

Perancangan Sistem Pemantauan Ketersediaan Air Jarak Jauh Pada Tangki Komunal Di Daerah Kekeringan

Design Of Remote Water Availability Monitoring System on Communal Tanks in Drought Areas

Izza Mafaza¹, Anisa' Septyaning Choir², Fakhir Irsyadi^{3*}

^{1,2,3}Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada
Jl. Yacarana, Sekip Unit III, Yogyakarta. 55281

izza.mafaza@mail.ugm.ac.id¹, anisaseptyaningcho@mail.ugm.ac.id², fakhir.irsyadi@ugm.ac.id^{3*},

Abstrak – Dropping air bersih menjadi sangat penting bagi daerah yang terdampak kekeringan, terutama saat musim kemarau berkepanjangan. Oleh karena itu, sistem pemantauan yang memberikan informasi terkini tentang ketersediaan air secara real-time sangat dibutuhkan. Hal ini memungkinkan lembaga penyedia air bersih untuk mengoptimalkan penjadwalan pengiriman bantuan ke daerah yang mengalami kekurangan pasokan. Sensor ultrasonik akan mengukur ketinggian air, dan ESP32-S bertanggung jawab atas pengumpulan dan pengolahan data. Komunikasi lokal antar perangkat pemantau dilakukan untuk memastikan pengumpulan data yang komprehensif. Data pemantauan ditransmisikan secara real-time melalui modul GSM ke platform ThingSpeak untuk visualisasi dan analisis data. Sistem ini juga dilengkapi dengan baterai dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya agar operasi berjalan mandiri dan berkelanjutan. Sistem pemantauan ini berfungsi dengan baik dan berhasil mengirimkan data pemantauan dari tangki-tangki penampungan ke platform ThingSpeak secara real-time. Akurasi pengukuran menunjukkan tingkat kesalahan yang rendah, berkisar antara 0,02% hingga 0,61%. Komunikasi lokal menggunakan protokol ESP-NOW terbukti efektif hingga jarak 100 meter, sementara kualitas sinyal untuk transmisi data melalui modul GSM meningkat secara signifikan dengan penambahan antenna eksternal. Implementasi mode kerja dan mode tidur pada ESP32-S terbukti efektif dalam mengoptimalkan penggunaan daya, memastikan efisiensi operasional sistem.

Kata Kunci: Pemantauan ketinggian air, Internet of Things (IoT), sensor ultrasonik, ESP32-S, ThingSpeak, ESP-NOW.

Abstract – Dropping clean water is very important for areas affected by drought, especially during prolonged dry seasons. Therefore, a monitoring system that provides real-time updates on water availability is urgently needed. This allows water supply agencies to optimize the scheduling of relief deliveries to areas experiencing shortages. An ultrasynthetic sensor measures the water level, and the ESP32-S is responsible for data collection and processing. Local communication between monitoring devices is performed to ensure comprehensive data collection. Monitoring data is transmitted in real-time via a GSM module to the ThingSpeak platform for data visualization and analysis. The system is also equipped with batteries and a Solar Power Plant for self-sufficient and sustainable operation. The monitoring system functioned well and successfully transmitted monitoring data from the holding tanks to the ThingSpeak platform in real-time. The measurement accuracy showed a low error rate, ranging from 0.02% to 0.61%. Local communication using the ESP-NOW protocol proved effective up to 100 meters, while signal quality for data transmission via the GSM module improved significantly with the addition of

an external antenna. The implementation of work mode and sleep mode on the ESP32-S proved effective in optimizing power usage, ensuring the operational efficiency of the system.

Keywords: Water level monitoring, Internet of Things (IoT), ultrasonic sensor, ESP32-S, ThingSpeak, ESP-NOW.

1. Pendahuluan

Kekeringan yang melanda Pulau Jawa pada tahun 2023 akibat dampak El Nino dan rendahnya curah hujan telah mengancam sektor pertanian, memicu krisis air bersih, dan berdampak signifikan pada kehidupan jutaan penduduk. Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), meskipun tidak separah provinsi lain, juga merasakan dampaknya dengan satu kejadian kekeringan yang berdampak pada 43.156 jiwa [1]. Untuk mengatasi hal ini, pihak pemerintah daerah serta lembaga/komunitas melakukan *dropping* air bersih sebagai salah satu upaya. Wilayah DIY yang mengalami kekeringan terutama di empat kabupaten, yaitu Gunungkidul, Bantul, Kulon Progo, dan Sleman. Pihak Dinas Sosial DIY, BPBD Kabupaten, dan lembaga lainnya telah melakukan *dropping* air dengan total sekitar 18.064.000 liter dengan pembagian terbesar di Gunungkidul mencapai 13.045.000 liter, diikuti oleh Bantul 3.105.000 liter, Kulon Progo 950.000 liter, dan Sleman 964.000 liter [2].

