

**RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIKUM PESAWAT
ATWOOD MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK
HC-SR04 BERBASIS IOT MIKROKONTROLLER**

ESP32

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Sains Bidang Studi Fisika



Oleh :

DWI AYU SALSA PRAMBANI SIREGAR

NIM. 08021282025056

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIKUM PESAWAT ATWOOD
MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 BERBASIS IOT
MIKROKONTROLLER ESP32**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang Studi Fisika

Oleh :

DWI AYU SALSA PRAMBANI SIREGAR

NIM. 08021282025056

Indralaya, 12 Juli 2024

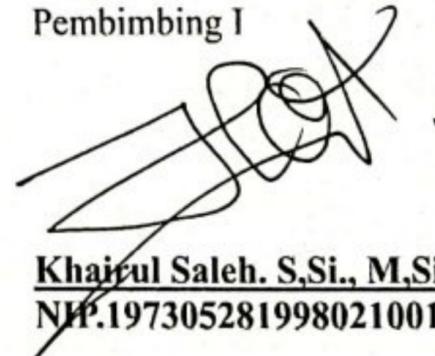
Menyetujui,

Pembimbing II



Dr. Akmal Johan, M.Si
NIP.1973122119990331003

Pembimbing I



Khairul Saleh, S.Si., M.Si
NIP.197305281998021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M. T
NIP.197009101994121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya:

Nama : Dwi Ayu Salsa Prambani Siregar
NIM : 08021282025056
Judul TA : Rancang Bangun Alat Praktikum Pesawat Atwood Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Berbasis Iot Mikrokontroler Esp32

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi oleh dosen pembimbing dalam proses penyelesaiannya serta mengikuti etika penulisan karya ilmiah tanpa adanya tindakan plagiat, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di program studi Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya .

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiat dalam skripsi ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 12 Juli 2024

Yang Menyatakan,



Dwi Ayu Salsa Prambani Siregar
08021282025056

LEMBAR PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk

1. Almarhum Sertu Tukar Aman Sodohonon Siregar. Ayah, meskipun di penghujung proses perjuanganku engkau berpulang ke hadirat Allah SWT namun harapan dan impianmu untuk melihatku meraih gelar sarjana menjadi pendorong utama dalam perjuanganku. Terima kasih yang paling mendalam kepada ayah yang telah berkorban, memberikan dukungan, doa dan nasihat yang selalu terpatri dalam hati dan pikiranku. Ayah, kehadiranmu dalam setiap doa dan kenangan memberikan kekuatan dan semangat yang luar biasa dalam menyelesaikan skripsi ini. Setiap nasihatmu menjadi panduan berharga dalam menjalani proses ini dan dukungannya yang tanpa henti menjadi sumber inspirasi yang tak pernah pudar. Ayah, meskipun engkau tidak dapat menyaksikan pencapaian ini, semoga Ayah bisa tersenyum bangga dari surga melihat anak Ayah berhasil meraih apa yang selalu Ayah impikan.
2. Ibu Devi Andriani, Am.keb, orang hebat yang selalu menjadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi, terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan saya, terima kasih untuk semua doa dan dukungan sehingga saya bisa berada dititik ini. Hiduplah lebih lama lagi Ibu. Ibu harus ada di setiap perjalanan dan pencapaian saya selanjutnya.
3. IPDA Dendy Kohar Muda Siregar, S.Tr.K. Abang, sejak kepergian Ayah, engkau telah mengambil peran yang begitu penting dalam hidupku. Engkau menjadi penopang, pengganti, dan pelindung, selalu memberikan dukungan, doa, dan nasihat yang sangat berharga. Ketulusan hatimu, pengorbananmu, dan cinta kasihmu telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi yang luar biasa bagi diriku. Abang, tanpa kehadiranmu, aku tidak akan mampu mencapai titik ini. Terima kasih telah menjadi teladan yang baik dan selalu memberikan semangat di saat-saat sulit. Setiap nasihat dan doronganmu menjadi pendorong utama dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikanmu dengan limpahan rahmat dan keberkahan.

