

**RANCANG BANGUN EKSPERIMEN ALAT UKUR LAJU BUNYI DI
UDARA DENGAN SENSOR ULTRASONIK MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ESP8266 DAN KOMPUTER**

SKRIPSI

Dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Bidang studi Fisika



Diajukan Oleh:

IVANDI PUTRA

08021181823089

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN EKSPERIMEN ALAT UKUR LAJU BUNYI DI
UDARA MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP8266 DAN KOMPUTER**

SKRIPSI

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

Oleh :

IVANDI PUTRA

NIM. 08021381823068

Indralaya, 12 Desember 2022

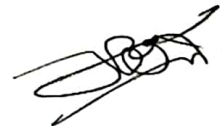
Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Akmal Johan, S.Si., M.Si
NIP.197312211999031003

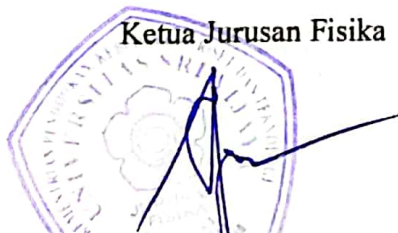
Dosen Pembimbing I



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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



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

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Ivandi Putra

NIM : 08021181823089

Judul TA : Rancang Bangun Eksperimen Alat Ukur Laju Bunyi di Udara dengan
Sensor Ultrasonik Menggunakan Mikrokontroler Esp8266 dan
Komputer

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 di kemudian 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, Maret 2023

Yang menyatakan



Ivandi Putra

NIM. 08021181823089

**RANCANG BANGUN EKSPERIMEN ALAT UKUR LAJU BUNYI DI UDARA
DENGAN SENSOR ULTRASONIK MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ESP8266 DAN KOMPUTER**

Oleh
IVANDI PUTRA
NIM. 08021181823089

ABSTRAK

Proses pembelajaran dalam dunia fisika memerlukan eksperimen untuk mendapatkan pemahaman yang baik tentang konsep-konsep di dalamnya. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan alat ukur laju bunyi di udara menggunakan sensor ultrasonik bertipe HC-SRF04 berbasis NodeMCU ESP8266 untuk memperoleh nilai laju bunyi dalam medium udara. Data yang diperoleh dikirim ke *spreadsheet* dan diolah. Alat diuji coba menggunakan variasi jarak yang berbeda dari jarak 10 cm sampai 55 cm dengan rentang 5 cm. Berdasarkan data, alat yang dibuat memiliki rata-rata akurasi sebesar 98,997 % , rata-rata presisi sebesar 99,05 % , dan rata-rata *error* sebesar 0,0571 % dengan laju bunyi yang diperoleh sebesar 340,028 m/s . Alat yang telah dirancang mampu mengirimkan data secara *wireless* menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan jarak maksimal pengiriman data sebesar 80 meter.

Kata Kunci: Laju Bunyi, Sensor Ultrasonik, NodeMCU Esp8266, WiFi.

Pembimbing II



Akmal Johan, S.Si., M.Si
NIP. 197312211999031003

Pembimbing I



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

**EXPERIMENT DESIGN OF SOUND RATE MEASURING IN THE AIR WITH
ULTRASONIC SENSOR USING
ESP8266 MICROCONTROLLER AND COMPUTER**

**By:
IVANDI PUTRA
NIM. 08021181823089**

ABSTRACT

The learning process in the world of physics requires experimentation to get a good understanding of the concepts in it. In this research, the design of an instrument for measuring the speed of sound in air uses an ultrasonic sensor type HC-SRF04 based on NodeMCU ESP8266 to obtain the value of the speed of sound in air medium. The data obtained is sent to a spreadsheet and processed. The tool was tested using different distance variations from a distance of 10 cm to 55 cm with a range of 5 cm. Based on the data, the tools made have an average accuracy of 98.997%, an average precision of 99.05%, and an average error of 0.0571% with a sound speed obtained of 340.028 m/s. The tool that has been designed is capable of transmitting data wirelessly using the NodeMCU ESP8266 with a maximum distance of 80 meters for sending data..