Meskipun beberapa daerah di Yogyakarta, seperti Desa Banyumanik di Gunung Kidul, telah memiliki fasilitas penampungan air hujan di setiap rumah, bantuan *dropping* air bersih tetap krusial, terutama saat kemarau berkepanjangan dan sumber air menipis, serta di daerah yang belum memiliki infrastruktur pemanenan air hujan yang memadai. Salah satu masalah utama adalah keterlambatan pengiriman bantuan *dropping* air bersih yang disebabkan oleh kurangnya informasi terkini mengenai kondisi ketersediaan air di setiap daerah. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan *real-time*, seperti pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT), untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan air dan memastikan bantuan air bersih dapat disalurkan secara proaktif dan tepat sasaran kepada masyarakat yang membutuhkan, berdasarkan informasi terkini mengenai kondisi ketersediaan air di setiap daerah.

Pemantauan ketersediaan air dapat dilakukan dengan mengukur ketinggian air di dalam beberapa penampungan menggunakan sensor ketinggian air [3]. Sistem ini dirancang untuk memantau volume air secara *real-time* berdasarkan kedalaman air yang terdeteksi. Dengan mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT), informasi mengenai volume air dalam setiap penampungan dapat diakses secara mudah oleh masyarakat, termasuk pihak-pihak yang memberikan bantuan air kepada daerah terdampak kekeringan.

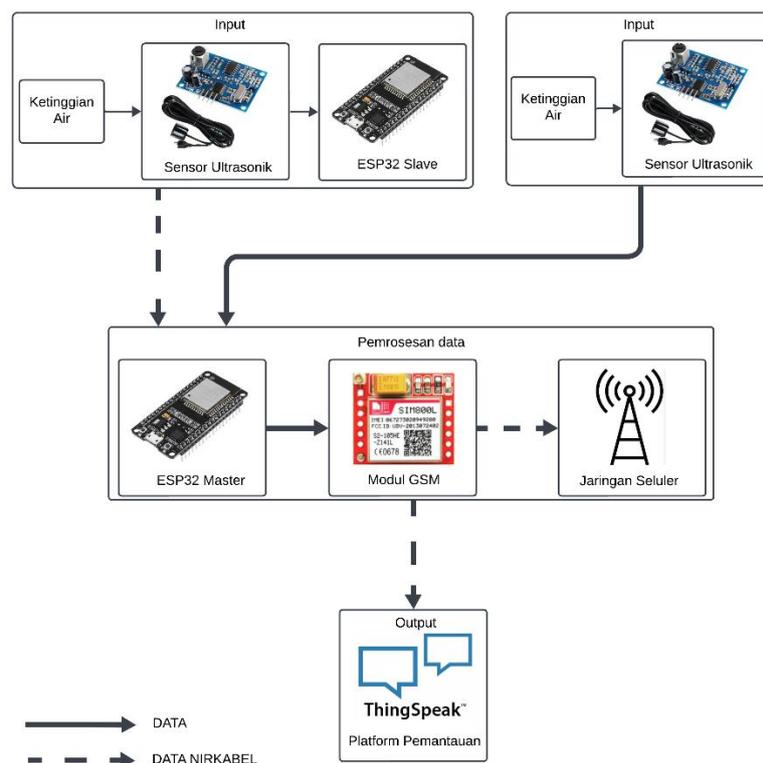
Kondisi lingkungan tanpa akses Wi-Fi dan listrik konvensional, serta jumlah penampungan air yang banyak, membutuhkan sistem pemantauan yang andal dan efisien. Penggunaan modul GSM menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi keterbatasan akses Wi-Fi [4], namun biaya kuota internet yang tinggi menjadi kendala jika digunakan pada setiap alat pemantauan. Oleh karena itu, penambahan kemampuan komunikasi lokal untuk akuisisi data dari setiap penampungan air menjadi solusi yang tepat. Dengan demikian, data dari setiap penampungan dapat dikumpulkan terlebih dahulu oleh satu perangkat pusat yang kemudian mengirimkan data tersebut secara berkala melalui jaringan seluler, sehingga menghemat biaya kuota internet. Selain itu, pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi alternatif yang mandiri dan berkelanjutan dapat mengatasi ketergantungan sistem pada jaringan listrik konvensional yang rentan terhadap gangguan dan pemadaman listrik.

