

**RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIKUM ELASTISITAS MENGGUNAKAN
SENSOR HC-SR04 BERBASIS *WIFI* MIKROKONTROLLER NODEMCU
ESP8266 DENGAN PEREKAMAN DATA *SPREADSHEET***

SKRIPSI

Dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Sains bidang studi Fisika



Oleh :

ANA RAMADHANI

08021182025004

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : ANA RAMADHANI

NIM : 08021182025004

Judul TA : Rancang Bangun Alat Praktikum Elastisitas Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis *WiFi* Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan Perekaman Data *Spreadsheet*

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi fisika universitas sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 8 Januari 2024

Yang menyatakan,



Ana Ramadhani

NIM. 08021182025004

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIKUM ELASTISITAS MENGGUNAKAN
SENSOR HC-SR04 BERBASIS *WIFI* MIKROKONTROLLER NODEMCU
ESP8266 DENGAN PEREKAMAN DATA *SPREADSHEET***

SKRIPSI

*Dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Sains bidang studi Fisika*

Oleh:

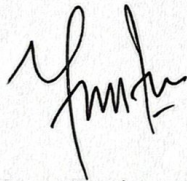
ANA RAMADHANI

08021182025004

Indralaya, 8 Januari 2024

Menyetujui,

Pembimbing II



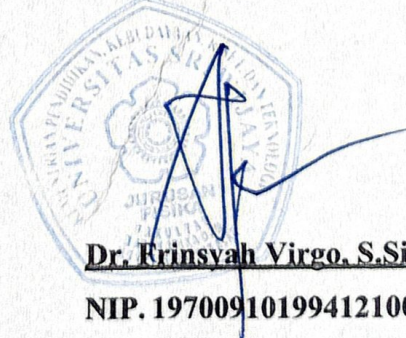
Dr. Erry Korivanti, M. T
NIP. 196910261995122001

Pembimbing I



Khairul Saleh, S. Si., M. Si
NIP. 197305181998021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO

“Maka ketika dia tiba di sana (tempat api itu), dia diseru, “Telah diberkahi orang – orang yang berada di dekat api, dan orang – orang yang berada di sekitarnya. Maha suci Allah, Tuhan seluruh alam.”

(Q.s An-Naml/27:8)

“Tanpa cinta kecerdasan itu berbahaya, dan tanpa kecerdasan, cinta itu tidak cukup.”

(B.J. Habibie)

“Sukses adalah balas dendam terbaik dan sempurna. Perlu diingat orang yang membuat kita tersenyum dan terluka ketika berproses.”

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

“Diriku sendiri yang telah berhasil melewati fase seperti *roller coaster*, orang tuaku tercinta, keluarga besarku, sahabatku, teman seperjuangan, pembimbing, almamater dan seluruh pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini. *When I was tired*, mereka hadir untuk mendengarkan keluh kesahku sehingga aku sampai di akhir cerita perjuangan ini.”

**DESIGN OF ELASTICITY PRACTICUM TOOLS USING HC-SR04 SENSOR
BASED ON WIFI MICROCONTROLLER NODEMCU ESP8266 WITH
SPREADSHEET DATA RECORDING**

By :

**ANA RAMADHANI
NIM.08021182025004**

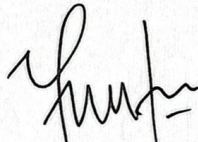
ABSTRACT

Usually, elasticity practical data collection is still done manually, which results in the data obtained having relatively low accuracy. Not only that, the time required is also long. Therefore, in this research, an elasticity practical tool was developed using the NodeMCU ESP8266 WiFi microcontroller with Spreadsheet Data Recording. The data obtained is then processed to find the spring constant value. The hardware used is a NodeMCU ESP8266 microcontroller, HC-SR04 sensor, and I2C 20x4 LCD. The software used is Arduino IDE and spreadsheet. This designed tool was tested using a 30N/m spring and five load variations with masses of 20gr, 40gr, 60gr, 80gr and 100gr. Based on the elasticity data obtained in the experiment, the practical tool developed has very good accuracy with an accuracy of 94.82%, precision of 98.62%, error of 3.85%, and can transmit data as far as 60 meters. The spring constant value obtained for a load with a mass of 20gr is (21.78), 40gr is (23.06), 60gr is (23.52), 80gr is (23.78), and 100gr is (23.90).

