

Perbandingan Sensor JSN SR04T, Sensor US100 dan HC SR04 dalam Pengukuran Jarak berbasis IoT

Salahuddin¹, Zamzami², Sayed Munazzar³, Yassir⁴, Taufik⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹salahuddin.mt@pnl.ac.id

Abstrak— Penelitian ini membandingkan kinerja tiga sensor ultrasonik, yakni HC-SR04, JSN-SR04T, dan US100 untuk pengukuran jarak berbasis IoT. Data eksperimen diambil pada rentang 5–85 cm. Parameter evaluasi meliputi rata-rata pembacaan, error (%), dan stabilitas terhadap variasi jarak. Hasil menunjukkan HC-SR04 paling akurat pada jarak dekat (error rata-rata $\approx 0,13\%$), JSN-SR04T stabil pada jarak menengah–jauh (error rata-rata $\approx 0,35\%$), sedangkan US100 memiliki error rata-rata $\approx 0,49\%$ namun tetap memadai untuk aplikasi IoT toleran deviasi.

Kata kunci— Sensor Ultrasonik, IoT, HC-SR04, JSN-SR04T, US100, Time-of-Flight

Abstract— This study compares the performance of three ultrasonic sensors, namely the HC-SR04, JSN-SR04T, and US100 for IoT-based distance measurement. Experimental data were collected at a range of 5–85 cm. Evaluation parameters included average reading, error (%), and stability over distance variations. The results showed that the HC-SR04 was most accurate at short distances (average error $\approx 0.13\%$), the JSN-SR04T was stable at medium–long distances (average error $\approx 0.35\%$), while the US100 had an average error of $\approx 0.49\%$ but was still adequate for deviation-tolerant IoT applications.

Keywords— Ultrasonic Sensor, IoT, HC-SR04, JSN-SR04T, US100, Time-of-Flight

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang besar dalam berbagai sektor, mulai dari industri manufaktur, pertanian, transportasi, hingga sistem cerdas dalam kehidupan sehari-hari. IoT menjadi tulang punggung utama dalam implementasi industri 4.0, di mana perangkat fisik mampu berkomunikasi, mengumpulkan data, dan melakukan aksi secara otomatis melalui jaringan internet. Oleh karena itu, penguasaan konsep dan praktik IoT menjadi kompetensi wajib bagi lulusan program studi teknik, khususnya mekatronika yang menggabungkan elemen mekanik, elektronik, dan pemrograman [1].

HC-SR04, JSN-SR04T, dan US-100 adalah sensor ultrasonik 40 kHz yang mengukur jarak dengan prinsip time-of-flight: modul memancarkan pulsa, menunggu gema, lalu mengonversi lebar pulsa ECHO menjadi jarak; hasil dipengaruhi suhu karena kecepatan suara berubah. HC-SR04 paling umum untuk indoor, bekerja di 5 V dengan antarmuka TRIG/ECHO, jarak efektif sekitar 2–400 cm dan sudut sempit, tetapi ECHO 5 V sehingga pada mikrokontroler 3,3 V perlu level shifter. JSN-SR04T unggul karena transduser tahan air dan kabel terpisah, cocok lingkungan lembap atau pengukuran ketinggian air; jangkauannya lebih jauh namun memiliki zona buta lebih besar ($\sim 20\text{--}25$ cm) dan bisa dibaca lewat pulsa maupun UART sederhana. US-100 fleksibel karena mendukung 3–5 V, dapat bekerja layaknya HC-SR04 atau lewat UART 9600 bps yang sekaligus menyediakan pembacaan suhu untuk kompensasi otomatis. Pada praktik, berikan jeda antarpemicuan minimal puluhan milidetik agar gema tidak saling mengganggu, arahkan sensor tegak lurus ke target, hindari permukaan yang menyerap suara, dan gunakan kompensasi suhu bila membutuhkan akurasi lebih, berikut adalah Alat Praktikum yang digunakan untuk pengukuran Jarak berbasis IoT



