

Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Air pada Tandon dengan Metode Kapasitif Berbasis IoT

Tanto Wijaya¹, M.Ridhwan Sufandi², Nanda Rusyda Saufa³, Mohd. Ilyas Hadikusuma⁴,
Yohannes Chryostomos Hendro Yuwono⁵

Jurusan Elektro dan Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak
Jl. Jend. Ahmad Yani, Bansir Laut, Pontianak, (0561)736180
190902tantowijaya@gmail.com¹, mr.sufandi86@gmail.com², saufanandaelka@gmail.com³,
Ilyas.hadikusuma@gmail.com⁴, yohannes.chy@polnep.ac.id⁵

ABSTRACT

This research focuses on developing an IoT-based capacitive sensing system for monitoring water volume in tanks, suitable for specific residential and industrial applications. The main capacitive sensor utilizes a 32 cm x 6 cm x 2 mm aluminum plate coated with resin to protect against moisture and contaminants. Initial evaluations demonstrated high sensitivity and rapid response in detecting liquid levels, with an 8.23% margin of error. However, further evaluation is necessary to address specific aspects such as resolution and response stability. Next steps include refining the design, conducting additional experiments, and optimizing sensor parameters. These findings aim to provide deeper insights into capacitive sensor technology and open new possibilities for its application across various technological contexts.

Keywords : Monitoring, Sensor, Capacitive, Water Level, Parallel Plates, and Sensitivity

ABSTRAK

Penelitian ini memfokuskan pada pengembangan sistem monitoring volume air pada tandon menggunakan metode kapasitif berbasis IoT, cocok untuk rumah dan industri tertentu. Sensor kapasitif utama menggunakan plat aluminium berukuran 32 cm x 6 cm x 2 mm, dilapisi resin untuk melindungi dari kelembaban dan kontaminan. Evaluasi awal menunjukkan sensitivitas tinggi dan respon cepat dalam deteksi level cairan, dengan tingkat persentase error sebesar 8.23%. Meskipun demikian, diperlukan evaluasi lanjutan untuk memperbaiki aspek-aspek tertentu, seperti resolusi dan stabilisasi respons. Langkah selanjutnya termasuk penyempurnaan desain, eksperimen tambahan, dan optimisasi parameter sensor. Temuan ini diharapkan memberikan wawasan lebih mendalam tentang teknologi sensor kapasitif serta membuka peluang baru dalam aplikasi teknologi di berbagai konteks

Keywords: Monitoring, Sensor, Kapasitif, Level Air, Plat Sejajar dan Sensitivitas

1. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, air adalah zat penting bagi keberlangsungan hidup di Bumi. 70% dari permukaan Bumi adalah air.[1] Pemanfaatan air juga dapat digunakan dalam berbagai kebutuhan sehari-hari, seperti mandi, minum, mencuci dan lainnya. Pada masa kini, kemajuan ilmu pengetahuan telah berkembang dengan sangat signifikan terutama pada bidang teknologi pengendalian. Salah satunya adalah penggunaan sistem pengendalian level air yang sangat dibutuhkan dalam industri modern. Pengendalian ini bertujuan untuk memastikan kelancaran ketersediaan dan efisiensi penggunaan air untuk proses produksi. Dengan demikian, proses produksi tersebut dapat beroperasi dengan lebih optimal, efektif dan

efisien [1]. Sistem digital untuk monitoring ketersediaan air menjadi sangat penting. Di berbagai tempat penampungan air, kebutuhan mekanisme untuk mengukur ketinggian air menjadi suatu hal yang umum. Pada umumnya pengukuran air saat ini masih mengandalkan metode manual, yaitu pengamatan visual dan pengukuran langsung pada tempat penampungan air. Metode manual yang masih dilakukan adalah metode paling sederhana. Namun pada metode manual ini sering mengalami kesulitan, seperti tempat penampungan air yang tidak dapat dijangkau. Sehingga, mekanisme pengukuran secara otomatis sangat perlu digunakan, salah satunya dengan membuat sensor level air

Pada proyek akhir ini sensor untuk mengukur volume air pada tandon menggunakan prinsip kerja dari kapasitor. Kapasitor adalah