4. Syfa Arianti Midawati Siregar dan M. Al – Rois Tamma Siregar, Adik-adikku, kalian adalah sumber kebahagiaan dan inspirasi dalam hidupku. Kehadiran kalian memberikan semangat dan motivasi yang tak ternilai dalam setiap langkahku. Dukungan, tawa, dan cinta kasih kalian selalu menjadi penyemangat di saat-saat sulit

**DESIGN AND BUILD AN ATWOOD MACHINE LABORATORY TOOL
USING THE HC-SR04 ULTRASONIC SENSOR BASED ON THE ESP32
MICROCONTROLLER**

By :

DWI AYU SALSA PRAMBANI SIREGAR

NIM.08021282025056

ABSTRACT

Atwood's plane is a series consisting of a rope suspended vertically from a lightless pulley of negligible mass. This research examines the correlation between speed and acceleration during uniformly changing straight motion (GLBB) with the NodeMCU ESP32 microcontroller. In the practical equipment there are two different weights connected to a fixed pulley. Atwood's aircraft was monitored using an HC-SR04 ultrasonic sensor to measure the time of falling objects with mass variations of 0.01 kg, 0.02 kg, 0.03 kg, 0.04 kg and 0.05 kg. The sensors are placed at distances starting from 0.25 m, 0.5 m, 0.75 m, 1 m. If the load mass is greater, the time value obtained will be smaller, and if the load mass is greater, the acceleration value obtained will be greater. The gravity value was obtained from Atwood's time measurements using a device designed for the smallest gravity value of 9.822 m/s^2 and the largest gravity value of 9.887 m/s^2 .

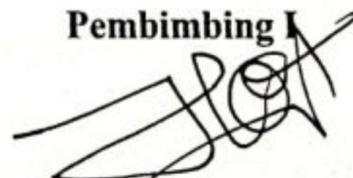
Keywords : ESP 32, Blynk, Internet of Things (IoT), Ultrasonic HC-SR04, Atwood's plane.

Pembimbing II



Dr. Akmal Jehan, M.Si
NIP: 1973122119990331003

Pembimbing I



Khairul Saleh, S.Si., M.Si
NIP: 197305281998021001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**



Dr. Friansyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

**RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIKUM PESAWAT ATWOOD
MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 BERBASIS IOT
MIKROKONTROLLER ESP32**

Oleh :

**DWI AYU SALSA PRAMBANI SIREGAR
NIM.08021282025056**

ABSTRAK

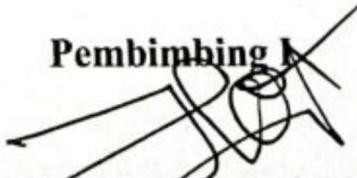
Pesawat atwood adalah rangkaian yang terdiri dari tali yang digantungkan secara vertikal pada sebuah katrol tanpa gesekan yang massanya dapat diabaikan. Penelitian ini mengkaji mengenai korelasi antara kecepatan dan percepatan gravitasi saat Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) dengan mikrikontroller NodeMCU ESP32. Pada alat praktikum terdapat dua buah beban yang berbeda dan terhubung pada sebuah katrol tetap. Pesawat Atwood dimonitoring menggunakan sensor ultrasonic HC-SR04 untuk mengukur waktu benda jatuh dengan variasi massa 0,01 kg, 0,02 kg, 0,03 kg, 0,04 kg, dan 0,05 kg. Diletakkannya sensor dengan jarak dimulai dari 0,25 m, 0,5 m, 0,75 m, 1 m. Jika massa beban semakin besar maka nilai waktu yang diperoleh semakin kecil, dan jika massa beban semakin besar maka nilai percepatan yang diperoleh semakin besar. Nilai gravitasi diperoleh dari pengukuran waktu pesawat atwood menggunakan perangkat yang dirancang nilai gravitasi terkecil sebesar $9,822 \text{ m/s}^2$ dan nilai gravitasi terbesar $9,887 \text{ m/s}^2$.

Kata Kunci : ESP 32, Blynk, Internet of Things (IoT), Ultrasonik HC-SR04, Pesawat Atwood.

Pembimbing II


Dr. Akmal Jphan, M.Si
NIP: 1973122119990331003

Pembimbing I


Khairul Saleh, S.Si., M.Si
NIP: 197305281998021001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**


