

**SKRIPSI**  
**RANCANG BANGUN DETEKTOR CH<sub>4</sub> DI UDARA**  
**BERBASIS IOT MIKROKONTROLLER ESP 32**

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains  
Ilmu Fisika pada Universitas Sriwijaya*



Oleh :

**SHAFIYAH FABIATY**

**NIM. 08021182025008**

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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN DETEKTOR CH<sub>4</sub> DI UDARA  
BERBASIS IOT MIKROKONTROLLER ESP 32**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
di Jurusan Fisika pada Fakultas MIPA

Oleh :

SHAFIYAH FABIATY

NIM. 08021182025008

Indralaya, 30 Oktober 2024

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika**



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

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Khairul Saleh', written over a faint grid background.

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

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

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

Nama : Shafiyah Fabiaty

NIM : 08021182025008

Judul TA : Rancang Bangun Detektor CH<sub>4</sub> di Udara Berbasis IOT Mikrokontroler ESP 32

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, 30 Oktober 2024

Yang menyatakan



Shafiyah Fabiaty

NIM. 08021182025008

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga laporan skripsi ini dapat disusun sebagai bagian dari persyaratan kurikulum di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Skripsi ini yang berjudul "**Rancang Bangun Detektor CH<sub>4</sub> berbasis IOT Mikrokontroler ESP-32**" telah berhasil diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif. Selain itu, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

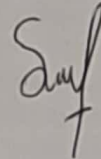
1. Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan ilmu, bimbingan serta masukan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Akhmad Aminuddin Bama, M.Si dan Bapak Hadi, S.Si., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Azhar K. Affandi, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan masukan selama perkuliahan.
5. Seluruh bapak dan ibu dosen beserta staff yang memberikan bantuan baik berupa masukan selama penyusunan tugas akhir maupun proses administrasi kepada penulis.
6. Bapak Rio Ananda F, Bapak Muhammad Fadhli, Kak Victor, Kak Bimo, Kak Dimas, Kak Syafiq, Kak Andrea, serta rekan tim Layanan TI PT, Pupuk Sriwidjaja Palembang yang telah membantu dalam proses pengambilan data dan memberi masukan terkait tugas akhir ini.

7. Keluarga Tercinta, Papa, Mama, Kak Ferdy, Kak Leo, Ayuk Reina, Ayuk Dea, Hani dan Kevin yang selalu memberi dukungan serta semangat kepada penulis hingga penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga semua kebaikan seluruh pihak yang telah membantu serta mendoakan penulis dibalas oleh Allah SWT. Demikian, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia serta akhirat penulis, pembaca, dan rekan-rekan mahasiswa khususnya bagi mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan pihak yang membutuhkan untuk wawasan dan ilmu pengetahuan.

Indralaya, 30 Oktober 2024

Penulis



**Shafiyah Fabiaty**

**NIM. 08021182025008**

# **DESIGN AND BUILD CONSTRUCTION OF A CH<sub>4</sub> DETECTOR IN AIR BASED ON IOT ESP 32 MICROCONTROLLER**

**By:**

**SHAFIYAH FABIATY**

**NIM. 08021182025008**

## ***ABSTRACT***

Methane gas is one of the main contributors to global warming and is difficult to detect directly because it is colorless, identification often relies on a distinctive odor, and exposure to high concentrations can be dangerous to health. Therefore, in this research, the design of a methane gas (CH<sub>4</sub>) detection device was developed. based on IoT ESP 32 which includes hardware and software to measure methane gas levels in the air and verify the level of accuracy and precision. The detector designed using the MQ-04 sensor and IoT-based ESP32 microcontroller was successfully connected to the internet, enabling real-time monitoring of methane gas levels via the Blynk application. The test results show that this tool has an average accuracy of 99.194% and an average precision of 97.299%, with average error values of 2.0800%, 0.3235% and 0.0117% respectively. The methane gas detection tool developed has proven to be effective in measuring methane gas levels with high accuracy and precision and can display data automatically real-time, supports monitoring and overcoming health risks related to methane gas.