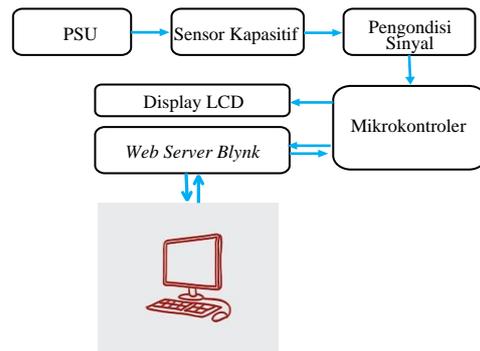
suatu elemen dalam rangkaian listrik yang memiliki kemampuan untuk menyimpan serta melepaskan energi elektrik kebentuk muatan-muatan elektrik. Secara umum, kapasitor terdiri dari sepasang konduktor yang dipisahkan oleh sebuah bahan dielektrik. Bahan dielektrik ini memiliki konstanta dielektrik yang bervariasi tergantung pada jenis bahan yang digunakan. Ada beberapa jenis sensor level yang telah dikembangkan, diantaranya adalah pelampung, sensor ultrasonik dan lain sebagainya. Gelombang ultrasonik adalah gelombang akustik dengan frekuensi awal 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi menurut operator mulai dari kepadatan rendah dalam fase gas, cair sampai padat [2]. RFID, atau Identifikasi Frekuensi Radio, adalah sebuah metode yang berfungsi untuk menyimpan atau menerima data melalui jaringan jarak jauh menggunakan perangkat yang disebut tag RFID atau transponder. Tag RFID, misalnya, adalah objek kecil berupa stiker dan ditempelkan pada benda atau produk Tag RFID berisi antena yang memungkinkan hal ini menerima dan menanggapi permintaan yang dikirim penerima RFID [3]. Pelampung, pengukuran ini khusus untuk subjek tertentu (pelampung) yang mampu mengapung di cairan tertentu. bersama jadi letak batas antara dua jenis cairan, yaitu liquid level, dapat diidentifikasi dengan lokasi pelampung, dan lain sebagainya. Namun, sensor-sensor tersebut memerlukan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu sensor level dengan model kapasitif digunakan dalam penelitian ini dengan biaya yang murah dan sederhana dengan memanfaatkan perubahan kapasitansi pada kapasitor dua plat.

Perangkat pemantau sangat dibutuhkan untuk mendapatkan info data yang akurat dan real time untuk perangkat sensor ini. Adapun perangkat pemantau ini dikontrol oleh smartphone melalui sambungan internet pada modul WiFi ESP 32. Pada sistem kontrol pemantau ini menggunakan *web server blynk*. Sehingga, proses pemantauan volume air dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

2. METODE PENELITIAN

a. Perancangan Sistem

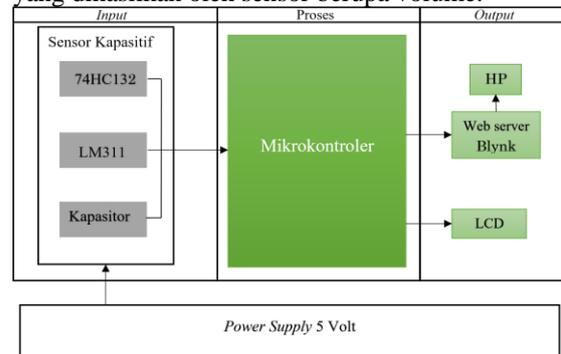
Pembuatan Hardware elektronik dirancang berdasarkan blok diagram yang telah dikerjakan terlebih dahulu. Blok diagram perangkat yang dibangun dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Perancangan Sistem *Hardware*

b. Blok Diagram

Pada blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 2, ada 3 poin yaitu input, proses dan output. Pada bagian input diisi dengan sensor kapasitif dan komponen di dalam sensor, mikrokontroler ESP32 sebagai proses yang akan dihubungkan power supply dengan tegangan 5V, serta pada bagian output adalah LCD dan web server blink yang akan disambungkan ke smartphone (HP). LCD dan web server blink berfungsi untuk menampilkan data kapasitansi yang dihasilkan oleh sensor berupa volume.