Pengembangan sistem pemantauan ketersediaan air dengan teknologi IoT yang memanfaatkan sensor jarak dapat memberikan pengukuran yang akurat terhadap ketinggian air dalam penampungan. Pemanfaatan komunikasi lokal dapat menjadi metode akuisisi data yang efisien pada setiap penampungan air. Modul GSM dapat berfungsi sebagai alternatif jaringan seluler untuk mengirimkan data, terutama di daerah tanpa koneksi Wi-Fi. Selain itu, penggunaan PLTS akan membuat sistem ini berkelanjutan tanpa memerlukan aliran listrik konvensional. Integrasi sistem pemantauan ketersediaan air berbasis IoT dengan komunikasi lokal, modul GSM,

dan PLTS akan meningkatkan akurasi pemantauan, keandalan pengiriman data, dan keberlanjutan operasional di daerah rawan kekeringan.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, sistem pemantauan berbasis IoT memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendapatkan data ketersediaan air dengan mengukur ketinggian air di penampungan. Perangkat utama akan mengumpulkan data dari penampungan lain melalui komunikasi lokal menggunakan protokol ESP-NOW, kemudian data tersebut diproses dan dikirim ke platform ThingSpeak melalui modul GSM SIM800L menggunakan jaringan seluler. Untuk pemantauan dan analisis. Desain sistem secara umum diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem.

Sistem ini dirancang untuk bekerja secara mandiri tanpa memerlukan listrik konvensional. Sumber daya listrik untuk perangkat-perangkat dalam sistem ini akan dipasok oleh baterai yang diisi ulang menggunakan PLTS. Hal ini memungkinkan sistem pemantauan dapat beroperasi secara terus-menerus dan handal, terutama di daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional.

2.1. Mekanisme pengukuran ketersediaan air pada penampungan

Mekanisme pengukuran ketersediaan air menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari tiga komponen utama yaitu pemancar, penerima, dan pengolah sinyal. Pemancar akan memancarkan gelombang suara ke arah permukaan air, yang kemudian akan dipantulkan kembali dan ditangkap oleh penerima. Mengacu pada (1) sensor akan menghitung waktu tempuh (t) gelombang suara dari pemancar ke penerima, dan dengan mengetahui kecepatan suara di udara (v), jarak (s) antara sensor dan permukaan air dapat dihitung [5].

Ketinggian air dalam penampungan didapatkan dari selisih antara ketinggian total penampungan air dan jarak yang diukur oleh sensor ultrasonik. Informasi mengenai ketinggian

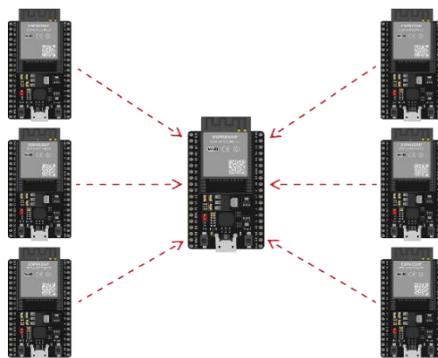
air ini kemudian dapat digunakan untuk menghitung volume air yang tersedia dalam penampungan air.

$$s = \frac{v \times t}{2} \quad (1)$$

2.2. Mekanisme pengumpulan data menggunakan komunikasi lokal pengiriman data dari perangkat utama ke platform ThingSpeak

Komunikasi lokal pada penelitian ini memanfaatkan protokol ESP-NOW [6], [7]. ESP-NOW adalah protokol komunikasi nirkabel yang dikembangkan oleh Espressif, Protokol ini memungkinkan pertukaran data antar perangkat ESP32 dengan secara langsung menggunakan alamat *Media Access Control* (MAC) [8]. Alamat MAC ini berfungsi sebagai pengidentifikasi unik untuk setiap ESP32, sehingga memungkinkan pengiriman data ke *node* yang dituju dengan tepat.

Protokol ESP-NOW memungkinkan pertukaran data antara beberapa perangkat ESP32, baik dalam komunikasi satu arah maupun dua arah. Pada penelitian ini akan menggunakan mode komunikasi satu arah. Dimana satu ESP akan berperan sebagai master yang akan mengumpulkan data dari beberapa *slave*. Setiap *slave* akan mengirimkan data ketinggian air kepada master yang kemudian dari ESP master sebagai perangkat utama akan mengirimkan data data tersebut ke platform pemantauan. Hal ini diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Komunikasi satu arah ESP-NOW.

Transmisi data dari perangkat utama ke platform ThingSpeak menggunakan protokol HTTP GET [9]. ThingSpeak menyimpan data pada kanal yang terhubung dengan setiap node [10]. Komunikasi ini memerlukan koneksi internet melalui Wi-Fi atau jaringan seluler. Karena lokasi pemasangan sistem tidak memungkinkan memiliki jaringan Wi-Fi, digunakan jaringan seluler melalui modul GSM SIM800L. SIM800L adalah modul seluler mini yang mendukung pengiriman dan penerimaan SMS, panggilan, serta pengiriman data melalui jaringan *General Packet Radio Service* (GPRS) [11].

