RANCANG BANGUN PERANGKAT EKSPERIMEN GERAK JATUH BEBAS OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER

ROBIN MAHENDRA
H1021201020

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

RANCANG BANGUN PERANGKAT EKSPERIMEN GERAK JATUH BEBAS OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER

ROBIN MAHENDRA
H1021201020

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

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Rancang Bangun Perangkat Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Otomatis Berbasis Mikrokontroler
Nama Mahasiswa	: Robin Mahendra
NIM	: H1021201020
Jurusan/Program Studi	: S-1 Fisika
Tanggal Lulus	: 26 Mei 2025
SK Pembimbing	: No. 1083/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal: 18 April 2024
SK Penguji	: No. 1465/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal: 19 Mei 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si	Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si
NIP198102062006041003	NIP198107302005011002

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Hasanuddin, S.Si., M.Si., Ph.D.	Yudha Arman, S.Si., M.Si., D.Sc
NIP198412162008121003	NIP197805132003121002

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si	Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si
NIP198102062006041003	NIP198107302005011002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Robin Mahendra

NIM : H1021201020

Program Studi/ Jurusan : S-1 Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 10 Januari 2025



Robin Mahendra
H1021201020

Rancang Bangun Perangkat Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Abstrak

Gerak jatuh bebas merupakan salah satu fenomena fisika yang termasuk dalam kelompok GLBB. Gerak jatuh bebas diartikan sebagai gerak benda yang jatuh dari ketinggian tertentu tanpa adanya kecepatan awal dan hanya dipengaruhi oleh percepatan gravitasi bumi. Penentuan gravitasi dari gerak jatuh bebas sering kali dilakukan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan perangkat eksperimen berbasis mikrokontroler NodeMCU yang dilengkapi dengan sensor inframerah dan sensor ultrasonik guna mempermudah menghitung waktu dan ketinggian secara otomatis. perangkat ini memungkinkan data diakses melalui alamat IP dan ditampilkan secara *real-time* pada halaman *website*. Kinerja perangkat eksperimen ini kemudian dibandingkan dengan metode video tracker.

Hasil menunjukkan bahwa perangkat eksperimen menghasilkan nilai percepatan gravitasi sebesar 10,533 m/s^2 dengan %eror sebesar 7,897 %akurasi sebesar 92,103% dan %presisi sebesar 1,827% berdasarkan 10 kali pengulangan. Sementara itu, nilai percepatan gravitasi yang diperoleh dari aplikasi video tracker adalah sebesar 11,322 m/s^2 dengan %eror sebesar 15,760%, %akurasi sebesar 84,240% dengan standar deviasi 2,055. Berdasarkan hasil tersebut, perangkat eksperimen berbasis mikrokontroler dinilai lebih presisi, akurat, dan praktis dalam mengukur percepatan gravitasi melalui gerak jatuh bebas.

Kata kunci: Mikrokontroler, NodeMCU ESP8266, Gerak jatuh Bebas

Design and Development of a Microcontroller Based Automatic Free Fall Motion Experimental Device

Abstract

Free fall is one of the physical phenomena classified under uniformly accelerated linier *motion (GLBB). It is defined as the motion of an object falling from a certain height without any initial velocity and influenced solely by the acceleration due to Earth's gravity. Determining gravity from free fall motion is often done, so this study aims to design and develop an experimental device based on the NodeMCU microcontroller equipped with infrared sensors and ultrasonic sensors to facilitate calculating time and height automatically. This device allows data to be accessed via an IP address and displayed in real-time on a website interface.*

The performance of the developed experimental device was compared to the video tracker method. The results showed that the device produced a gravitational acceleration value of 10,533 m/s² with a percentage eror *of 7,897%., an accuracy of 92.103%, and a precision percentage of 1,827%, based on 10 repetitions. In comparison, the gravitational acceleration obtained using the video tracker application was 11.322 m/s², with a percentage* eror *of 15.760%, accuracy of 84.240%, and a standard deviation of 2.055. Based on these results, the microcontroller-based experimental device is considered to be more precise, accurate, and practical for measuring gravitational acceleration through free fall motion.*

Keywords: *Microcontroller, NodeMCU ESP8266, Free fall Motion*

PRAKATA

Alhamdulillahirobbilalamin, segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **"Rancang Bangun Perangkat Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Otomatis Berbasis Mikrokontroler"**. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis banyak melalui proses yang tidak mudah dengan demikian penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam memberikan dukungan, bantuan dan doa.

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si. selaku ketua Jurusan Fisika serta dosen pembimbing pertama yang telah memberikan ide dan banyak masukan serta bimbingan kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi
3. Bapak Dr. Azrul Azwar S.Si., M.Si. selaku Ketua Prodi Fisika serta dosen pembimbing kedua yang telah memberikan saran serta masukan dalam penulisan skripsi
4. Bapak Hasanuddin, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Fisika, penguji pertama serta dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan, saran, serta bimbingan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga selesainya penulisan skripsi.
5. Bapak Yudha Arman, S.Si., M.Si., D.Sc. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam serta dosen penguji kedua yang telah memberikan saran kepada penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi agar lebih baik.