Gambar 2 Blok Diagram Sistem

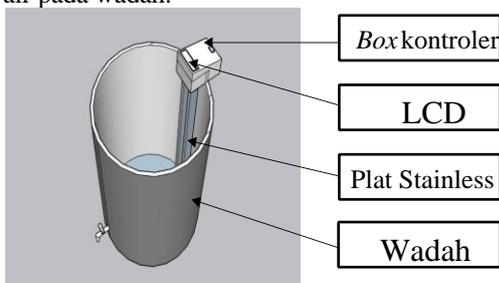
Pada proyek akhir ini sensor level yang dibuat adalah sensor kapasitif. Sensor kapasitif melibatkan dua elektroda yang terletak pada jarak tertentu di dalam tandon. Elektroda yang digunakan terbuat dari bahan konduktif yang tidak bereaksi pada air seperti logam. Elektroda pertama berfungsi sebagai referensi dan elektroda kedua sebagai elektroda sensing. Ketika air berada di bawah elektroda kedua sensing, kapasitansi antara kedua elektroda meningkat dengan adanya medan dielektrik (air) diantara kedua elektroda. Kapasitansi ini secara langsung mendeteksi tinggi atau level air pada tangki dan semakin tinggi level air, kapasitansi yang diukur semakin meningkat. Sinyal yang dihasilkan oleh sensor kapasitif ini kemudian dikirim ke perangkat pemantau yang bertugas mengolah data dan menampilkan informasi level air yang *realtime*.

Pada Diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 2, ada tiga poin yaitu *input*, proses dan *output*. Pada bagian *input* diisi dengan sensor kapasitif dan komponen di dalam sensor, mikrokontroler ESP 32 sebagai proses yang akan dihubungkan *power osupply* dengan tegangan 5V, serta pada bagian *output* adalah LCD dan *web server blynk* yang akan disambungkan ke *smartphone* (HP). LCD dan *web server blynk* berfungsi untuk menampilkan data kapasitansi yang dihasilkan oleh sensor berupa volume.

Pada bagian *input* terdapat komponen-komponen skematik sensor yang digunakan antara lain kapasitor, resistor, LM311, 74HC132 dan komponen elektronik penunjang lainnya. LM311 sebagai penguat untuk detector yang diisi oleh Buzzer dan LED.

c. Desain 3D

Pada proyek akhir ini, sensor kapasitif yang dibuat dengan bentuk kapasitor di mana sepasang plat di sejajarkan atau paralel, adapun dimensi sensor yang dibangun adalah dengan plat *stainless steel* dengan masing-masing ukuran plat sama, yaitu panjang 32 cm, lebar 7 mm dan tebal 2 mm. Pada masing-masing plat dilapis resin dengan tujuan menjaga plat dari debu atau kotoran yang dapat mempengaruhi keakuratan sensor dalam pembacaan level dan pipa pvc dengan ukuran menyesuaikan plat dengan tujuan menghindari adanya gelombang saat pengisian air pada wadah.



Gambar 3 Desain 3D Alat

Pada Gambar 3 dimensi pada wadah dengan tinggi 22 cm, berdiameter 22 cm dan volume wadah 5000 ml serta *box kontroler* yang diisi dengan rangkaian sensor, LED, Buzzer dan mikrokontroler ESP32.

Box kontroler terdiri dari komponen-komponen sensor, *power supply* dan mikrokontroler ESP32, serta LCD.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Bahan

Pengujian bahan yang dilakukan menggunakan 2 macam bahan yaitu pengujian menggunakan sepasang plat *stainless steel* dan sepasang plat aluminium. Kedua plat disejajarkan dan diberi jarak 3 mm dengan ketebalan masing-masing plat adalah 2 mm, panjang 32 cm dan lebar 6 mm. Setiap plat diberi isolator dengan menggunakan resin akrilik, fungsi resin sendiri untuk mencegah kotoran, debu yang akan menyebabkan sensor tidak efektif dalam pembacaan level air, serta akan menyebabkan plat yang digunakan berubah menjadi resistansi sehingga sifat kapasitansinya hilang. Berikut merupakan hasil dari pengujian bahan yang dilakukan pengujian menggunakan osiloscope dan rangkaian PWM.