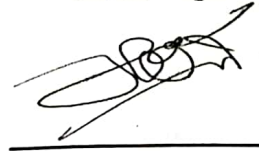
Keywords: Sound Rate Measuring, Ultrasonic Sensor, NodeMCU Esp8266, WiFi

Pembimbing II



Akmal Johan, S.Si., M.Si
NIP. 197312211999031003

Pembimbing I



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Lihatlah orang yang berada di bawah kalian, jangan melihat orang yang berada di atas kalian, karena hal ini lebih menjaga kalian untuk tidak meremehkan nikmat

Allah”

(HR. Turmudzi)

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

Saya dedikasikan skripsi Saya untuk:

“Saya sendiri yang telah berusaha dan bertahan sampai sejauh ini, Keluarga Saya yang selalu mendo’akan penulis agar dimudahkan dalam menuntut ilmu dan selalu memberikan motivasi agar penulis dapat menyelesaikan studinya.”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-NYA tugas akhir ini telah selesai dibuat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di bidang studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Adapun penelitian tugas akhir ini berjudul “Rancang Bangun Eksperimen Alat Ukur Laju Bunyi Di Udara dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Mikrokontroler Esp8266 dan Komputer” yang dilaksanakan di Laboratorium Elektronika jurusan Fisika.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dari semua pihak yang ingin memberikan saran baiknya demi perkembangan positif bagi penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pembuatan hasil tugas akhir ini:

1. Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah sabar membimbing dan memberikan saran kepada penulis sehingga terselesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Akmal Johan, S.Si., M.Si selaku pembimbing II dan pembimbing akademik yang telah sabar membimbing, mengarahkan dan memberikan saran kepada penulis agar lebih baik lagi sehingga terselesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Hadi, S.Si., M.T. selaku penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan yang membangun.
4. Bapak Dr. A. A Bama, M.Si selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun agar penulis lebih baik lagi.
5. Bapak Drs. Octavianus CS, M.T. yang sudah memotivasi dan banyak memberikan saran agar penulis dapat lebih baik lagi dan perhatian terhadap penulis.
6. Serta seluruh dosen Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat dan luar biasa bagi penulis.

7. Keluarga Asisten ELINKOMNUK yang telah memberikan pengetahuan baru khususnya di bidang Elektronika Instrumentasi dan Komputasi.
 8. Orang Tua saya yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan motivasi.
 9. Pajrial Ilham sebagai sahabat saya yang telah banyak membantu saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
 10. M. Tegar S A sebagai sahabat yang telah memberikan semangat serta saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ni
 11. Teman-teman sekaligus keluarga AMF18I dan ELINKOMNUK 18 yang banyak memeberikan warna baru berbagi pengalaman, dan saling membantu dalam kegiatan perkuliahan
- Semoga Allah dapat membalas semua kebaikan yang telah diberikan dan mempertemukan kembali di lain kesempatan Aamiin.

Indralaya, Desember 2022

Penulis

Ivandi Putra

NIM.08021181823089

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	1
HALAMAN PERSEMBAHAN	4
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI.....	7
BAB I.....	9
PENDAHULUAN	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Rumusan Masalah	12
1.3 Batasan Masalah	12
1.4 Tujuan Penelitian	12
1.5 Manfaat Penelitian	12
BAB II.....	14
TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Bunyi.....	14
2.2 Gelombang Bunyi	14
2.3 Laju Bunyi	15
2.4 Gelombang Ultrasonik	16
2.5 Sensor Ultrasonik.....	17
2.6 Sensor Ultrasonik HCSRFB-04.....	17
2.7 Gelombang Elektromagnetik	18
2.8 Modul NodeMCU ESP8266	19
2.9 Komputer	20
2.10 Wi-Fi.....	20
2.11 Arduino IDE.....	20
BAB III	22
METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.3 Tahapan Penelitian.....	22
3.4 Diagram Blok.....	23
3.5 Desain Mekanik	24