**Keywords:** MQ-04 Sensor, ESP 32 DEVKIT V1, Internet of Things (IoT),

Blynk, Methane Gas Detector

# RANCANG BANGUN DETEKTOR CH<sub>4</sub> DI UDARA BERBASIS IOT MIKROKONTROLLER ESP 32

Oleh:

**SHAFIYAH FABIATY**

**NIM. 08021182025008**

## ABSTRAK

Gas metana adalah salah satu penyumbang utama pemanasan global yang sulit dideteksi langsung karena tidak berwarna, identifikasinya sering bergantung pada bau khas, dan paparan konsentrasi tinggi dapat membahayakan kesehatan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengembangan rancang bangun alat deteksi gas metana (CH<sub>4</sub>) berbasis IoT ESP 32 yang mencakup perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengukur kadar gas metana di udara serta memverifikasi tingkat akurasi dan presisinya. Detektor yang dirancang menggunakan sensor MQ-04 dan mikrokontroler ESP32 berbasis IoT berhasil terhubung dengan internet, memungkinkan pemantauan kadar gas metana secara *real-time* melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki akurasi rata-rata sebesar 99,194% dan presisi rata-rata 97,299%, dengan nilai *error* rata-rata masing-masing 2,0800%, 0,3235%, dan 0,0117%. Alat deteksi gas metana yang dikembangkan terbukti efektif dalam mengukur kadar gas metana dengan akurasi dan presisi yang tinggi serta dapat menampilkan data secara *real-time*, mendukung pemantauan dan penanggulangan risiko kesehatan terkait gas metana.

**Kata Kunci:** Sensor MQ-04, ESP 32 DEVKIT V1, *Internet of Things* (IoT), Blynk, Detektor Gas Metana

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Metana.....	4
2.2 Sensor.....	4
2.2.1 Sifat Sensor .....	5
2.2.2 Karakteristik Sensor .....	6
2.2.3 Elemen Sensor.....	7
2.3 Sensor Gas Metana MQ-04.....	8
2.4 Mikrokontroler.....	8
2.5 DOIT ESP32 DEVKIT V1 .....	9
2.6 <i>Internet of Things</i> (IOT).....	10
2.7 Arduino IDE.....	10
2.8 Aplikasi <i>Blynk</i> .....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Alur Penelitian .....	14



3.3.1	Algoritma .....	14
3.3.2	Flowchart.....	15
3.4	Perancangan Alat Detektor CH <sub>4</sub> .....	16
3.4.1	Perancangan Perangkat Hardware.....	16
3.4.2	Perancangan Perangkat Lunak .....	17
3.5	Pengolahan Data Hasil Penelitian .....	19
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>23</b>
4.1	Hasil Perancangan Alat Detektor CH <sub>4</sub> .....	23
4.1.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) Detektor CH <sub>4</sub> .....	23
4.1.2	Hasil Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) Detektor CH <sub>4</sub> .....	26
4.2	Pengkalibrasian Sensor MQ-04 .....	30
4.3	Pengujian Karakteristik Alat .....	32
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>38</b>
5.1	Kesimpulan .....	38
5.2	Saran .....	38
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>39</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Diagram blok sistem pengukuran .....	5
<b>Gambar 2. 2</b>	Sensor aktif dan sensor pasif (Yusro dan Diamah, 2019).....	6
<b>Gambar 2. 3</b>	Input dan Output sistem Pengukuran.....	7
<b>Gambar 2. 4</b>	Sensor MQ-04 (Diantoro dkk., 2020).....	8
<b>Gambar 2. 5</b>	Konfigurasi pin-pin ESP 32 (Prafanto dkk., 2021).....	10
<b>Gambar 2. 6</b>	Tampilan software Arduino IDE (Gunawan & Ahmadi, 2021). .....	11
<b>Gambar 2. 7</b>	Sistem Komunikasi pada Aplikasi Blynk (Syukhron dkk., 2021) .....	12
<b>Gambar 3. 1</b>	Diagram Alir Penelitian .....	15
<b>Gambar 3. 2</b>	Blok Diagram Perangkat Hardware.....	16
<b>Gambar 3. 3</b>	Desain Rangkaian Alat Monitoring Gas Metana.....	16
<b>Gambar 3. 4</b>	Rangkaian Mikrokontroler .....	17
<b>Gambar 3. 5</b>	Diagram alir perancangan perangkat software .....	19
<b>Gambar 4. 1</b>	(a) Hasil perancangan alat detektor gas metana CH <sub>4</sub> tampak depan. (b) Hasil perancangan alat detektor gas metana CH <sub>4</sub> tampak atas.....	25
<b>Gambar 4. 2</b>	Membuat Template Blynk .....	27
<b>Gambar 4. 3</b>	Membuat Datastreams .....	27
<b>Gambar 4. 4</b>	Menambahkan fitur pada Web Dashboard .....	28
<b>Gambar 4. 5</b>	Tampilan Program Code Perangkat Lunak Arduino IDE.....	29
<b>Gambar 4. 6</b>	Grafik Kalibrasi Sensor MQ-04 .....	31
<b>Gambar 4. 7</b>	Grafik Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-04 .....	32
<b>Gambar 4. 8</b>	Grafik Kadar Gas Metana Sensor MQ-04 terhadap Kadar Gas Metana Mestek CGD02B.....	37