Komunikasi lokal diuji dengan mengirimkan data *dummy* dari dua perangkat *slave* ke perangkat *master* pada jarak 50 m dan 100 m. Perangkat *master* mencetak data yang diterima setiap detik, termasuk data referensi yang dihasilkan sendiri, untuk memfasilitasi perbandingan dan verifikasi keakuratan data dari perangkat *slave*. Transmisi GSM diuji untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan pengiriman data setelah penambahan antena eksternal 3 dBi di berbagai lokasi. Tiga lokasi pengujian dipilih: Laboratorium dan Bengkel Kerja Hidrolika dan Lingkungan Departemen Teknik Sipil (Lokasi A), ruang HM202 Departemen Teknik Elektro dan Informatika (Lokasi B), serta rumah sisi utara Masjid Al-Karim di Pogung Lor (Lokasi C).

2.3. Perancangan catu daya berbasis baterai Li-Ion 18650 dan PLTS

Perancangan ini berfokus pada penentuan kapasitas baterai Li-Ion 18650 yang dibutuhkan oleh rangkaian elektronik dan daya PLTS yang diperlukan agar sistem IoT dapat beroperasi secara

berkelanjutan. Kinerja rancangan catu daya akan diuji dengan melakukan proses pemantauan mulai dari saat tidak ada matahari hingga mencapai batas *Equivalent Sun Hour* (ESH). Pengujian ini akan melibatkan dua mode kerja yang berbeda untuk mengevaluasi efisiensi dan ketahanan sistem.

2.3.1. Perhitungan kapasitas baterai

Penentuan kapasitas baterai dalam rangkaian elektronika perlu ditentukan berdasarkan total kebutuhan daya dan waktu operasi dari rangkaian [12]. Perhitungan dimulai dengan mengidentifikasi arus yang dibutuhkan oleh masing-masing komponen dalam rangkaian. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung total arus yang dibutuhkan, daya yang dibutuhkan, total energi yang dibutuhkan selama 24 jam. Persamaan (2) dan (3) menunjukkan perhitungan daya dan total energi yang dibutuhkan.

$$P = V \times I \quad (2)$$

$$E_t = P \times t \quad (3)$$

Variabel V merepresentasikan tegangan total rangkaian dalam satuan Volt (V) dan I adalah arus total rangkaian dalam satuan Ampere (A). kebutuhan energi didapat dari konsumsi daya (P) total rangkaian terhadap waktu (t) rangkaian aktif. Maka dengan spesifikasi komponen yang digunakan dalam penelitian ini yang mengacu pada tabel 1. Dengan tegangan sistem 8.4V maka didapat hasil perhitungan kebutuhan energi total seperti pada tabel 2

Tabel 1. Spesifikasi komponen.

No.	Komponen	Spesifikasi
1	ESP32-S	<ul style="list-style-type: none"> Arus mode kerja: 260mA Arus mode tidur: 20mA
2	Sensor ultrasonik AJ-SR04M	<ul style="list-style-type: none"> Arus kerja: 40mA Arus mode <i>standby</i>: 18.7mA
3	SIM800L	<ul style="list-style-type: none"> Arus mode transmisi: 453.57mA Arus puncak: 2A

Tabel 2. Kebutuhan energi total rangkaian.

Beban	Durasi	Arus (A)	Energi (Wh)
ESP32-S Mode Kerja	12 jam	0.26	26.208
ESP32-S Mode Tidur	12 jam	0.00002	0.002016
Sensor ultrasonik AJ-SR04M	12 jam	0.04	4.032
SIM800L Mode <i>standby</i>	12 jam	0.0187	1.88496
SIM800L Mode Transmisi	72 menit	0.45357	4.571986
Total Energi 24 Jam			36.69896

pada tabel 2 penggunaan durasi 12 jam karena pada penelitian ini sistem akan bekerja dalam dua mode yaitu mode kerja dan mode tidur. Pada perancangan awal ini mode kerja diatur selama 10 menit dan mode tidur selama 10 menit maka total waktu kerja dan tidur masing-masing dalam 24 jam adalah 12 jam. Kebutuhan baterai dapat dihitung dengan menggunakan konsep *Autonomy Day* (AD), yaitu kondisi di mana baterai tidak mengalami proses pengisian daya karena kondisi dimana sel surya tidak dapat menyerap energi matahari [13]. Kapasitas baterai minimum yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi harian (E_t) dapat dihitung dengan mempertimbangkan faktor kedalaman pengosongan baterai (DoD) 80%, efisiensi baterai (Eff) 0.85, tegangan sistem (V_s) dan AD [14].