3.6 Desain Rangkaian	24
3.7 Perancangan Perangkat Lunak	25
BAB IV	26
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Perancangan Alat.....	26
4.1.1 Hasil Rancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	26
4.1.2 Hasil Rancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	27
4.2 Uji Jarak Komunikasi WiFi NodeMCU ESP8266.....	29
4.3 Laju Bunyi	30
BAB V	34
PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika dikenal sebagai salah satu dari tiga jenis ilmu alam yang penting untuk dipelajari, namun berbeda dari Kimia yang mempelajari struktur penyusun ataupun Biologi yang mempelajari makhluk hidup dan tempat tinggalnya. Fisika justru mempelajari tentang materi, gerak, dan perilakunya dalam ruang dan waktu, serta konsep terkait. Fisika merupakan ilmu eksperimental yang didasarkan pada eksperimen atau percobaan. Eksperimen yang dilaksanakan dan menjadi bagian dari ilmu Fisika, memiliki arah atau didasari oleh sebuah hukum yang telah ditetapkan secara internasional dan konsep fisika yang telah dinyatakan dan disetujui secara mendunia, terutama oleh fisikawan. Hukum dan konsep yang dipelajari di bangku sekolah, pernah melalui uji eksperimen atau penelitian yang dilaksanakan di laboratorium atau tempat penelitian, dan telah diuji kebenarannya melalui berbagai jenis penelitian lain. Mata kuliah Fisika merupakan rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk mendemonstrasikan dan mengembangkan konsep fisika yang dapat dipelajari secara acak melalui berbagai sumber, baik berupa buku, *website*, ataupun artikel ilmiah yang diterbitkan secara nasional dan internasional. Eksperimen tersebut dilaksanakan dengan harapan mahasiswa tak hanya berpengathuan secara abstrak, tetapi berpengalaman dalam menerapkan pengetahuan nyata dalam bentuk magang di laboratorium. Hal ini memaksa mahasiswa tidak hanya untuk mengingat sains tetapi juga untuk lebih memahami sains. Salah satu metode memerikan pengalaman langsung kepada pelajar adalah dengan pelaksanaan praktikum di laboratorium atau di tempat penelitian.

Praktikum merupakan sebuah kegiatan yang sangat akrab dengan ilmu alam, atau bisa disebut sebagai pembelajaran IPA, termasuk fisika. Hal ini dikarenakan, pembelajaran secara teori hanya memberikan sebuah gambaran di otak manusia, atau otak pelajar tanpa memberikan sebuah kejadian nyata yang dapat dilihat dan diamati secara langsung. Oleh karena itu, pembelajaran ilmu alam yang dipelajari tanpa praktikum dapat bersifat abu-abu dengan pemahaman yang

masih mengambang. Begitu pula dengan Mahasiswa, yang lebih membutuhkan kegiatan praktikum untuk memecahkan permasalahan yang ada, yang muncul hanya dari sebuah kebingungan atau pertanyaan terhadap suatu teori yang dipelajari, ataupun permasalahan yang justru berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Tak hanya hal itu, tetapi terdapat beberapa konsep fisika yang harus dipahami dengan sebuah praktikum atau eksperimen, seperti teori kecepatan suara (Putri dan Saehana, 2021). Materi fisika sangat banyak dan menyenangkan untuk dipelajari, salah satunya adalah bunyi yang dapat dipelajari dari kehidupan sehari-hari. Bunyi adalah gaya tekan mekanis atau berupa gelombang dengan jenis longitudinal, dan merambat melalui perantara atau dikenal sebagai medium, yang memiliki bentuk cair, gas, dan padat. Bunyi dihasilkan oleh getaran untuk menciptakan metode bunyi yang membuat bunyi terdengar oleh indera pendengaran manusia.

Kemajuan teknologi di bidang elektronika, pastinya telah memunculkan berbagai jenis perangkat elektronika dengan kecanggihan yang tinggi, dan dapat digunakan untuk pengembangan alat peraga. Arduino merupakan sebuah perangkat pengolah digital yang berkemampuan dalam mengontrol sebuah alat peraga yang dikembangkan. Diikuti oleh perangkat elektronik lainnya berupa perangkat sensor, *liquid crystal display* (LCD), transduser ataupun perangkat lain yang dapat berperan sebagai sistem *input/output* dalam pengembangan alat peraga dan teknologi. Pengembangan alat peraga yang dilaksanakan menggunakan perangkat elektronik yang menyajikan hasil pengukuran, tak lagi menggunakan cara manual. Akan tetapi, memiliki hasil yang disajikan dengan angka-angka digital. Bahkan, alat dan hasil tersebut sudah dapat dihubungkan dengan perangkat komputer yang berkemampuan untuk mempermudah dalam penyimpanan/pengolahan data seperti alat ukur laju bunyi. Dengan penemuan-penemuan alat peraga terbaru, pastinya alat peraga baru tersebut lebih canggih karena berakurasi lebih baik dan lebih akurat dibandingkan alat peraga manual (Boimau dkk., 2019).