6. Bapak Sudianto selaku ayah dari penulis terima kasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang diberikan. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan namun berkat pengorbanan, kerja keras serta didikan dari beliau penulis mampu menyelesaikan studi hingga meraih gelar sarjana. Semoga selalu dalam lindungan Allah swt dan sehat selalu.
7. Ibu Julita selaku ibunda tercinta dari penulis beliau juga tidak sempat merasakan pendidikan dibangku perkuliahan terima kasih karena telah memberikan kasih sayang, perhatian, ketulusan doa, pengorbanan, pengertian, dukungan serta kesabaran dalam menghadapi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi hingga meraih gelar sarjana. Semoga selalu dalam lindungan Allah swt dan sehat selalu.
8. Sonia Arvita, S.Hut. dan Gilang Fahriski selaku kakak dan adik penulis yang telah banyak membantu penulis mulai dari materi, doa, semangat serta dukungan kepada penulis hingga mendapatkan gelar sarjana.
9. Kepada seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya, Gladis Raspida Sari, S.Si. terima kasih telah menjadi bagian dari proses perjalanan penulis dari awal perkuliahan hingga selesainya skripsi, yang telah berkontribusi baik tenaga, waktu, menemani, mendukung, dan selalu memberi semangat kepada penulis hingga mendapatkan gelar sarjana.
10. Sahabat penulis dibangku perkuliahan yang membersamai setiap proses sulit dalam penulisan skripsi yaitu, Haykal, Gibran, Dawar, Apri dan Arik yang banyak membantu penulis serta saling menyemangati. Begitu pula teman-teman seangkatan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
11. Hermanto dan Andre Wirayuda selaku sahabat dari kecil penulis mereka memang tidak merasakan bangku perkuliahan namun mereka selalu memberikan semangat serta dukungan hingga penulis bisa menyelesaikan perkuliahan. Terima kasih semoga selalu dalam lindungan Allah swt.

Pontianak, 10 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI…… viii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Gerak Jatuh Bebas 4
2.2 Mikrokontroler 6
2.3 Sensor 9
2.4 *Website* dan HTML 11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 12
3.2 Alat dan bahan 12
3.3 Prosedur Kerja 12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 17
4.1 Perancangan Perangkat Eksperimen 17
4.2 Kalibrasi 21
4.3 Pengujian kinerja perangkat eksperimen gerak jatuh bebas 24
4.4 Perbandingan dengan video tracker 26
4.5 Validasi Metode 28
BAB V PENUTUP 30
5.1 Simpulan 30
5.2 Saran 30
DAFTAR PUSTAKA 31
LAMPIRAN 36

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 4.1.	penghubungan sensor inframerah dengan NodeMCU	18
Tabel 4.2.	penghubungan sensor Ultrasonik dengan NodeMCU	18
Tabel 4.3.	data kalibrasi sensor ultrasonik	21
Tabel 4.4.	data kalibrasi sensor inframerah	23
Tabel 4.5.	hasil pengukuran dengan perangkat eksperimen	24
Tabel 4.6.	hasil pengukuran gravitasi menggunakan video tracker	27
Tabel 4.7.	hasil pengukuran berulang pada perangkat eksperimen	28

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1.	Gerak Jatuh Bebas	4
Gambar 2.2.	Nodemcu ESP8266	9
Gambar 2.3.	Tampilan antarmuka *Arduino* IDE	8
Gambar 2.4.	Sensor Ultrasonik	10
Gambar 2.5.	Sensor Inframerah	10
Gambar 3.1.	Rancangan perangkat eksperimen gerak jatuh bebas	13
Gambar 4.1.	Rangkaian Perangkat Keras	18
Gambar 4.2.	Kode Program Berhasil di *Upload* pada nodemcu	19
Gambar 4.3.	Tampilan pada serial monitor coolterm	20
Gambar 4.4.	Tampilan pada halaman *website*	20
Gambar 4.5.	Perangkat eksperimen gerak jatuh bebas berbasis mikrokontroler	21
Gambar 4.6.	Grafik kalibrasi sensor ultrasonik	22
Gambar 4.7.	Grafik penentuan gravitasi dengan perangkat eksperimen	25
Gambar 4.8.	Tracking dengan video tracker	26
Gambar 4.9.	Tampilan hasil analisis pada video tracker	26

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1.	Data hasil pengukuran dengan perangkat eksperimen sebelum kalibrasi	36
Lampiran 2.	Data hasil pengukuran dengan perangkat eksperimen setelah kalibrasi	37
Lampiran 3.	Hasil pengukuran gravitasi dari video tracker	38
Lampiran 4.	Kalibrasi	39
Lampiran 5.	Perhitungan	42
Lampiran 6.	Program pada perangkat lunak (*Arduino* IDE)	48
Lampiran 7.	Tampilan pada serial monitor	55
Lampiran 8.	Tampilan data pada file txt	56
Lampiran 9.	Tampilan pada halaman *website*	57
Lampiran 10.	Dokumentasi	58
Lampiran 11.	Analisis video tracker	59

