SYAFUTRA.

This study aims to develop a Newton's Second Law two-body system laboratory apparatus based on the HC-SR04 ultrasonic sensor that is capable of performing both measurement and acceleration analysis through a website. The system employs the HC-SR04 ultrasonic sensor to measure distance, an ESP32 as the data processing unit, and serial communication to display, record, and export data in real time. Acceleration is calculated using the linear regression method based on the relationship between position (x) and $\frac{1}{2}t^2$. System validation was carried out through sensor calibration at reference distances of 10–90 cm, system testing using load variations of 10–50 g, and user evaluation using a Likert-scale questionnaire involving 31 respondents. The calibration results showed an average error of 0.52%, an accuracy of 99.48%, and excellent linearity ($R^2 = 0.9999$). The measured acceleration increased from 0.07374 m/s² at a 10 g load to 0.3714 m/s² at a 50 g load, with percentage errors ranging from 0.95% to 5.63% compared with the theoretical values. The user evaluation yielded an average score of 4.82, indicating a strong level of agreement. The results demonstrate that the developed system is capable of automatically measuring distance and analyzing acceleration with good accuracy, making it suitable for use as a physics laboratory learning medium.

Keywords : Acceleration, ESP32, HC-SR04 Ultrasonic Sensor, Newton's Second Law, Website.



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 2026
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.

PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM HUKUM NEWTON SISTEM DUA BENDA DENGAN *MONITORING REAL-TIME* MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK

SHAFa NADA

Laporan Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik 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.



Judul Laporan Akhir : Pengembangan Alat Praktikum Hukum Newton Sistem Dua Benda dengan *Monitoring Real-Time* Menggunakan Sensor Ultrasonik

Nama : Shafa Nada
NIM : J0404221047

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

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

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI. 201811198611192014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 19660717992031003

Tanggal Ujian :
31 Juli 2026

Tanggal Lulus :



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Pengembangan Alat Praktikum Hukum Newton Sistem Dua Benda dengan *Monitoring Real-Time* Menggunakan Sensor Ultrasonik” yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Maret 2026 di Direktorat Program Kompetisi Umum (DPKU) Laboratorium Fisika Teaching Laboratory IPB.

Terima kasih penulis ucapkan atas dukungan semua pihak yang membantu diantaranya :

1. Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi saran.
2. Dr. Inna Novianty S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer.
3. Kepada pihak DPKU Laboratorium Fisika Teaching Lab yang telah memberikan izin serta fasilitas selama pelaksanaan penelitian.
4. Kedua orang tua, kakak dan adik-adik penulis yang selalu memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang.
5. Teman-teman Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer Angkatan 59 yang telah berjuang Bersama-sama.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Shafa Nada

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	
ABSTRAK	ii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Batasan Masalah	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hukum Newton	4
2.2 Sistem Dua Benda	5
2.3 Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)	5
2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04	6
2.5 ESP32	7
2.6 LCD I2C	7
2.7 Teknologi Pengembangan Web	8
III METODE	9
3.1 Lokasi dan Waktu	9
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	9
3.3 Prosedur Kerja	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Implementasi Sistem Alat	22
4.2 Implementasi Sistem <i>Website</i>	26
4.3 Pengujian dan Analisis Sistem	31
V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	49

DAFTAR TABEL

1	Daftar Hardware dan Software	11
2	Hasil Pengukuran Kalibrasi Sensor HC-SR04	24
3	Tabel variasi beban	31
4	Hasil pengujian percepatan pada setiap variasi beban	33
5	Perbandingan percepatan dan <i>error</i> pada variasi beban	38
6	Daftar pernyataan kuesioner	39
7	Rentang nilai skala Likert	40
8	Hasil perhitungan rata-rata penilaian responden	41

DAFTAR GAMBAR

1	Sensor ultrasonik HC-SR04	6
2	ESP32	7
3	LCD I2C	8
4	Prosedur kerja	11
5	Diagram blok	13
6	<i>Flowchart</i>	14
7	Skema rangkaian perangkat keras	15
8	Desain 3D alat	16
9	Rancangan antarmuka halaman <i>dashboard</i>	17
10	Rancangan antarmuka halaman analisis	17
11	<i>Flowchart website</i>	18
12	Tampak depan alat	22
13	Tampak belakang alat	22
14	Komponen alat	23
15	Proses kalibrasi sensor HC-SR04	23
16	Grafik linearitas sensor HC-SR04	24
17	Halaman <i>dashboard</i>	26
18	Halaman analisis	27
19	Tampilan utama <i>website</i>	27
20	Tombol kontrol pada <i>dashboard</i>	28
21	Pemilihan port serial	28
22	Status sistem terhubung	28
23	Tampilan sistem saat tombol <i>START</i> diaktifkan	29
24	Tampilan sistem saat tombol <i>STOP</i> diaktifkan	29
25	Tampilan grafik pada <i>dashboard</i>	29
26	Tampilan tombol unduh data	30
27	Tampilan halaman analisis	30
28	Proses pemilihan file data	30
29	Tampilan hasil analisis pada halaman analisis	31
30	Setup pengujian sistem dua benda	32
31	Proses pengambilan data	32
32	Penambahan beban pada benda uji	33
33	Beban 10 gram	35
34	Beban 20 gram	35
35	Beban 30 gram	36
36	Beban 40 gram	36
37	Beban 50 gram	37
38	Grafik rata-rata penilaian responden	42

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kodingan Arduino IDE sistem alat	47
---	----------------------------------	----

@Hak cipta milik 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.