Gambar 1.1. Alat Praktikum IoT yang digunakan untuk Mengukur Sensor Jarak

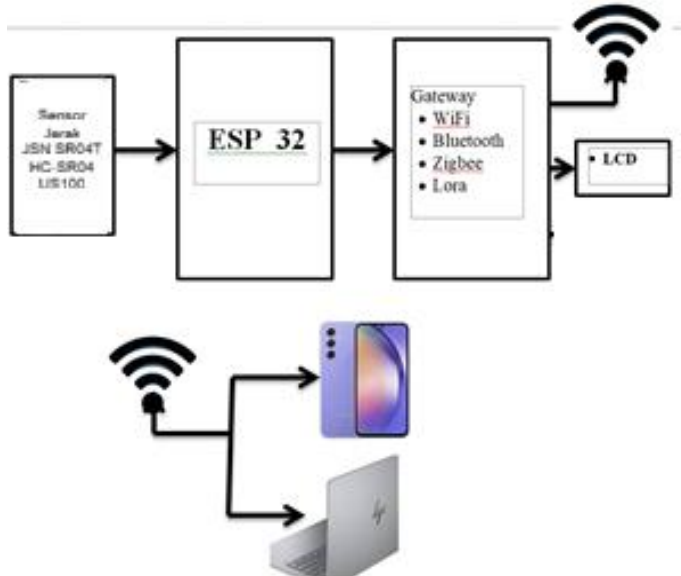
Sensor ultrasonik banyak digunakan dalam robotika, otomasi, dan sistem IoT karena biaya rendah dan kemudahan integrasi. Namun, akurasi dipengaruhi bentuk permukaan target, jarak, dan kondisi lingkungan. Kajian terkini menyoroti kebutuhan kalibrasi dan pemrosesan sinyal untuk meningkatkan akurasi pengukuran jarak [2], [12]. Berbagai studi eksperimental telah mengevaluasi karakteristik statik HC-SR04—termasuk linearitas dan sensitivitas—sebagai dasar untuk perancangan sistem instrumentasi [3]. Selain itu, pendekatan berbasis karakteristik atenuasi frekuensi di udara dan teknik estimasi ToF alternatif juga dilaporkan dapat meningkatkan resolusi jarak [4]. Pada konteks aplikasi praktis, akurasi sensor murah seperti HC-SR04 bervariasi terhadap bentuk objek dan media [8], dan dapat ditingkatkan melalui optimisasi dan kalibrasi [6], [9].



Gambar I.2. Gambar Sensor JSN SR04T, HC-SR04 dan US100

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode eksperimen diterapkan untuk membandingkan kinerja HC-SR04 (jarak 5–30 cm), JSN-SR04T (30–85 cm), dan US100 (30–85 cm). Setiap sensor dihubungkan ke mikrokontroler berbasis IoT (mis. ESP32) dalam konfigurasi tegak lurus terhadap target bidang datar. Kalibrasi awal mengikuti praktik umum pengukuran ultrasonik dan karakterisasi statik [3], [7], [11]. Pengambilan data dilakukan berulang (HC-SR04 empat kali per titik) guna menilai repeatability dan menghitung rata-rata serta error (%). Pertimbangan faktor lingkungan—seperti temperatur dan kelembapan—mengacu pada literatur yang menunjukkan pengaruhnya pada propagasi gelombang ultrasonik [8], [12].

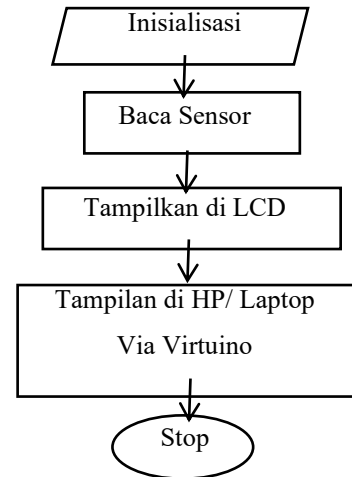
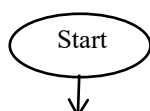


Gambar II.1. Blok Diagram Pengukuran Sensor Jarak

Analisis data mencakup:

- (1) perhitungan error (%) terhadap jarak sebenarnya per titik;
- (2) evaluasi error rata-rata, minimum, maksimum;
- (3) pemetaan tren error terhadap jarak; dan
- (4) analisis komparatif antar sensor.

Pendekatan ini sejalan dengan studi perbandingan sensor ultrasonik dan metode peningkatan akurasi berbasis pemodelan/pemrosesan [2], [5], [6], [10].