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1</b> Konfigurasi Warna Kabel Sensor MQ-04 ke ESP32 DEVKIT V1.....	25
<b>Tabel 4. 2</b> Konfigurasi Pin LCD I2C 16x2 ke ESP 32 DEVKIT V1 .....	26
<b>Tabel 4. 3</b> Pengujian Nilai ADC Sensor MQ-04 Terhadap Nilai Kadar Gas Metana Alat Pembanding.....	30
<b>Tabel 4. 4</b> Pengujian Karakteristik Alat Detektor Gas CH <sub>4</sub> .....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Listing Arduino.....	49
<b>Lampiran 2</b> Rangkaian Alat Secara Keseluruhan .....	53
<b>Lampiran 3</b> Proses Kalibrasi pada Alat.....	56
<b>Lampiran 4</b> Proses Pengambilan data .....	57
<b>Lampiran 5</b> Tabel Hasil ekstrak Data Aplikasi Blynk .....	58
<b>Lampiran 6</b> Data sheet Mikrokontroler ESP 32 Devkit V1 .....	59
<b>Lampiran 7</b> Data Sheet LCD I2C 16x2.....	64
<b>Lampiran 8</b> Data sheet Sensor MQ-04.....	67

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pemanasan global merupakan tantangan lingkungan yang serius di era modern ini, yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer. Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) adalah salah satu gas utama yang berkontribusi terhadap pemanasan global, meskipun memiliki waktu paruh yang lebih pendek daripada karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Setelah terjadinya revolusi industri, konsentrasi dari gas rumah kaca ini mengalami peningkatan secara signifikan. Emisi GRK ini dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil dan lahan pertanian. Terhitung sebesar 20% dari total GRK dunia, lahan pertanian ini menyumbang emisinya pada GRK (Azmi dan Arif, 2018).

Beberapa golongan gas GRK yaitu  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Panas radiasi matahari ini akan di serap dan di teruskan dan radiasi gelombang panjang di pantulkan kembali yang berasal dari permukaan bumi, sehingga terjadi pemanasan dua kali pada bumi. Efektifitas dalam penangkapan panas pada  $\text{CH}_4$  sekitar 25 kali lebih besar daripada  $\text{CO}_2$ . Tetapi untuk konsentrasi yang dimiliki  $\text{CH}_4$  lebih kecil dibandingkan  $\text{CO}_2$ . Setiap tahunnya laju pertumbuhan  $\text{CH}_4$  ini mengalami peningkatan sebesar 0,8%. Apabila dibiarkan secara terus-menerus maka akan berakibat untuk masa depan efek dari rumah kaca ini (Supriatin, 2001). Gas metana itu tidak dapat dilihat secara langsung, karena tidak berwarna, maka dari itu dapat diidentifikasi melalui indra penciuman karena ada ciri khas dari baunya. Apabila gas metana ini terhirup dalam konsentrasi yang tinggi maka akan berdampak pada kesehatan (Widodo dkk., 2017).

PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang, sebagai perusahaan besar dalam sektor pupuk, memiliki potensi untuk menghasilkan emisi  $\text{CH}_4$  yang signifikan dari berbagai proses produksinya. Pemantauan emisi gas  $\text{CH}_4$  di sekitar pabrik menjadi semakin penting untuk mengukur dampak lingkungan dari kegiatan industri dan untuk mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan guna mengurangi emisi tersebut. Saat ini, teknologi sensor gas semakin berkembang pesat dan dapat digunakan untuk mendeteksi konsentrasi  $\text{CH}_4$  di udara secara akurat dan efisien.

Selain itu, dengan kemajuan dalam bidang *Internet of Things* (IoT), pemantauan konsentrasi gas dapat dilakukan secara *real-time* dan jarak jauh, memungkinkan respons yang cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan. Dengan demikian, pengembangan detektor CH<sub>4</sub> yang sensitif dan efektif, yang terintegrasi dengan sistem IoT untuk pemantauan jarak jauh, akan menjadi langkah yang signifikan dalam upaya mitigasi emisi gas rumah kaca. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun solusi teknologi yang inovatif untuk mendeteksi dan memonitor konsentrasi CH<sub>4</sub> di udara lingkungan sekitar PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang, dengan harapan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam upaya perlindungan lingkungan dan pengelolaan keberlanjutan industri.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana metode rancang bangun detektor CH<sub>4</sub> berbasis IoT mikrokontroler ESP32 yang efektif untuk digunakan di udara ?
2. Bagaimana cara mengintegrasikan detektor CH<sub>4</sub> dengan sistem *Internet of Things* (IoT) berbasis mikrokontroler ESP 32 untuk pemantauan jarak jauh?
3. Bagaimana efektivitas detektor CH<sub>4</sub> dalam mendeteksi dan memonitor konsentrasi CH<sub>4</sub> di udara ?

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Fokus pada rancang bangun detektor CH<sub>4</sub> menggunakan teknologi sensor gas.
2. Implementasi detektor CH<sub>4</sub> dalam skala lingkungan layanan TI PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.
3. Integrasi detektor dengan *platform* IoT mikrokontroler ESP 32 untuk pemantauan jarak jauh.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Merancang alat deteksi gas CH<sub>4</sub> *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak) untuk mengukur kadar gas metana yang terpapar di udara.

2. Menguji karakteristik dari alat deteksi gas CH<sub>4</sub> yang dirancang dan membuktikan nilai kadar yang didapatkan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Mempermudah pengambilan data gas CH<sub>4</sub> yang terpapar di udara karena menggunakan IoT mikrokontroler ESP32 yang bisa menampilkan data secara otomatisasi.
2. Dapat dijadikan sebagai pembaruan dalam pengembangan instrumentasi detektor gas CH<sub>4</sub> berbasis iot mikrokontroler ESP32.
3. Menyumbangkan kepada penelitian dan pengembangan teknologi deteksi gas yang ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, J., Zulita, L. N., dan Hermawansyah. 2016. *Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560*. Jurnal Media Infotama 12(1):91.
- Arrahma, S.A., dan Mukhaiyar, R. 2023. *Pengujian ESP32-Cam Berbasis Mikrokontroler ESP32*. Jurnal Teknik Elektro Indonesia 4(1):61-62.
- Azmi, K., dan Arid, C., 2017. *Analisis Sensitivitas Emisi Gas Metana (CH<sub>4</sub>) Pada Sawah dengan Metode Korelasi Spearman's Rank*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan 03(02):97.
- Diantoro, K., Rahmadewi, R., dan Ibrahim. 2020. *Implementasi Sensor MQ 4 dan Sensor DHT 22 pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT (SIKOMPI)*. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro 14(3):87.
- Endra, R. Y., dkk. 2019. *Implementasi Sistem Kontrol Berbasis Web Pada Smart Room dengan Menggunakan Konsep Internet of Things*. Jurnal Sistem Informasi dan Telematika 10(2):100.
- Gunawan, I., & Ahmadi, H. (2021). *Sistem Monitoring Dan Pengkabutan Otomatis Berbasis Internet Of Things (Iot) Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Nodemcu Dan Blynk*. Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi, 4(1), 79-86.
- Harpad. B., Salmon., dan Saputra, R.M. 2022. *Sistem Monitoring Kualitas Udara di Kawasan Industri dengan Nodemcu ESP32 Berbasis IOT*. Jurnal Informatika 12(2):42.
- Karim, R., Sumendap, S,S., dan Koagpuw, F, V. I., 2016. *Pentingnya Penggunaan Jaringan WiFi Dalam Memenuhi Kebutuhan Informasi Pemustaka*. E-Journal''Acta Diurna''5(2):1-2.
- Kastanja, A. J., Laisina, L. H., & Pelamonia, C. E. O. (2022). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus dan Tegangan Listrik pada Instalasi Rumah Tinggal Berbasis Mikrokontroler*. JURNAL SIMETRIK, 12(2), 606-612.