Keywords: Elasticity, HC-SR04 Sensor, NodeMCU ESP8266, Spring Constant

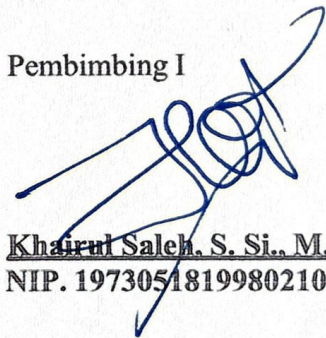
Indralaya, 8 Januari 2024
Menyetujui,

Pembimbing II



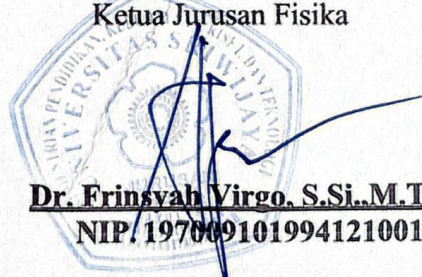
Dr. Erry Korivanti, M.T
NIP. 196910261995122001

Pembimbing I



Khairul Saleh, S. Si., M. Si
NIP. 197305181998021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

**RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIKUM ELASTISITAS MENGGUNAKAN
SENSOR HC-SR04 BERBASIS *WIFI* MIKROKONTROLLER NODEMCU
ESP8266 DENGAN PEREKAMAN DATA *SPREADSHEET***

Oleh:

**ANA RAMADHANI
NIM.08021182025004**

ABSTRAK

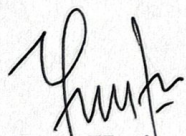
Biasanya, pengambilan data praktikum elastisitas masih dilakukan secara manual yang mengakibatkan data yang diperoleh memiliki akurasi yang relatif rendah. Tidak hanya itu, waktu yang dibutuhkan juga lama. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dilakukan pengembangan alat praktikum elastisitas menggunakan *WiFi* mikrokontroller NodeMCU ESP8266 dengan Perekaman Data *Spreadsheet*. Data yang didapat kemudian diolah untuk mencari nilai konstanta pegas. Perangkat keras yang digunakan adalah mikrokontroller NodeMCU ESP8266, sensor HC-SR04, dan LCD I2C 20x4. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE dan *spreadsheet*. Alat yang dirancang ini diuji dengan menggunakan pegas 30N/m dan lima variasi beban bermassa 20gr, 40gr, 60gr, 80gr dan 100gr. Berdasarkan data elastisitas yang didapat pada percobaan, alat praktikum yang dikembangkan memiliki ketelitian yang sangat baik dengan akurasi sebesar 94,82%, presisi sebesar 98,62%, *error* sebesar 3,85%, dan dapat mengirimkan data sejauh 60 meter. Nilai konstanta pegas yang diperoleh untuk beban bermassa 20gr sebesar (21,78), 40gr sebesar (23,06), 60gr sebesar (23,52), 80gr (23,78), dan 100gr sebesar (23,90).

Kata Kunci: Elastisitas, Sensor HC-SR04, NodeMCU ESP8266, Konstanta Pegas

Indralaya, 8 Januari 2024

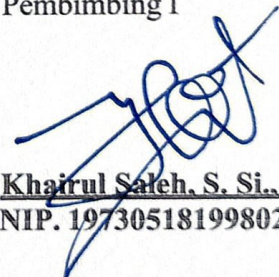
Menyetujui,

Pembimbing II



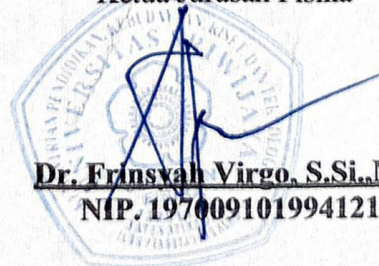
Dr. Erry Korivanti, M. T
NIP. 196910261995122001

Pembimbing I



Khairul Saleh, S. Si., M. Si
NIP. 197305181998021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, hidayat, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Praktikum Elastisitas Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis *WiFi* Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan Perekaman Data *Spreadsheet*”. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains bidang Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses pembuatan skripsi ini masih terdapat kekurangan di beberapa hal. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai bantuan kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak – pihak yang turut membantu penulis hingga selesai :