Tabel 1 Pengujian Bahan Aluminium Stainless Steel

| NO | Volume (ml) | Vp (v) | NO | Volume (ml) | Vp (v) |
|----|-------------|--------|----|-------------|--------|
| 1 | 250 | 3.29 | 11 | 2750 | 3.2 |
| 2 | 500 | 3.28 | 12 | 3000 | 3.19 |
| 3 | 750 | 3.25 | 13 | 3250 | 3.18 |
| 4 | 1000 | 3.24 | 14 | 3500 | 3.17 |
| 5 | 1250 | 3.23 | 15 | 3750 | 3.16 |
| 6 | 1500 | 3.22 | 16 | 4000 | 3.14 |
| 7 | 1750 | 3.21 | 17 | 4250 | 3.13 |
| 8 | 2000 | 3.21 | 18 | 4500 | 3.12 |
| 9 | 2250 | 3.2 | 19 | 4750 | 3.1 |
| 10 | 2500 | 3.2 | 20 | 5000 | 3.09 |

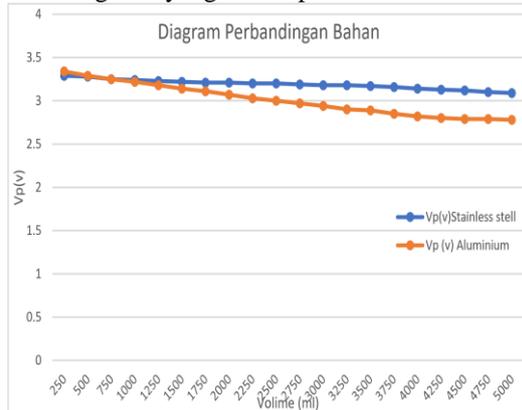
Dari tabel 1 didapatkan hasil kemampuan *stainless steel* sebagai sensor. Pada pengujian ini dicari penurunan Vp. Dari semula 3,29 V hingga 3,09 V pada saat 52 kHz. Dari hasil pengujian

Tabel 2 Pengujian Bahan Aluminium

| NO | Volume (ml) | Vp (v) | NO | Volume (ml) | Vp (v) |
|----|-------------|--------|----|-------------|--------|
| 1 | 250 | 3.34 | 11 | 2750 | 2.97 |
| 2 | 500 | 3.29 | 12 | 3000 | 2.94 |
| 3 | 750 | 3.25 | 13 | 3250 | 2.9 |
| 4 | 1000 | 3.22 | 14 | 3500 | 2.89 |
| 5 | 1250 | 3.18 | 15 | 3750 | 2.85 |
| 6 | 1500 | 3.14 | 16 | 4000 | 2.82 |
| 7 | 1750 | 3.11 | 17 | 4250 | 2.80 |
| 8 | 2000 | 3.07 | 18 | 4500 | 2.79 |
| 9 | 2250 | 3.03 | 19 | 4750 | 2.79 |
| 10 | 2500 | 3.0 | 20 | 5000 | 2.78 |

gelombang yang didapat sangat tidak stabil dan terjadi kenaikan yang sangat signifikan.

Dari tabel 2 didapatkan hasil kemampuan aluminium sebagai sensor. Pada pengujian ini dicari penurunan V_p . Dari semula 3.34 V hingga 2.78 V pada saat 1 kHz. Dari hasil pengujian gelombang frekuensi didapat perbandingan antara bahan *stainless steel* dan aluminium sehingga didapat hasil perbandingan melalui grafik yang dibuat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Perbandingan V_p pada Bahan yang Digunakan

Berdasarkan hasil dari pengujian bahan yang dilakukan didapat hasil grafik penurunan V_p (v) dari bahan-bahan yang digunakan yaitu *stainless steel* dan aluminium. Pada data yang didapat dari *stainless steel* tidak linier dalam penurunan V_p jika dibandingkan dengan penurunan V_p yang didapat dari aluminium. Jadi dapat disimpulkan dari data yang dilakukan bahan aluminium lebih efektif dalam pembacaan sensor level yang akan digunakan.