Dari kebutuhan energi total yang disajikan pada tabel 2 maka kapasitas baterai yang dibutuhkan dihitung pada persamaan (4).

$$K_b = \frac{E_t \times AD}{\text{Eff} \times \% \text{DoD} \times V_s} \quad (4)$$

Mengacu pada persamaan (4) maka kebutuhan baterai untuk rangkaian ini dengan *Autonomy Day* selama satu hari adalah 6.43Ah atau 6430 mAh dengan tegangan sistem 8.4V.

2.3.2. Perhitungan kebutuhan PLTS

Perhitungan daya PLTS bertujuan untuk menentukan daya PLTS yang ideal untuk digunakan pada rangkaian dalam penelitian ini. Penentuan ini dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan energi total (E_t) rangkaian, *Equivalent Sun Hours* (ESH) matahari, Efisiensi sistem (η_{sm}) sebesar 0.7, dan C_f sebesar 1.1 [14]. Nilai rata-rata wilayah di Indonesia atau area tropis menerima ESH sekitar 3-5 jam perhari [12].

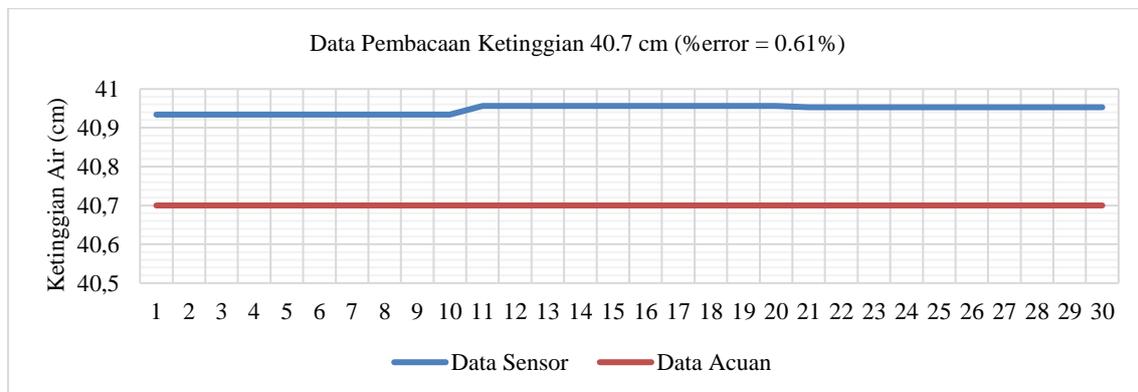
$$\text{Kapasitas PLTS} = \frac{E_t}{\text{ESH} \times \eta_{sm}} \times C_f \quad (5)$$

Mengacu pada persamaan (5) kebutuhan daya PLTS adalah 19,22 Wp, yang dapat dibulatkan menjadi 20 Wp. Kebutuhan ini dipengaruhi oleh total energi yang diperlukan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2, dan *Equivalent Sun Hours* (ESH) matahari selama 3 jam, yaitu dari pukul 08.00 hingga 11.00. Nilai ESH dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan, di mana semakin tinggi ESH, semakin rendah kebutuhan daya PLTS. Pada penelitian ini PLTS akan bekerja melakukan pengisian pada baterai bersamaan dengan memberikan daya kepada sistem.

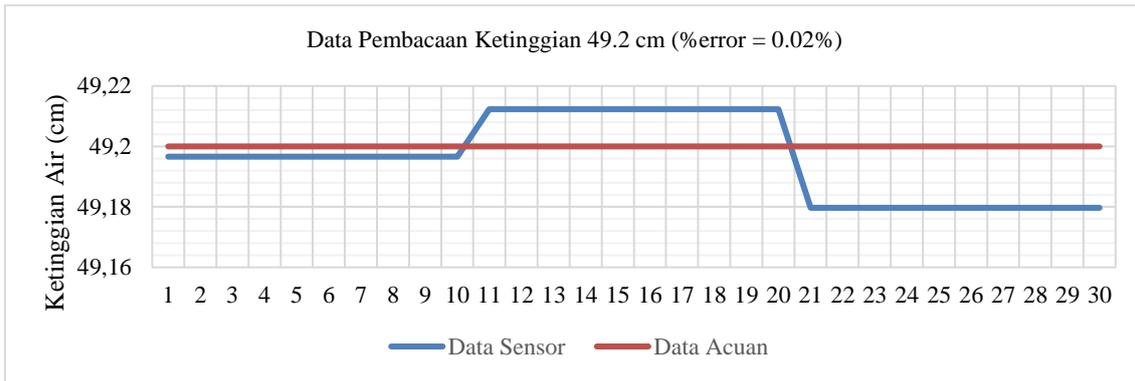
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian kinerja sensor