1. Allah SWT, yang atas karuniaNya, penulis masih diberikan nikmat sehat sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
2. Keluarga penulis, Ayah, Ibu, Aisyah Septiyani, Adillah Oktariani yang senantiasa memberikan dukungan secara moril dan materil kepada penulis.
3. Bapak Prof.Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Hermansyah, S.Si., M.Si,Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T, selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Supardi, S.Pd., M.Si, selaku Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si, selaku pembimbing I yang selalu meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Ibu Dr. Erry Koriyanti M.T, selaku pembimbing II yang selalu meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Ibu Dr. Menik Ariani, M.Si, selaku penguji I yang memberikan banyak masukan kepada penulis agar lebih baik.
10. Ibu Dra. Yulinar A., M.T, selaku penguji II yang memberikan banyak masukan kepada penulis agar lebih baik.
11. Bapak Drs. Arsali, M.Sc dan Ibu Dra. Jorena, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga bisa menyelesaikan studi.
12. Seluruh dosen Jurusan Fisika beserta staff yang telah banyak mengajarkan dan memberikan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan studi.
13. Rapi Prayoga selaku partner yang tulus ada, mendukung, memberikan semangat, motivasi kepada penulis dalam masa – masa sulitnya.
14. Rio, Bagus selaku sahabat yang selalu ghibah meskipun komunikasi dari jarak jauh.
15. Mba Sekar, kak Angel, yuk Ine, yuk Respa, kak Agung, kak Tomi, kak Deni yang selalu memberi support dan membantu penulis.
16. Teman – teman seperjuangan, Antarik20 (Fisika 2020) dan ELINKOMNUK 2020
17. KM MUBA, IML MUBA, LATHIIF FOUNDATION yang menjadi wadah penulis belajar berorganisasi.

Semoga kebaikan dan dukungan yang diberikan mendapat balasan pahala dari Allah SWT.

Indralaya, 8 Januari 2024

Penulis



Ana Ramadhani

NIM. 08021182025004

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Elastisitas	3
2.2 Sensor	4
2.2.1 Karakteristik Sensor.....	5
2.3 Sensor HC-SR04.....	7
2.4 Pegas	8
2.5 <i>WiFi</i>	9
2.6 Mikrokontroler.....	9
2.7 <i>Spreadsheet</i>	10
2.8 NodeMCU ESP8266.....	11
2.9 <i>Software</i> Arduino IDE.....	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.3 Alur Penelitian	14