b. Pengujian Alat

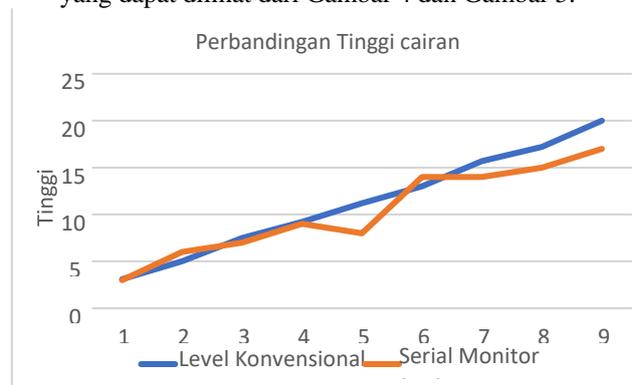
Pada pengujian alat ini bahan yang digunakan adalah plat *stainless steel* dan data yang diambil adalah data perbandingan antara level ketinggian air dan volume sesungguhnya dengan ketinggian dan volume yang didapat dari serial monitor pada program arduino IDE. Pada data ini didapat selisih yang sangat jauh setelah air mencapai ketinggian 9 cm atau 2000 ml dan data pada serial monitor berhenti membaca saat air terisi 3000 ml

Tabel 3. Data Perbandingan Pembacaan Sensor

| No | Level Konvensional | | Serial Monitor | |
|----|--------------------|------|----------------|------|
| | (cm) | (ml) | (cm) | (ml) |
| 1 | 3.1 | 730 | 3 | 800 |
| 2 | 5 | 1200 | 6 | 1300 |
| 3 | 7.5 | 1600 | 7 | 1500 |
| 4 | 9.2 | 2000 | 9 | 2000 |

| | | | | |
|---|------|------|----|------|
| 5 | 11.2 | 2600 | 8 | 2500 |
| 6 | 13 | 3000 | 14 | 3000 |
| 7 | 15.7 | 3750 | 14 | 3000 |
| 8 | 17.2 | 4000 | 15 | 3000 |
| 9 | 20 | 4750 | 17 | 3000 |

Pada pengujian yang dilakukan dapat dilihat perbandingan garis grafik antara nilai level cairan sesungguhnya yang diukur dengan menggunakan alat ukur konvensional dan nilai level cairan yang ditampilkan melalui *display* yang dapat dilihat dari Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Perbandingan Alat ukur Konvensional dan Alat yang dirancang Satuan cm

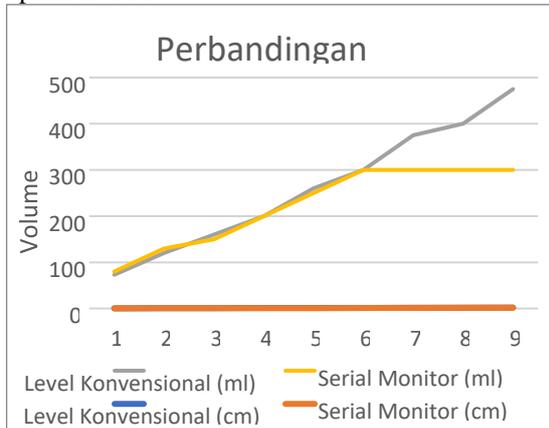
Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa didapatkan grafik yang tidak linier cairan antara level dari alat konvensional dengan nilai level yang diperoleh dari *display* saat ketinggian 7 cm ke atas. Perbedaan yang tidak linier dapat dipengaruhi oleh komponen sensor atau tingkat kebersihan plat sensor serta pin analog mikrokontroler yang digunakan.

Berdasarkan data yang dihasilkan, *error* yang didapat dari perbandingan data ketinggian cairan dengan alat ukur standar dan tampilan *display* yaitu sebesar 10.19% pada rancangan alat. Dari hasil tersebut dapat dianalisis dan disimpulkan bahwa terjadinya *error* dengan angka yang besar yaitu 10.19% dapat dipengaruhi oleh kadar air, kebersihan plat, tingkat pembacaan nilai ADC pada mikrokontroler ESP32 dan berbagai hal yang dapat menyebabkan kurangnya pembacaan nilai sensor menjadi tidak presisi.