Dr. Friansyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP: 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Puji dan syukur Penulis Panjatkan kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-NYA laporan tugas akhir ini dapat dibuat untuk melengkapi persyaratan kurikulum di jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Adapun penelitian tugas akhir ini berjudul “Rancang Bangun Alat Praktikum Pesawat Atwood Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Berbasis Iot Mikrokontroller Esp32” yang dilaksanakan di Laboratorium Terpadu dan Laboratorium Elektronika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Kepada pihak yang telah banyak membantu selama proses penelitian tugas akhir mulai dari penyusunan sampai skripsi ini selesai. Penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua serta saudara dan saudari saya yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material, serta do'a yang tiada henti untuk saya.
2. Prof. Hemansyah, S.Si., M.Si. Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. Selaku Ketua Jurusan Fisika, dan seluruh dosen Jurusan yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat.
4. Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si selaku pembimbing I yang selalu meluangkan waktu untuk berdiskusi memberikan masukan dan selalu memberikan semangat kepada penulis agar dapat bekerja dengan baik dan efisien.
5. Bapak Dr. Akmal Johan, M.Si. selaku pembimbing II yang selalu meluangkan waktu untuk berdiskusi memberikan masukan dan selalu memberikan semangat kepada penulis agar dapat bekerja dengan baik dan efisien.
6. Ibu Dr. Netty Kurniawati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah selalu membimbing saya sejak memulai perkuliahan

7. Bapak Dr. Fiber Monado, M.Si. dan Bapak Dr. Supardi, M.Si. selaku dosen pembahas yang banyak memberikan masukan terhadap penyelesaian skripsi ini.
8. Syafitri Saryani, Andi Mutiara Putri, Dini Mirza Mahfuza, Diana Mauli Rahma, Nyayu Rifka dan Putri Nurhidayah selaku teman satu KBI yang selama proses pengerjaan skripsi ini banyak membantu saya baik memberikan semangat maupun bantuan informasi terkait skripsi saya hingga akhir.
9. Terakhir, kepada diri saya sendiri Dwi Ayu Salsa Prambani Siregar terima kasih sudah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang sudah dimulai, terima kasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sendiri sampai titik ini, terima kasih karena memutuskan untuk tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dan telah menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin.

Indralaya, Juli 2024

Yang Menyatakan,

Dwi Ayu Salsa Prambani Siregar
08021282025056

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	xiv
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pesawat Atwood	4
2.2. Gerak Lurus Beraturan (GLB)	5
2.3. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)	6
2.4 Presisi dan Akurasi	7
2.5. Sensor	8
2.5.1. Sifat – Sifat Sensor	9
2.5.2 Karakteristik Sensor	10
2.6. Sensor Ultrasonik HC-SR04	11
2.7. Mikrokontroler	12
2.8. NodeMCU ESP32	13
2.9. <i>Internet Of Things</i> (IOT)	14
2.10. Arduino-IDE	14
2.11. Aplikasi <i>Blynk</i>	15

BAB III.....	17
METODE PENELITIAN	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3 Alur Penelitian.....	18
3.4. Perangkat Alat Praktikum Pesawat Atwood	19
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	19
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	21
3.5. Pengolahan Data Hasil Penelitian	22
3.5.1 Uji Karakteristik	23
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Perancangan Alat	24
4.1.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	24
4.1.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	26
4.2. Hasil Pengukuran	30
4.3. Pengujian Karakteristik Alat	33
4.4. Perhitungan Percepatan Gravitasi Bumi Pada Pesawat Atwood	38
BAB V.....	40
KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pesawat Atwood	5
Gambar 2.1. Sensor aktif dan sensor pasif.....	10
Gambar 2.4. Sensor Ultrasonik HC-SR04.	12
Gambar 2.5 NodeMCU ESP32	13
Gambar 2. 6 Arduino IDE.	14
Gambar 2.7. Sistem Komunikasi Blynk.....	16
Gambar 3. 1 Bagan alir tahap penelitian.....	19
Gambar 4.2. Template Blynk	26
Gambar 4.3. Datastreams Blynk	27
Gambar 4.4. Web dashboard Blynk	28
Gambar 4.5 Device info Blynk	28
Gambar 4.6. Tampilan akhir Blynk.....	29
Gambar 4.7. Tampilan Program pada arduino IDE.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel Rencana Tugas Akhir.....	17
Tabel 3.2 Alat Penelitian	17
Tabel 3.2 Bahan Penelitian.....	18
Tabel 4.1 Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik ke NodeMCU ESP32	25
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Waktu Beban Pesawat Atwood (Beban Massa 10 gram)	31
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Waktu Beban Pesawat Atwood (Beban Massa 20 gram)	31
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Waktu Beban Pesawat Atwood (Beban Massa 30 gram)	32
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Waktu Beban Pesawat Atwood (Beban Massa 40 gram)	32
Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Waktu Beban Pesawat Atwood (Beban Massa 50 gram)	33
Tabel 4.7. Data Waktu Pencacah	33
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Karakteristik Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Waktu 1	36
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Karakteristik Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Waktu 2.....	36
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Karakteristik Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Waktu 3	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika adalah cabang ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk memahami cara kerja alam dan perilakunya. Salah satunya ialah bidang gerak yang merupakan bagian studi mekanika dalam ilmu fisika. Sir Isaac Newton (1642-1727) merupakan salah satu ilmuwan asal Inggris yang memberikan kontribusi besar terhadap perkembangan ilmu fisika khususnya dinamika. Newton dikenal karena merumuskan tiga hukum geraknya yang terkenal. Penemuannya tentang konsep gaya dan gerak masih memberikan dampak besar dalam kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan alat untuk mengambil air dari sumur. Pada alat ini kita menggunakan sistem katrol untuk membantu kita menarik ember berisi air dengan menggunakan tali. Katrol adalah suatu perangkat yang terdiri dari roda yang dikelilingi oleh tali, digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia dengan mengurangi beban yang dirasakan. Penggunaan katrol dapat membuat beban terasa lebih ringan. Salah satu eksperimen fisika yang menggunakan prinsip serupa dengan cara kerja katrol adalah alat yang disebut bidang Atwood. Bidang Atwood merupakan penerapan konsep dinamika kinematik dan rotasi pada benda tegar (Wahid & Rahmadhani, 2019).