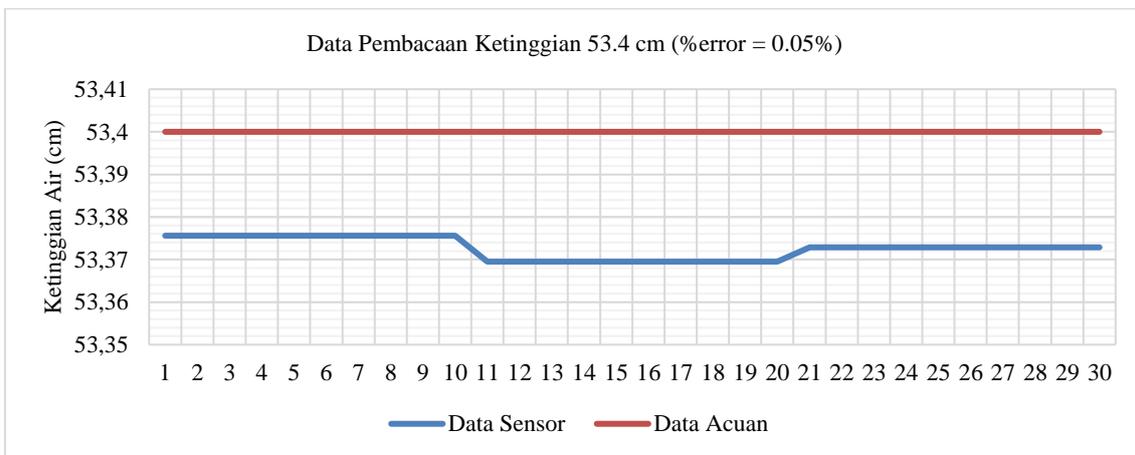
Pengujian ini dilakukan untuk mengukur ketinggian air dalam prototipe penampungan air. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik pada tiga variasi ketinggian air yaitu 40,7 cm, 49,2 cm, dan 57,6 cm. Sensor membaca data ketinggian setiap detik, pada pengujian ini diperoleh tiga variasi data dari setiap ketinggian. Hasil pembacaan sensor setiap detik cenderung bergelombang akibat sifat gelombang ultrasonik dan potensi gangguan lingkungan. Maka dari itu setiap sepuluh data hasil pembacaan akan dirata-rata untuk mendapatkan satu nilai ketinggian air yang lebih stabil dan representative. Hasil pengujian ditampilkan pada grafik pada Gambar 3 hingga 5.



Gambar 3. Hasil pembacaan ketinggian air 40.7cm.



Gambar 4. Hasil pembacaan ketinggian air 49.2cm.



Gambar 5. Hasil pembacaan ketinggian air 53.4cm.

Hasil pengujian pembacaan sensor menunjukkan kinerja yang baik. Perbandingan dengan alat ukur jarak standar (meteran) pada tiga variasi ketinggian air menghasilkan persentase error antara 0,02% hingga 0,61%, menunjukkan akurasi yang cukup baik untuk sistem pemantauan ketersediaan air. Sensor ultrasonik AJ-SR04M memiliki resolusi pembacaan 1 mm, artinya mampu membedakan perubahan jarak sekecil 1 mm. Namun, sensor ini memiliki keterbatasan dalam mendeteksi jarak yang sangat dekat yaitu kurang dari 20 cm, di mana pembacaan menjadi tidak akurat.

3.2. Pengujian kinerja komunikasi lokal dan pengiriman data

Pengujian kinerja komunikasi ESP-NOW melibatkan satu ESP Master dan dua ESP *Slave* yang mengirimkan data *dummy* pada jarak 50 meter (*slave 1*) dan 100 meter (*slave 2*) dari master. Keberhasilan pengiriman dinilai dari perubahan data secara urut, dengan delay dihitung berdasarkan kemunculan data yang sama berturut-turut. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil data pengujian komunikasi lokal pada jarak 50 dan 100 meter.