Penelitian yang berkaitan dengan gelombang bunyi pernah dilakukan oleh Anita Putri dan Sahrul Saehana berjudul “Pengembangan Alat Praktikum Menggunakan Sensor Ultrasonik Dikombinasikan dengan Arduino Sebagai Media Bantu Praktikum Materi Gelombang”. Penelitian ini bertujuan untuk pemanfaatan

sensor ultrasonik untuk mengembangkan alat praktikum, dan dikombinasikan dengan arduino. Alat tersebut dibentuk untuk dimanfaatkan sebagai media atau alat bantu praktikum mengenai materi gelombang. Melalui penelitian ini, ditemukan bahwa alat tersebut memiliki keunggulan karena alat yang bersifat mudah dipindahtempatkan karena berukuran kecil, dengan hasil yang lebih akurat, efektif, dan efisien (Putri dan Saehana, 2021).

Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Widi Arief, Ishafit, dan Fatma yang berjudul “Mengukur Laju Bunyi Di Udara Menggunakan *Sound Card Stereo* Dengan Metode *Time Of Flight*”. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur laju bunyi yang terdapat di udara, yang dilaksanakan dengan menggunakan alat berupa sound card stereo. Pelaksanaan penelitian ini didasari oleh pemanfaatan metode *Time of Flight* (ToF). Metode penelitian ini menggunakan perbedaan waktu yang diterima oleh berbagai mikrofon. Kelebihannya adalah hasil pengukuran yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan nilai laju di udara yang memiliki suhu standar ruangan yang telah dilakukan sebelumnya. Metode yang telah dilaksanakan pada penelitian ini, dilaporkan bahwa metode tersebut telah terbukti memiliki kemampuan dalam mengukur laju bunyi di udara dengan hasil yang akurat dan efektif walaupun penggunaannya bersifat mudah untuk dilakukan (Sandria dkk., 2020).

Pengukuran laju bunyi di udara juga pernah dilakukan oleh Zulfikar, Cecep E Rustana, dan Widyaningrum Indrasari berjudul “Pengembangan Alat Pengukur Laju Bunyi Menggunakan Sensor Ultrasonik Sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA”. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu alat percobaan untuk mengukur laju bunyi menggunakan sensor ultrasonik yang terdapat di udara. Penelitian yang memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler arduino, menghasilkan data berupa sensor ultrasonik dengan penghalang dan selang waktu dari gelombang ultrasonik yang dipancarkan hingga dengan gelombang yang diterima oleh sensor ultrasonik. Kelebihannya adalah penelitian ini menghasilkan pengukuran laju bunyi: presentase error sebesar 342,9986038m/s:0,004294504% (Zulfikar dkk., 2020).

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengukur nilai laju bunyi di udara dengan memanfaatkan sensor ultrasonik. Pengukuran laju di udara ini

dilaksanakan di dalam laboratorium berbasis komputer dengan Alat yang terdiri dari NodeMCU esp 8266, sensor ultrasonik, LCD, dan laptop/komputer. Hal yang menarik dari penelitian ini adalah penggunaan alat yang sederhana, mudah ditemukan, mudah digunakan, dan cukup terjangkau. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat dan sesuai dengan teori yang berlaku dalam penelitian ini digunakan alat elektronik berbasis mikrokontroler esp8266 untuk mendapatkan nilai laju bunyi di udara. Berkat itu pengukuran dapat dilakukan secara otomatis dan hasil yang lebih baik dapat diperoleh dengan akurasi tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengukur laju bunyi di udara menggunakan sensor ultrasonik berbasis esp8266?
2. Bagaimana menampilkan data pengukuran praktikum laju bunyi di udara pada *spreadsheet*?