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang begitu pesat sehingga dapat mempermudah pekerjaan yang membutuhkan waktu lama. Pekerjaan dapat dilakukan dengan mudah jika ada bantuan teknologi seperti komputer sehingga muncullah teknologi terbaru yaitu mikrokontroler (Ibrahim and Setiyadi, 2021). Mikrokontroler merupakan sebuah sistem yang sebagian besar bahkan seluruh bagiannya disimpan dalam sebuah *chip integrated circuit* IC yang sering disebut sebagai *single chip* mikrokomputer (Nugroho and Djaksana, 2022). Mikrokontroler dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran fisika (Masyaruhan *et al.*, 2020) Salah satu media pembelajaran fisika yang dapat menggunakan mikrokontroler adalah gerak jatuh bebas (Toda *et al.*, 2020).

Gerak jatuh bebas merupakan gerak benda yang jatuh dari ketinggian tertentu tanpa ada kecepatan awal dan hanya dipengaruhi oleh gravitasi bumi termasuk dalam kelompok gerak lurus berubah beraturan. Penelitian terdahulu masih menggunakan cara manual yaitu dengan *stopwatch* untuk mengukur waktu tempuh suatu benda hingga menyentuh lantai, penelitian lainnya ada juga yang menggunakan mikrokontroler namun terbatas pada penggunaan satu sensor saja yaitu sensor inframerah untuk mengukur waktu jatuh benda tanpa menambahkan sensor lain sehingga pengukuran ketinggian masih menggunakan cara manual yaitu dengan penggaris (Toda *et al.*, 2020; Maulani *et al.*, 2022).

Penggunaan mikrokontroler dapat mempermudah proses pembelajaran gerak jatuh bebas dalam memperoleh nilai ketinggian dan waktu jatuh benda secara otomatis (Masyaruhan *et al.*, 2020; Ibrahim and Setiyadi, 2021). Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 karena tertanam modul Wi-Fi di dalamnya sehingga tidak perlu menggunakan modul tambahan seperti pada *Arduino* (Prasetyawan *et al.*, 2021). Modul Wi-Fi ini dapat terkoneksi

pada internet sehingga dapat dikendalikan atau dipantau melalui *website* maupun aplikasi *smartphone* (Satria, 2022).

Mikrokontroler memerlukan sensor untuk mendeteksi sinyal (Anantajaya et al. 2022). Sensor adalah alat yang digunakan untuk merubah besaran fisika menjadi besaran listrik (Maulani *et al.*, 2022). Pengukuran ketinggian jatuh benda dapat dilakukan dengan penggunaan sensor ultrasonik. Sensor yang digunakan untuk menghitung waktu tempuh suatu benda yang jatuh bebas yaitu sensor inframerah (Kause and Boimau, 2019).

Penelitian ini merancang alat otomatis dalam eksperimen gerak jatuh bebas menggunakan dua sensor untuk mengukur waktu tempuh dari benda ketika jatuh pada ketinggian tertentu dan memanfaatkan modul Wi-Fi yang ada pada NodeMCU ESP8266 untuk menampilkan data pengukuran pada halaman *website*. Perangkat eksperimen ini diharapkan memiliki kelebihan dalam pengukuran waktu dan jarak yang lebih akurat sehingga lebih efisien dan dapat meminimalisir kesalahan yang sering terjadi pada saat melakukan pengukuran nilai gravitasi secara manual (Maulani *et al.*, 2022).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Bagaimana rancang bangun perangkat eksperimen otomatis untuk gerak jatuh bebas?
2. Berapa hasil pengukuran gravitasi yang diperoleh dari penggunaan perangkat otomatis dalam eksperimen gerak jatuh bebas?
3. Berapa persen eror , akurasi dan presisi nilai gravitasi yang diperoleh dari perangkat otomatis dalam eksperimen gerak jatuh bebas jika dibandingkan dengan nilai gravitasi pada garis khatulistiwa?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diajukan, berikut ini adalah batasan masalah yang dapat dijelaskan adalah ketinggian jatuhnya bola dibuat 9 variasi dengan tiga kali pengulangan untuk setiap variasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk

1. Membuat perangkat eksperimen otomatis untuk gerak jatuh bebas.
2. Mengetahui hasil pengukuran gravitasi yang diperoleh dari penggunaan perangkat otomatis dalam eksperimen gerak jatuh bebas
3. Mengetahui persen eror nilai gravitasi yang diperoleh dari perangkat otomatis dalam eksperimen gerak jatuh bebas jika dibandingkan dengan nilai gravitasi pada garis khatulistiwa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

1. Alat yang dibuat dapat digunakan oleh pada pelajar maupun mahasiswa dalam menentukan nilai gravitasi pada praktikum fisika.
2. Alat ini diharapkan dapat digunakan untuk skala laboratorium.
3. Alat ini dapat digunakan dalam mengambil data waktu dan jarak dalam percobaan gerak jatuh bebas secara otomatis, sehingga lebih mudah, cepat dan praktis.