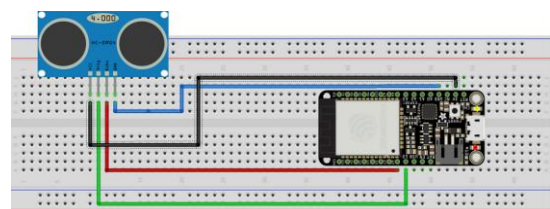


Gambar II.2. Flowchart Sistem Pengukuran Berbasis IoT

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

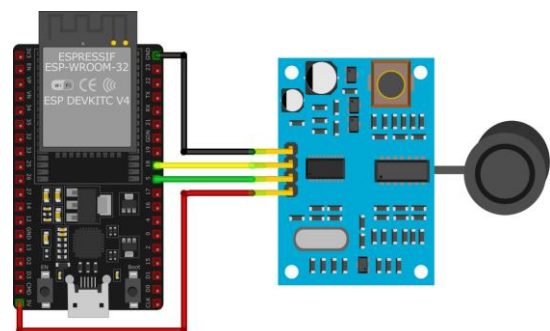
- a) HC-SR04 — Pada rentang 5–30 cm, error rata-rata ~0,13% dengan sebaran <0,5% di seluruh titik. Nilai 25 cm menunjukkan error 0,00% (rata-rata = 25,00 cm), menegaskan kecocokan untuk jarak dekat. Studi terdahulu juga melaporkan performa baik HC-SR04 pada rentang pendek setelah kalibrasi.

Pada gambar III.1 dibawah ini merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur Jarak benda yang di ukur dengan Sensor HC-SR04



Gambar III.1. Perancangan Sensor HC-SR04

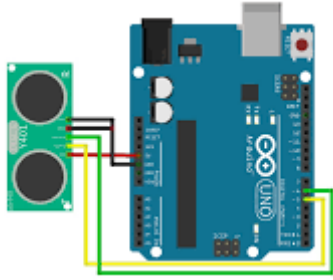
- b) JSN-SR04T — Pada 30–85 cm, error rata-rata ~0,35% dengan puncak sekitar 0,95% pada 55 cm dan minimum 0,12% pada 85 cm. Literatur menunjukkan JSN-SR04T unggul untuk lingkungan lembab/terbuka karena probe tahan-air dan pola pancar yang fokus



Gambar III.2. Perancangan Sensor JSN-SR04T

- c) US100 — Error rata-rata ~0,49% dengan variasi lebih tinggi pada beberapa titik (maksimum 1,56% pada 45 cm). Kelebihan antarmuka UART mempermudah integrasi dan

pembacaan langsung jarak, sehingga tetap relevan untuk aplikasi IoT yang toleran deviasi kecil [2], [5].



Gambar III.3. Perancangan Sensor Ultrasonic US100

Analisis komparatif — HC-SR04 paling akurat pada jarak dekat; JSN-SR04T stabil pada menengah–jauh dan cocok untuk kondisi basah; US100 kompetitif dengan manfaat integrasi UART. Hasil ini konsisten dengan kecenderungan pada literatur pemodelan/pengolahan sinyal untuk meningkatkan akurasi sensor ultrasonik biaya rendah [2], [5], [11].

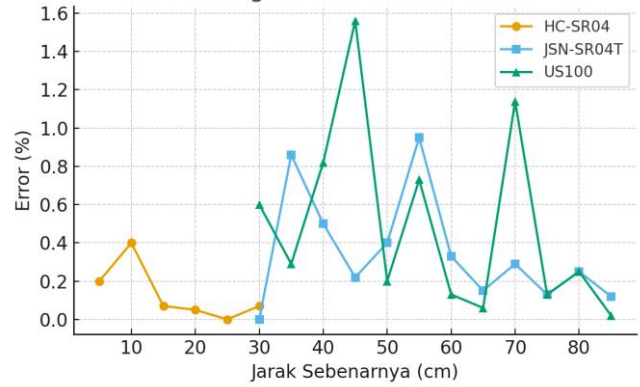
Tabel 1. Pengukuran Jarak dengan HC SR04

No	mistar	Perc1 (cm)	Perc2 (cm)	Perc3 (cm)	Perc4 (cm)	Rata-rata	Error %
1	5	5.02	5.01	5.01	5.01	5.01	0.20%
2	10	10.01	10.02	10.03	10.1	10.04	0.40%
3	15	15.02	15	15.01	15.02	15.01	0.07%
4	20	19.99	20	20.01	20.02	20.01	0.05%
5	25	25.01	25.00	25.01	24.98	25.00	0.00%
6	30	29.98	29.95	29.99	30	29.98	0.07%