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Nilai Asli} - \text{Nilai Display}}{\text{Nilai Asli}} \times 100 \text{ (1)}$$

Nilai persen *error* yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 1 yang dimana nilai persen *error* yang didapat berdasarkan data dari hasil pengujian yang dilaksanakan.

Permasalahan tersebut diharapkan dapat di perbaiki dan dikembangkan agar kemampuan sensor menjadi presisi dan kebersihan plat sensor harus dijaga kebersihannya agar tidak mengganggu konsistensi pembacaan nilai ADC pada sensor.



Gambar 6. Grafik Pengujian Alat ukur Konvensional dan Alat yang Dirancang dengan Satuan ml

Pada Gambar 6 dapat dilihat grafik perbandingan dari volume air menggunakan alat ukur konvensional dan nilai yang ditampilkan pada *display*. *Error* rata-rata yang dihasilkan dari perbandingan data volume pada Gambar 6 sebesar 8.23% pada saat kenaikan volume air di tandon.

Pada pengujian alat ini perbandingan dengan nilai ADC tidak dapat diuji dikarenakan rangkaian PCB terjadi permasalahan sehingga nilai ADC tidak dapat diuji nilainya.

Berdasarkan hasil grafik terdapat ketimpangan pada saat volume air berapa pada angka 3000 ml yang dikarenakan pada kemampuan mikrokontroler ESP32 yang digunakan pada proyek akhir ini.

4. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Air pada Tandon dengan Metode Kapasitif Berbasis IoT” ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian pada bahan yang dilakukan, plat aluminium lebih efektif dalam pembacaan nilai sensor yang dapat dilihat dari penurunan V_p pada setiap kenaikan cairan pada wadah.
2. Cairan resin sangat diperlukan untuk melapisi plat dengan tujuan menghindari fungsi kapasitansi menjadi resistansi pada plat dan untuk melindungi plat dari debu,

kotoran, dan bahan-bahan yang dapat menyebabkan kerja sensor menurun.

3. Pada pengujian alat yang dilakukan, didapatkan perbandingan antara hasil yang diukur dengan alat ukur standar dan *Display* dengan persen error sebesar 8.23 % pada satuan volume.
4. Pada bagian pembacaan volume, hasil maksimal pembacaan ADC hanya sampai 3 liter atau sama dengan 3000 ml dan tidak terjadi kenaikan setelah cairan naik melebihi 3000 ml dengan alat ukur konvensional.

B. Saran

1. Pada penelitian ini memiliki beberapa kelemahan yang diharapkan bisa diteliti lebih lanjut dan dapat dikembangkan agar menghasilkan sensor kapasitas dengan kemampuan membaca level atau volume cairan lebih presisi.
2. Nilai ADC yang tidak dapat diambil sehingga perbandingan nilai ADC dengan nilai volume tidak dapat diambil sehingga diharapkan dapat dilakukan perbaikan pada rangkaian dan dilakukan pengujian ulang.
3. Penggunaan resin sangat diperlukan dalam pembuatan sensor kapasitif yang efektif dan diharapkan dapat ditambah pelapis dengan kain poliester guna pembacaan nilai sensor yang lebih efektif.
4. Untuk pembuatan rangkaian pada papan PCB diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut agar menghindari adanya komponen-komponen yang rawan rusak menjadi lebih aman dalam penyolderan.
5. Diharapkan dapat dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 8266 atau ATmega 16 dengan pembacaan nilai ADC yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Zahrotin, E. (2014). Zahrotin, E. (2014). Fabrikasi dan Karakteristik Sensor Kapasitif Untuk Level Air, 1-18.
- [2]Arief, U. M. (2011). Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air. *Jurnal Ilmiah “Elektrikal Enjiniring” UNHAS*, 09(02), 72–77.
- [3]Armando, G. (2015). Di Desa Berbasis Rfid *Prototype Simulation of Water Distribution*.
- [4]Rabbani, F. M., Yuniarti, E., & Al-huda, M. (2020). Analisis Sensor Kapasitif Pelat Sejajar. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 17(2), 62–67.