3.3.1	Algoritma	15
3.3.2	<i>Flowchart</i>	16
3.4	Perancangan Perangkat	17
3.4.1	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	17
3.4.2	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	19
3.5	Pengolahan Data Hasil Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Hasil Penelitian.....	21
4.1.1	Hasil Perancangan Perangkat	21
4.1.1.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	22
4.1.1.2	Hasil Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	22
4.1.2	Hasil Pengukuran.....	25
4.2	Pembahasan	26
4.2.1	Pengujian Hasil Perancangan Perangkat	26
4.2.1.1	Pengujian Karakteristik Sensor HC-SR04.....	27
4.2.1.2	Pengujian Karakteristik Alat.....	27
4.2.1.3	Pengujian Jarak Komunikasi Data Melalui <i>WiFi</i>	33
4.2.1.4	Uji Validasi Data pada LCD, <i>Serial Monitor</i> dan <i>Spreadsheet</i>	34
4.2.2	Perhitungan Konstanta Pegas pada Elastisitas.....	35
BAB V PENUTUP.....		38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		39
LAMPIRAN.....		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem Pengukuran	5
Gambar 2.2 Klasifikasi Sensor Pasif dan Sensor Aktif.....	5
Gambar 2.3 Sensor HC-SR04	7
Gambar 2.4 Pegas.....	8
Gambar 2.5 NodeMCU ESP8266	11
Gambar 2.6 <i>Pinout</i> NodeMCU ESP8266.....	12
Gambar 2.7 <i>Interface</i> Arduino IDE.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Perangkat Keras.....	17
Gambar 3.3 Desain Rangkaian Alat Pengukur Elastisitas	18
Gambar 3.4 Rangkaian Mikrokontroler	18
Gambar 3.5 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak.....	19
Gambar 4.1 (a) Hasil perancangan alat pengukur elastisitas, (b) Hasil perancangan mikrokontroler	21
Gambar 4.2 Program pada <i>Software</i> Arduino IDE	23
Gambar 4.3 Program <i>Script Editor</i> pada <i>Spreadsheet</i>	24
Gambar 4.4 Tampilan pada <i>Spreadsheet</i>	24
Gambar 4.5 Data pada LCD.....	35
Gambar 4.6 Data pada <i>Serial Monitor</i>	35
Gambar 4.7 Data pada <i>Spreadsheet</i>	35
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Massa Beban terhadap Pertambahan Panjang Pegas	36
Gambar 4.9 Grafik Kurva Modulus Young	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat Penelitian.....	14
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	14
Tabel 4.1 Konfigurasi Pin Mikrokontroller NodeMCU ESP8266.....	22
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan	25
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Regangan	25
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Modulus Young	26
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Jarak.....	26
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor HC-SR04	27
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Karakteristik Alat (Tegangan).....	31
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Karakteristik Alat (Regangan).....	31
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Karakteristik Alat (Modulus Young).....	32
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Karakteristik Alat (Jarak)	32
Tabel 4.11 Pengujian Jarak Komunikasi Data Melalui <i>WiFi</i>	33
Tabel 4.12 Hasil Uji Validasi Data pada LCD, <i>Serial Monitor</i> , dan <i>Spreadsheet</i>	34
Tabel 4.13 Hasil Pengukuran Konstanta Pegas	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penurunan Rumus Elastisitas.....	42
Lampiran 2. Proses Pembuatan Program dan Pengambilan Data	43
Lampiran 3. Hasil Rancangan Alat	45
Lampiran 4. Program pada Arduino IDE	48
Lampiran 5. Program pada <i>Spreadsheet</i>	53
Lampiran 6. Tampilan Hasil Pengukuran pada <i>Spreadsheet</i>	56
Lampiran 7. Panduan Praktikum Elastisitas.....	58
Lampiran 8. Data <i>Sheet</i> NodeMCU ESP8266	62
Lampiran 9. Data <i>Sheet</i> Sensor HC-SR04	84
Lampiran 10. Data <i>Sheet</i> LCD I2C 20x4	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karya cipta dari sebagian atau keseluruhan sebuah sistem dengan mengubah hasil analisis berdasarkan rangkaian prosedur disebut dengan rancang bangun. Rancang bangun alat bertujuan untuk memberikan gambaran jelas kepada penggunanya serta untuk memenuhi kebutuhan. Pengukuran elastisitas dapat dilakukan dengan cara melihat perubahan panjang sekaligus mendeteksi perubahan yang terjadi dengan menggunakan sensor. Biasanya, pengambilan data praktikum elastisitas masih dilakukan secara manual yang mengakibatkan data yang diperoleh memiliki akurasi yang relatif rendah. Tidak hanya itu, waktu yang dibutuhkan juga lama. Penelitian terkait rancang bangun alat praktikum ini sudah pernah dilakukan oleh (Togatorop, 2017), dalam penelitian Togatorop melakukan penelitian rancang bangun alat ukur konstanta pegas menggunakan arduino uno. Selain itu, penelitian yang serupa pernah dilakukan oleh (Masyuran, 2020), pada penelitian tersebut Masyuran meneliti alat peraga hukum hooke menggunakan arduino uno yang mengadopsi model dari 4D Thiagrajan.

Pada penelitian ini akan dirancang alat praktikum elastisitas menggunakan sensor HC-SR04 berbasis *WiFi* mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan perekaman data *spreadsheet*. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, yaitu hasil pengukuran elastisitas dikirim menggunakan *WiFi* mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan data tersebut akan ditampilkan di komputer. Selanjutnya, untuk memperoleh nilai konstanta pegas didapat dari pengolahan data hasil pengukuran elastisitas. Dengan dibuatnya sebuah rancang bangun alat praktikum ini, maka praktikan yang sering kali praktikum di laboratorium dapat mengetahui perubahan elastisitas yang terjadi dan bagaimana penyimpanan data yang didapat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini, yaitu :

1. Bagaimana merancang alat pengukur elastisitas berbasis *WiFi* mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan perekaman data *spreadsheet*?
2. Bagaimana cara menampilkan data hasil pengukuran elastisitas pada komputer

dengan menggunakan *WiFi*?

3. Bagaimana pengujian karakteristik dari alat pengukur elastisitas yang dirancang?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memastikan fokus penelitian, penelitian ini memiliki beberapa pembatasan masalah pada :

1. Memanfaatkan sensor HC-SR04 untuk melakukan pengukuran elastisitas secara otomatis.
2. Memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan koneksi *WiFi*..
3. Penelitian ini dilakukan tanpa mempertimbangkan pengukuran deformasi..