Tabel 2 Pengukuran jarak dengan Sensor JSN SR04T dan Ultrasonic US100

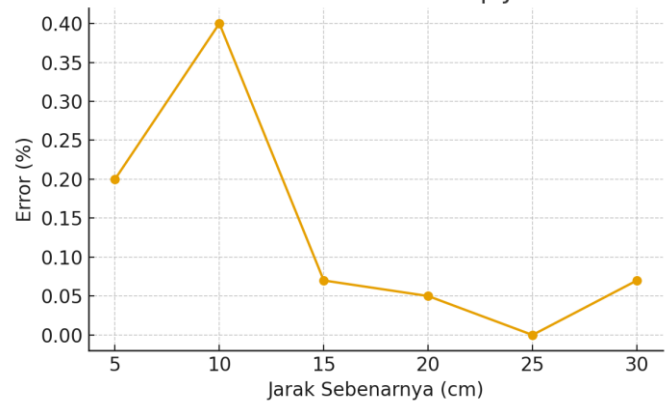
No	Pembacaan Jarak			Error JSN SR04T (%)	Error US100 (%)
	Jarak Sebenarnya	Sensor JSN SR04T	Sensor Ultrasonic US100		
1	30	30	30.18	0.00	0.60
2	35	34.7	35.1	0.86	0.29
3	40	39.8	40.33	0.50	0.82
4	45	45.1	45.7	0.22	1.56
5	50	49.8	50.1	0.40	0.20
6	55	54.48	55.4	0.95	0.73
7	60	60.2	60.08	0.33	0.13
8	65	65.1	65.04	0.15	0.06
9	70	69.8	70.8	0.29	1.14
10	75	74.9	75.1	0.13	0.13
11	80	80.2	80.2	0.25	0.25
12	85	85.1	85.02	0.12	0.02
Rata-rata Error				0.35	0.49

Perbandingan Error Sensor Ultrasonik



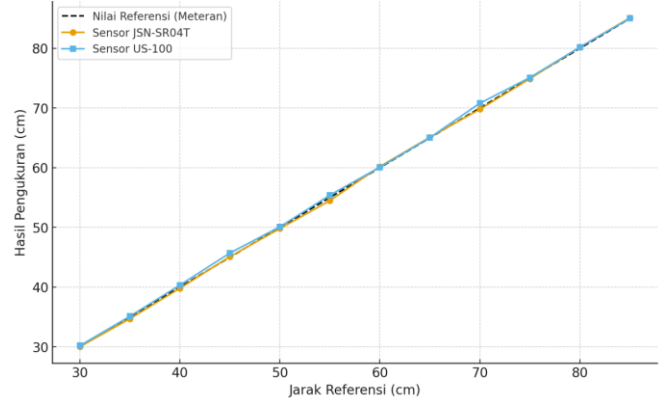
Gambar III.4. Perbandingan error (%) HC-SR04, JSN-SR04T, dan US100 terhadap jarak.

HC-SR04: Error terhadap Jarak



Gambar III. 5. HC-SR04: error (%) terhadap jarak menunjukkan stabilitas tinggi pada rentang 5–30 cm.