Data ke-	Data Master	Data <i>Slave 1</i>	Data <i>Slave 2</i>
1	21.1111	21.1111	21.1111
2	22.2222	22.2222	22.2222
3	23.3333	23.3333	23.3333
4	24.4444	24.4444	24.4444
5	25.5555	25.5555	25.5555
6	21.1111	21.1111	21.1111
7	22.2222	22.2222	22.2222
8	23.3333	23.3333	23.3333
9	24.4444	24.4444	24.4444

10	25.5555	25.5555	25.5555
11	21.1111	21.1111	21.1111
12	22.2222	22.2222	22.2222
13	23.3333	23.3333	23.3333
14	24.4444	24.4444	24.4444
15	25.5555	25.5555	25.5555

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi lokal menggunakan ESP-NOW pada jarak 50 meter dan 100 meter berjalan dengan baik tanpa kesalahan atau delay dalam pengiriman data. Hal ini ditunjukkan dengan data ke-n yang merupakan detik penerimaan data dari kedua *slave*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jangkauan komunikasi ESP-NOW dapat mencapai setidaknya 100 meter.

Kinerja modul SIM800L dalam mengirimkan data dari perangkat utama diuji pada tiga lokasi berbeda dengan kondisi sinyal yang bervariasi. Hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian kualitas sinyal di tiga lokasi.

	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C
Tanpa Antena	15	20	16
Antena 3dBi	19	25	21

Tabel 4 menunjukkan perbedaan kualitas sinyal modul SIM800L dengan dan tanpa antena tambahan. Penggunaan antena tambahan secara konsisten meningkatkan kualitas sinyal di semua lokasi pengujian. Pada pengujian ini data berhasil dikirim ke platform pemantauan.

Setiap lokasi pengujian memiliki karakteristik sinyal yang berbeda. Nilai yang disajikan dalam Tabel 4 adalah nilai *Channel Signal Quality* (CSQ), yaitu skala arbitrer dari 0 hingga 31 atau 99 yang mengindikasikan kualitas sinyal GSM. Meskipun nilai CSQ tidak dapat dikonversi langsung menjadi *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) tetapi referensi [15] menunjukkan hubungan antara keduanya, seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.

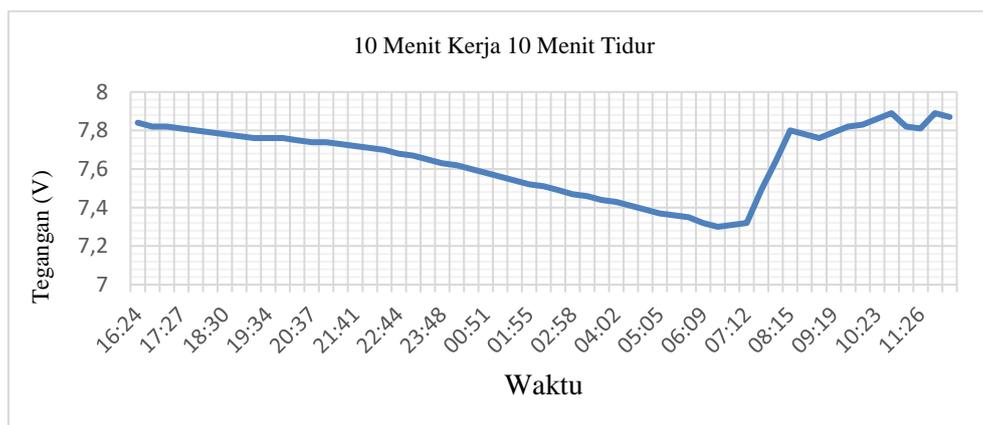
Tabel 5. Hubungan nilai CSQ dan RSSI.

CSQ	RSSI	Keterangan
0	(-113) dBm	Tidak ada sinyal atau sinyal terlalu lemah
1	(-111) dBm	Sinyal marginal
2 – 9	(-109) – (-95) dBm	Sinyal marginal
10 – 14	(-93) – (-85) dBm	Sinyal Cukup
15 – 19	(-83) – (-75) dBm	Sinyal Baik
20 – 30	(-73) – (-53) dBm	Sinyal Sangat Baik
31	(-51) dBm	Sinyal Sangat Baik