Pesawat Atwood pada dasarnya terdiri dari tali dan katrol yang menghubungkan dua buah massa yang berbeda. Tali sebagai penghubung dari katrol cukup ringan dan massanya dapat diabaikan. Jika massa beban M_1 dan M_2 sama maka kedua massa akan diam. Namun ketika M_1 diberikan massa tambahan terjadi perubahan posisi dimana M_2 akan tertarik ke atas akibat efek percepatan gravitasi yang dihasilkan oleh M_1 , karena keduanya dihubungkan dengan tali pada katrol (Ridho *et al.*, 2020). Pesawat atwood dikemukakan oleh seorang ilmuwan asal Inggris yaitu George Atwood pada tahun 1746-1807 untuk mendemonstrasikan Hukum Newton II. Pada alat praktikum terdapat dua buah beban yang berbeda dan terhubung pada sebuah katrol tetap. Praktikum pesawat atwood yang menggunakan pengambilan data secara manual, terdapat banyak ketidakakuratan data.

Ketidakkuratan ini terjadi karena adanya jeda waktu antara memulai dan menghentikan stopwatch, dan juga bergantung pada keakuratan praktisi itu sendiri, penelitian ini sebelumnya sudah diteliti oleh Afrilla, dkk (2014), berawal dari terinspirasi oleh Griffith tentang *Free Fall Timer* mereka membuat rancang bangun timer otomatis pesawat Atwood, komponen alat yang mereka gunakan *relay*, solenoid dan sensor getar. Pengumpulan data manual pesawat Atwood dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Sriwijaya Yani dkk (2016). melakukan penelitian lebih lanjut pada percobaan pesawat Atwood dengan menggunakan sensor Hc-Sr04. Kemudian Jefiza dan Novianas (2020) menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), LDR berfungsi sebagai indikator apakah beban sudah melewati sensor, sehingga dapat diketahui berapa lama beban tersebut turun. Selanjutnya Yusnita (2023) melakukan praktik pengembangan pesawat Atwood menggunakan sensor inframerah berbasis mikrokontroler Wi-Fi NodeMCU ESP8266.

Mengacu pada keempat penelitian tersebut, disini penulis bermaksud untuk mengembangkan alat utilitas pesawat Atwood yang menggunakan sensor Hc-Sr04 untuk mengukur waktu pesawat Atwood secara otomatis, dan menggunakan ESP32 untuk mengirimkan datanya melalui *Internet of Things*, sehingga Data yang diperoleh bisa langsung ditampilkan di laptop atau komputer.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang alat ukur beban jatuh pada pesawat Atwood menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis IoT?
2. Bagaimana nilai karakteristik dari sensor ultrasonik HC-SR04 serta nilai percepatan gravitasi yang diperoleh dari alat pengukuran beban jatuh pesawat Atwood?

1.3. Batasan Masalah

1. Sensor yang digunakan untuk mengukur beban jatuh pesawat Atwood adalah sensor ultrasonik.
2. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Node MCU ESP32.