Perbandingan Hasil Pengukuran Sensor JSN-SR04T dan US-100

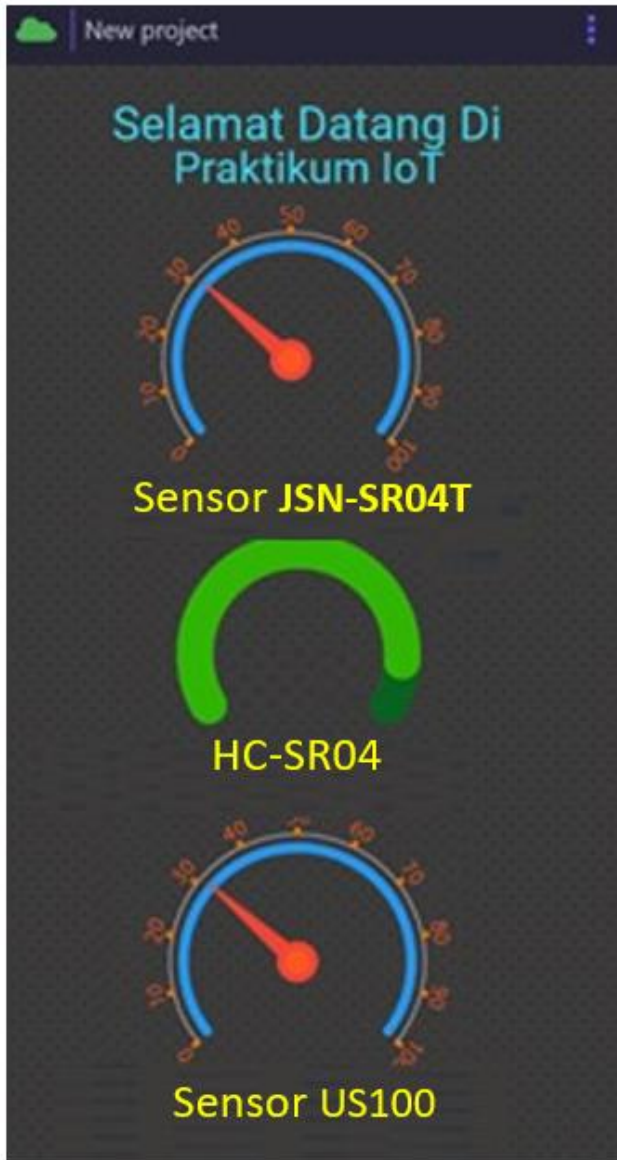


Gambar III.6. Perbandingan Hasil pengukuran Sensor JSN-SR04T dan sensor US-100

Berdasarkan pengolahan data dari Tabel 1 dan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa ketiga sensor—HC-SR04, JSN-SR04T, dan US-100—memiliki karakteristik performa yang berbeda pada rentang pengukuran masing-masing.

Sebagai bagian dari aplikasi nyata dalam sistem berbasis IoT, hasil pengukuran dari masing-masing sensor tidak hanya ditampilkan secara lokal di layar LCD (misalnya 16x2 LCD I2C), tetapi juga dikirim secara nirkabel ke smartphone melalui aplikasi Virtuino.

Data jarak yang dibaca mikrokontroler (seperti ESP32 atau Arduino) ditampilkan secara real-time di LCD sebagai umpan visual langsung. Selain itu, melalui koneksi **WiFi** dan pemrograman antarmuka Virtuino, data tersebut dikirim ke ponsel sehingga pengguna dapat memantau jarak dari jarak jauh menggunakan **dashboard Virtuino** yang menampilkan angka digital, grafik, dan indikator.



Gambar III.7. Tampilan di HP via Aplikasi Virtuino

Sensor HC-SR04 menunjukkan performa yang sangat baik pada rentang 5–30 cm, dengan nilai error sangat kecil dan stabil. Rata-rata error hanya 0,13%, dan hasil pengukuran dari empat kali pengulangan per titik menunjukkan konsistensi yang tinggi. Ini menjadikan HC-SR04 sangat cocok digunakan untuk pengukuran jarak pendek hingga menengah pada kondisi lingkungan yang kering dan terkontrol.

Sementara itu, sensor JSN-SR04T dan US-100 diuji pada rentang yang lebih panjang, yaitu **30–85 cm**. Dari grafik dan tabel, terlihat bahwa JSN-SR04T memiliki tingkat error yang lebih rendah, dengan rata-rata **0,35%**, dibandingkan

US-100 yang mencatat rata-rata error **0,49%**. JSN-SR04T cenderung memberikan hasil yang mendekati nilai aktual, meskipun pada beberapa titik terjadi deviasi kecil. Sebaliknya, US-100 sesekali menunjukkan lonjakan error yang lebih tinggi, seperti pada jarak 45 cm dan 70 cm. Namun, US-100 tetap menawarkan keunggulan berupa kemampuan membaca suhu melalui antarmuka UART, yang memungkinkan penerapan kompensasi suhu secara otomatis dalam sistem IoT.

Secara keseluruhan, grafik perbandingan error menunjukkan bahwa HC-SR04 unggul dalam kestabilan pada jarak dekat, sedangkan JSN-SR04T relatif lebih akurat dibanding US-100 pada pengukuran jarak menengah hingga jauh. Pemilihan sensor sebaiknya disesuaikan dengan lingkungan penggunaan, rentang jarak, serta kebutuhan akurasi dan fleksibilitas sistem.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga sensor ultrasonik—**HC-SR04, JSN-SR04T, dan US100**—memiliki karakteristik kinerja yang berbeda sesuai dengan rentang dan kondisi penggunaan.