- Lestari, A., dan Candra, O., 2021. *Sistem Otomasi Pensortiran Barang Berbasis Arduino Uno*. Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional 7(1):32.
- Mahendra, G., Sukardi., 2021. *Rancang Bangun Kontrol Pintu Air Dan Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things ( IoT)*. Jurnal Teknik Elektro Indonesia 2(1):101.
- Novantri, S.O., dan Oktwawati, U.Y., 2022. *Rancang Bangun Pemantauan Kadar Gas Metana pada Pengolahan Sampah Organik Berbasis IoT Menggunakan Microcontroller ESP 32*. Jurnal Listrik, Instrumental, dan Elektronika Terapan 3(2):50.
- Prafanto, A., Budiman, E., Widagdo, P. P., Putra, M. G., & Wardhana, R. (2021). *Pendeteksi Kehadiran Menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis*. Jurnal Teknologi Terapan, 7(1), 37-43.
- Riyanto. (2014). *VALIDASI & VERIFIKASI METODE UJI Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi (1st ed.)*. deepublish.
- Sanaris, A., Suharjo, I., 2020. *Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IoT)*. Jurnal of Information System and Artificial Intelligence 1(1):19.
- Santoso, H., 2016. *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula*. Malang : ElangSakti.
- Santoso, S. P., dan Wijayanto, F. 2022. *Rancang Bangun Akses Pintu dengan Sensor Suhu dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino*. Jurnal Elektro 10(1):21.
- Sitorus, B. P., dan Tahyudin, A.2018. *Rancang Bnagun Alat Memberi Pakan Ikan Lele Otomatis Berbasis Arduino Uno*. Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S 14(1):2-3.
- Syam, R., 2013. *Dasar- Dasar Teknik Sensor*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Supriatin, L.S., 2001. *Pemanfaatan Gas Metan Sebagai Sumber Energi*. Berita Dirgantara 2(1):32.
- Supriyatna, dan Roza., 2021. *Analisis Keakuratan Sensor Inframerah Dan Stopwatch Pada Praktikum GLB dan GLBB*. Jurnal Inovasi Penelitian 2(1):69-78.

- Syukhron, I., Rahmadewi, R., dan Ibrahim. 2021. *Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT*. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro 15(1):3-4.
- Wibawa, I. N. G. P., Supardi, I. W., dan Adnyana, I. G. A. P. 2016. *Perancangan Alat Ukur Gas Hidrokarbon (HC) dengan Menggunakan Sensor MQ-4 Berbasis Mikrokontroler AT89S52*. Buletin Fisika 17(1):8-9.
- Widodo, S., dkk. 2017. *Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO, CO<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub> di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Pseudocode IV(2):109.
- Yusro, M., dan Diamah, A., 2019. *Sensor dan Transduser Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.