1.3 Batasan Masalah

1. Menggunakan NodeMCU esp8266, LCD I2C 16x2, dan sensor HC SRF04 untuk merancang mikrokontroler eksperimen laju bunyi.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HCSRFB-04 untuk mengetahui nilai waktu pantulan gelombang ultrasonik pada jarak tertentu.
3. Fokus dari penelitian ini adalah memperoleh hasil pengukuran waktu (t), jarak (s), dan nilai laju bunyi (v).

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang instrumen laju bunyi *hardware* dan *software* untuk mengukur waktu pantulan gelombang pada jarak tertentu yang kemudian waktu yang diperoleh digunakan untuk memperoleh nilai laju bunyi berbasis mikrokontroler esp8266.
2. Melakukan perhitungan nilai laju bunyi di udara dan membandingkannya dengan nilai tetapan laju bunyi di udara.
3. Pengujian karakteristik instrumentasi laju bunyi di udara.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Instrumen laju bunyi yang sudah dirancang dapat digunakan sebagai media

praktikum fisika dasar untuk para pelajar.

2. Dapat dijadikan inovasi bagi pembaca dalam pembuatan alat ukur praktikum laju bunyi yang berbasis mikrokontroler.
3. Pembaca dapat mengetahui cara kerja dari instrumen laju bunyi di udara.
4. Dapat membantu pelajar untuk dapat memahami ilmu bunyi dan gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arasada, B., & Suprianto, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 137–145.
- Astuti, I. A. D. (2016). Pengembangan Alat Eksperimen Laju Bunyi Dalam Medium Udara Dengan Menggunakan Metode Time of Flight (Tof) Dan Berbantuan Software Audacity. *Unnes Physics Education Journal*, 5(3), 18–24.
- Boimau, I., Irmawanto, R., & Taneo, M. F. (2019). Rancang Bangun Alat Ukur Laju Bunyi Di Udara Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino. *Jurnal Cyclotron*, 2(2), 1–7.
- Dewi, L. H. N., Rohmah, F. mimin, & Zahara, D. (2019). Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot). *Jurnal Teknik Informatika*, 3.
- Endra, R. Y., Cucus, A., Afandi, F. N., & Syahputra, M. B. (2019). Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya. *Jurnal Sistem informasi dan telematika*, 10(1).
<https://doi.org/10.36448/jsit.v10i1.1212>
- Karim, R., Sumendap, S. S., & Koagouw, F. V. I. . (2016). Pentingnya Penggunaan Jaringan Wi-Fi dalam Memenuhi Kebutuhan Informasi Pemustaka pada Kantor Perpustakaan dan Kearsipan Daerah Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal "Acta Diurna,"* 5(2), 2.
- Kustaman, R. (2017). BUNYI DAN MANUSIA. *Jurnal ProTVF*, 1(2), 117–124.
- Putri, A., & Saehana, S. (2021). Pengembangan Alat Praktikum Menggunakan Sensor Ultrasonik Dikombinasikan Dengan Arduino Sebagai Media Bantu Praktikum Materi Gelombang. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 8(1), 1–13.
- Sandria, W. A., Ishafit, & Hamid, F. (2020). Mengukur laju bunyi di udara menggunakan sound card stereo dengan metode time of flight. *Jurnal Ilmiah Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya*, 11(2), 40–44.
- Subani, M., Ramadhan, I., Syah Putra, A., & Al Muslim, A. (2021).

Perkembangan Internet of Think (IOT) dan Instalasi Komputer Terhadap Perkembangan Kota Pintar di Ibukota DKI Jakarta. *Jurnal Komputer dan Informatika*, 5, 88–93.

Timor, A. R., Andre, H., & Hazmi, A. (2016). Analisis Gelombang Elektromagnetik dan Seismik yang Ditimbulkan oleh Gejala Gempa. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(3), 315.

Zulfikar, Rustana, C. E., & Indrasari, W. (2020). Pengembangan Alat Pengukur Laju Bunyi Menggunakan Sensor Ultrasonik Sebagai media Pembelajaran Fisika Sma. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2020*, 9(1), 1–6.