1. **HC-SR04 menunjukkan akurasi tinggi dan stabilitas terbaik pada jarak dekat (5–30 cm)** dengan rata-rata error hanya 0,13%, menjadikannya ideal untuk aplikasi presisi seperti sistem parkir, robotik, dan sensor penghalang dalam ruangan.
2. **JSN-SR04T cocok untuk pengukuran jarak menengah hingga jauh**, dengan error rata-rata 0,35% dan ketahanan terhadap air, menjadikannya pilihan andal untuk lingkungan luar ruangan, termasuk sistem monitoring ketinggian air.
3. **US-100 menawarkan fleksibilitas komunikasi (UART/TTL) dan performa cukup baik**, dengan keunggulan integrasi mudah ke platform IoT, meskipun error rata-ratanya sedikit lebih tinggi dibanding JSN-SR04T.

REFERENSI

- [1] Salahuddin dkk, 2024, *Application of IoT in Controlling Water Reservoirs*, Int. J of Mechanical Materials and Industrial Engineering, Vol. 3, No. 1, January 2024, ISSN 2964-8564
- [2] M. Mazzoni et al., "An Approach for Precise Distance Measuring Using Ultrasonic Sensors," *Engineering Proceedings*, vol. 24, no. 1, 2022.
- [3] R. Situmorang et al., "Static characteristics analysis of ultrasonic sensor HC-SR04 and its application," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2663, 2023.
- [4] M. T. B. Viegas et al., "Ranging with Frequency-Dependent Ultrasound Air Attenuation," *Sensors*, vol. 21, no. 15, 2021.
- [5] S. A. Raut et al., "Algorithm for calculating distance and sensor-object angle from raw ultrasonic data," *Measurement*, 2023.
- [6] I. JOST, "Measurement Enhancement of Ultrasonic Sensor using Pelican Optimization Algorithm for

- Robotic Application," Indonesian Journal of Science & Technology, 2024.
- [7] N. K. Ariyanto et al., "Analisis Pengukuran Jarak Objek dengan Sensor Ultrasonik (HC-SR04)," Jurnal Edukasi Elektro Indonesia, 2024.
- [8] R. N. Rihmi et al., "Accuracy Analysis of Distance Measurement Using Sonar Ultrasonic Sensor HC-SR04 on Fish Detection," Journal of Electrical Engineering, Science and Technology (JEEEST), 2024.
- [9] H. Kurniawan et al., "Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dalam Mengukur Jarak," Prosiding PNACIA, 2025.
- [10] N. Mandal et al., "Performance Comparison of HC-SR04 Ultrasonic Sensor and TF-Luna LiDAR," in Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer, 2023.
- [11] A. M. Siregar et al., "Performance sensor analysis of HC-SR04 proximity sensor on distance measurement," JOCOSIR, 2023.
- [12] J. O'Shaughnessy et al., "A review of ultrasonic sensing and machine learning methods to monitor processes," Ultrasonics, 2022.
- [13] F. S. Smali et al., "Errors in Distance and Angle Measurements of Ultrasonic Sensor HC-SR04," 2021.
- [14] Salahuddin, dkk, " Penerapan IoT Pada Pengontrolan Tandon Air Via GUI Scada" Proceeding SEMNAS PNL. Vol.7 No.1 Nopember 2023 | ISSN: 2598-3954, 2020.
- [15] Margolis, M., & Hunter, B. (2021). *Arduino Cookbook*, 3rd ed. O'Reilly Media.
- [16] Imran, R. (2020). *Perbandingan Mikrokontroler ESP32 dan Arduino dalam Implementasi IoT*. Jurnal Teknologi Informasi.
- [17] Espressif Systems. (2019). *ESP32 Datasheet*. <https://www.espressif.com>
- [18] Hafizh, A., & Satria, M. (2019). *Pengukuran Jarak dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04*. Jurnal Teknik Elektro.
- [19] Salahuddin dkk (2022). Penerapan IoT Pada Smart Parkir, Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe Vol.6 No.1 November 2022 | ISSN: 2598-3954. |