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Merencanakan perangkat keras dan perangkat lunak untuk alat pengukur elastisitas menggunakan *WiFi* mikrokontroler NodeMCU ESP8266.
2. Melakukan pengujian karakteristik dari alat pengukur elastisitas yang dirancang.
3. Menentukan nilai konstanta pegas dari pengukuran elastisitas menggunakan alat yang dirancang.

1.5 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang diperoleh dari penelitian tugas akhir ini diantaranya:

1. Pengembangan eksperimen elastisitas dapat digunakan untuk praktikum fisika. Data hasil pengukuran yang didapat diharapkan memiliki ketelitian dan ketepatan yang lebih baik dan waktu pengolahan data dengan lebih efisien.
2. Mahasiswa dapat mengasah kemampuan sehingga dapat menciptakan inovasi baru yang konteksnya masih berkaitan Dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang dilengkapi dengan koneksi *WiFi*, hasil pengukuran akan ditampilkan pada komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Elisa., Claudya, Y. 2016. Penentuan Konstanta Pegas dengan Cara Statis dan Dinamis. *Jurnal Fisika Edukasi*, 1(3): 5.
- Ewar, H.A dkk., 2021. Penentuan Konstanta Pegas Menggunakan Aplikasi *Phyphox* pada Peristiwa Osilasi Pegas. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(4): 156.
- Fauzi, A., 2015. Pemanfaatan Simulasi Gerak Peluru dengan Aplikasi *Spreadsheet*. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*, 1(6): 258.
- Giancolli, D., C., 2011. *Physics Principles With Applications*. Jakarta : Erlangga.
- Haidar, D.A dkk., 2021. *Kerangka Aktivitas Pembelajaran RBL-STEM: Pemanfaatan Karet Gelang dalam Pengembangan Perahu dengan Penggerak Gaya Pegas untuk Meningkatkan Metaliterasi Siswa*. Jember : Universitas Jember.
- Hurnita, N., 2019. Penerapan Model *Project Based Learning* Berbantuan Alat Peraga untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke di SMAN 1 Sakti Kabupaten Pidie. *Puspendik Kemdikbud*, 1(5): 26 – 27.
- Ibrahim, A.M., Setiyadi, D. 2021. *Prototype* Pengendalian Lampu dan AC Jarak Jauh dengan Jaringan Internet Menggunakan Aplikasi Telegram Berbasis NodeMCU ESP8266. *Infotech : Journal Of Technology Information*, 7(1): 27 – 34.
- Kharida, L.A dkk., 2009. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Peningkatan Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Elastisitas Bahan. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 5(1): 84.
- Mariam, P., 2018. Ekonomi Akuntansi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 2(4) : 95.
- Masyuran, M dkk., 2020. Perancangan Alat Peraga Hukum *Hooke* Berbasis Mikrokontroler Arduino sebagai Media Pembelajaran Fisika. *Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 6(2): 7.
- Pangestu, A.D dkk., 2019. Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino NodeMCU ESP8266. *Jurnal Ampere*, 1(4): 190.
- Priantama, R. 2015. Efektivitas *WiFi* dalam Menunjang Proses Pendidikan Bagi Lembaga Perguruan Tinggi (Studi Kasus terhadap Mahasiswa Pengguna di

- Lingkungan Universitas Kuningan). *Jurnal Cloud Information*, 1(11): 22–28.
- Purwanto, H dkk., 2019. Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Jurnal SIMETRIS*, 2(10): 718.
- Puspasari, F dkk., 2019. Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 2(15): 37.
- Santoso, H. 2016. *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*. Malang : Elangsakti.
- Supriyatna., Roza, L. 2021. Analisa Keakuratan Sensor Inframerah dan *Stopwatch* pada Pabrik GLB dan GLBB. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(1): 69 – 78.
- Syam, R. 2013. *Dasar – Dasar Teknik Sensor*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Tangel, D dkk., 2016. Aplikasi *Spreadsheet* pada Perancangan Roda Gigi Lurus. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 2(5): 104.
- Togatorop, A. 2017. Rancang Bangun Alat Konstanta Pegas Menggunakan Arduino Uno dan Sensor HC-SR04. *Jurnal Informa Universitas Medan Area*, 2(5): 8.
- Yudha, P.S.F., Sani, R.A. 2017. Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *Jurnal Einstein*, 5(3): 20.
- Yusro, M., Diamah, A. 2019. *Sensor & Tranduser Teori dan Aplikasi*. Jakarta : Universitas Negeri Jakarta.