3. Momen inersia dan hambatan udara saat beban jatuh pada pesawat Atwood tidak perhitungkan pada penelitian ini.
4. Aplikasi yang digunakan sebagai media penampil data hasil pengukuran adalah Blynk.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Merancang alat praktikum pesawat Atwood *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak) untuk mengukur beban jatuh pesawat Atwood menggunakan sensor ultrasonik berbasis IoT.
2. Menguji karakteristik dari alat pengukuran beban jatuh pesawat Atwood yang dirancang dan membuktikan nilai percepatan gravitasi yang didapatkan.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Dapat memudahkan pengambilan data hasil praktikum pesawat Atwood karena menggunakan IoT mikrokontroller ESP32 yang bisa menampilkan data secara otomatis.
2. Dapat dijadikan sebagai instrumentasi praktikum pesawat Atwood berbasis IoT mikrokontroller ESP32.

DAFTAR PUSTAKA

- Arasada, B., & Suprianto, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 1–8.
- Arifin, T. N., Pratiwi, G. F., & Janrafsasih, A. (2022). Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak. *Tera*, 2(2), 55–62.
- Ariska, M. (2019). Penyelesaian Dinamika Pesawat Atwood Dengan Persamaan Euler-Lagrange Sebagai Alternatif Persamaan Newton Pada Fisika Sma. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 6(1), 62–69.
- Berlianti, R., & Fibriyanti. (2020). Penyelesaian Dinamika Pesawat Atwood Dengan Persamaan Euler-Lagrange Sebagai Alternatif Persamaan Newton Pada Fisika Sma. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(1), 17–26.
- Hariri, R., Novianta, M. A., & Kristiyana, S. (2019). Perancangan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring Dan Kendali Penyiramaan Tanaman. *Elektrikal*, 6(1), 1–10.
- Hendrawan, A. P. W., & Agustini, N. P. (2022). Simulasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 3(1), 54–68.
- Mahendra, G., & Sukardi. (2021). Rancang Bangun Kontrol Pintu Air Dan Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things (IoT). *JTEIN*, 2(1), 98–106.
- Miarti, A., & Legasari, L. (2022). Ketidakpastian Pengukuran Analisa Kadar Biuret, Kadar Nitrogen, Dan Kadar Oil Pada Pupuk Urea Di Laboratorium Kontrol Produksi Pt Pupuk Sriwidjaja Palembang. 2(3), 861–874.
- Ridho, M. R., Ajidewantara, B., & Nurdiyanti. (2020). Analisis Korelasi Kecepatan dan Percepatan Saat Gerak Lurus Menggunakan Pesawat Atwood Berbasis Arduino dengan Sensor Logam. *Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 1(1), 57–61.
- Riyanto. (2014). *Validasi & Verifikasi Metode Uji: Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Deepublish.

- Sanaris, A., & Suharjo, I. (2020). Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IOT). *JISAI*, 1(1), 17–24.
- Santoso, S. P., & Wijayanto, F. (2022). Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino. *Elektro*, 10(1), 20–31.
- Solihun, A., Maftukhin, A., & Kurniawan, E. S. (2015). Pengembangan Alat Peraga GLB dan GLBB Berbasis Sensor LDR (Light DependentResistor). *Radiasi*, 6(1), 101–104.
- Suhaeb, S., Djawad, Y. A., Jaya, H., Ridwansyah, Sabran, & Risal, A. (2017). Mikrokontroler dan Interface. In *Universitas Negeri Makassar*. Universitas Negeri Makassar.
- Supriyatna, & Roza, L. (2021). Analisis Keakuratan Sensor Inframerah Dan Stopwatch Pada Praktik Glb Dan Glbb. *JIP*, 2(1), 69–78.
- Wahid, ; Abdul, & Rahmadhani, M. A. (2019). Eksperimen Menghitung Momen Inersia dalam Pesawat Atwood Menggunakan Katrol dengan Penambahan Massa Beban. *Jurnal Phi*, 1(2), 1–7.
- Wasino, Maftukhin, A., & Kurniawan, E. S. (2013). Pengembangan Pesawat Atwood Berbasis Sensor LDR (Light Dependent Resistor) sebagai Alat Peraga GLB Dan GLBB. *Radiasi*, 3(2), 107–111.
- Wibowo, A. (2023). Internet of Things (IoT) dalam Ekonomi dan Bisnis Digital. In J. T. Santoso (Ed.), *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*. YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK.
- Yusro, M., & Diamah, A. (2019). Sensor dan Transduser Teori dan Aplikasi. In *Universitas Negeri Jakarta*. Universitas Negeri Jakarta.