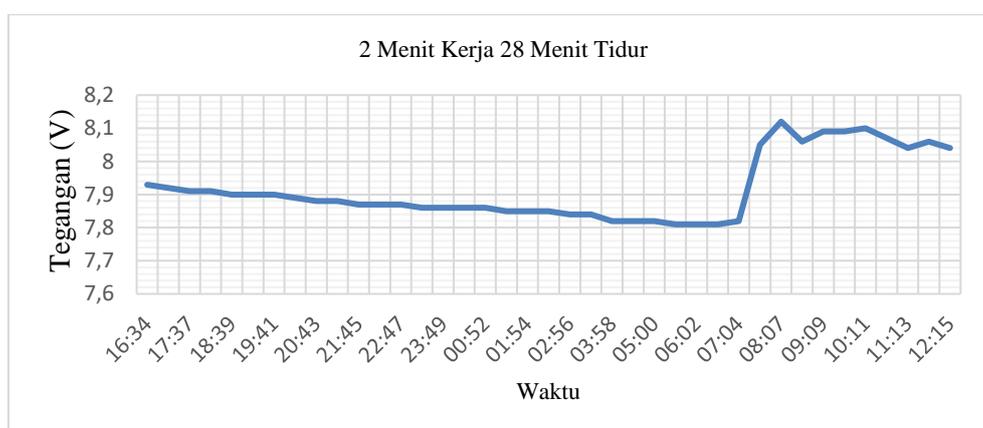
Hasil pengujian pada Lokasi A dan C tanpa antena eksternal menunjukkan kekuatan sinyal dalam rentang 15-19, mengindikasikan koneksi yang baik dan stabil dengan potensi gangguan minimal, bahkan dalam kondisi lingkungan suboptimal. Penambahan antena 3dBi meningkatkan kekuatan sinyal secara signifikan, menghasilkan koneksi yang sangat kuat dan stabil tanpa gangguan, bahkan dalam kondisi paling menantang sekalipun. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa ketiga lokasi pengujian memiliki kualitas sinyal yang memadai untuk mendukung transmisi data yang berhasil ke platform.

3.3. Pengujian kinerja catu daya

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja catu daya yang telah dirancang dalam memenuhi kebutuhan sistem. Sistem beroperasi dalam siklus kerja, dengan waktu kerja dan waktu tidur (mode Deep Sleep) yang bergantian. Saat bekerja, sistem mengukur ketinggian air, menerima data dari ESP *Slave*, dan mengirim data ke ThingSpeak. Saat tidur, sistem memutuskan aliran arus ke seluruh rangkaian kecuali ESP32-S untuk menghemat daya.



Gambar 6. Konsumsi daya siklus 10 menit kerja 10 menit tidur.



Gambar 7. Konsumsi daya siklus 10 menit kerja 10 menit tidur.

Pengujian konsumsi daya dilakukan dengan dua variasi siklus kerja. Siklus pertama terdiri dari 10 menit kerja dan 10 menit tidur, dengan total 72 siklus dalam 24 jam. Siklus kedua terdiri dari 2 menit kerja dan 28 menit tidur, dengan total 46 siklus dalam 24 jam. Hasil pengujian menggunakan siklus pertama dan kedua menunjukkan bahwa baterai dengan konfigurasi 2S 2P, masing-masing berkapasitas 3000 mAh, mampu memenuhi kebutuhan energi sistem secara berkelanjutan selama pengujian 12 jam tanpa pengisian.

Durasi pada setiap siklus kerja mempengaruhi konsumsi daya sistem, semakin lama durasi kerja sistem maka akan semakin boros konsumsinya, sebaliknya semakin singkat durasi kerja sistem maka akan semakin hemat konsumsinya. Secara keseluruhan, baterai menunjukkan kinerja yang baik dalam kedua siklus, dengan kemampuan pengisian daya yang efisien dan kemampuan mempertahankan tegangan yang relatif stabil selama periode aktif.

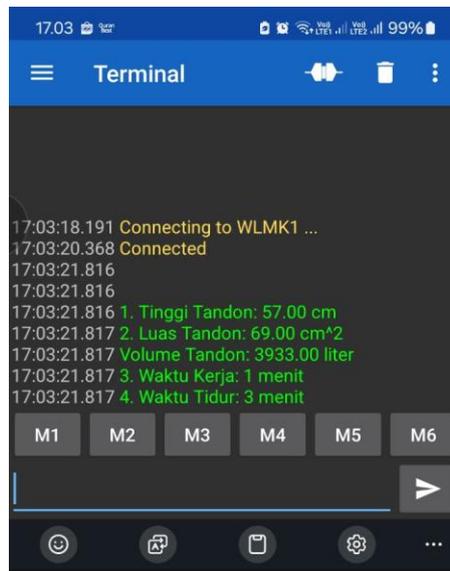
3.4. Pengujian seluruh sistem

Pengujian ini bertujuan untuk menguji keseluruhan kinerja sistem pemantauan, mulai dari pengaturan parameter, pengukuran ketinggian air, komunikasi lokal, hingga pengiriman data ke platform ThingSpeak. Alat ini memiliki dua mode operasi: pengaturan parameter dan pemantauan. Kedua mode ini dapat dipilih setelah sistem aktif menggunakan tombol tekan. Untuk masuk ke mode pengaturan parameter, tombol ditekan cepat dua kali, sedangkan untuk mode pemantauan, tombol ditekan sekali.

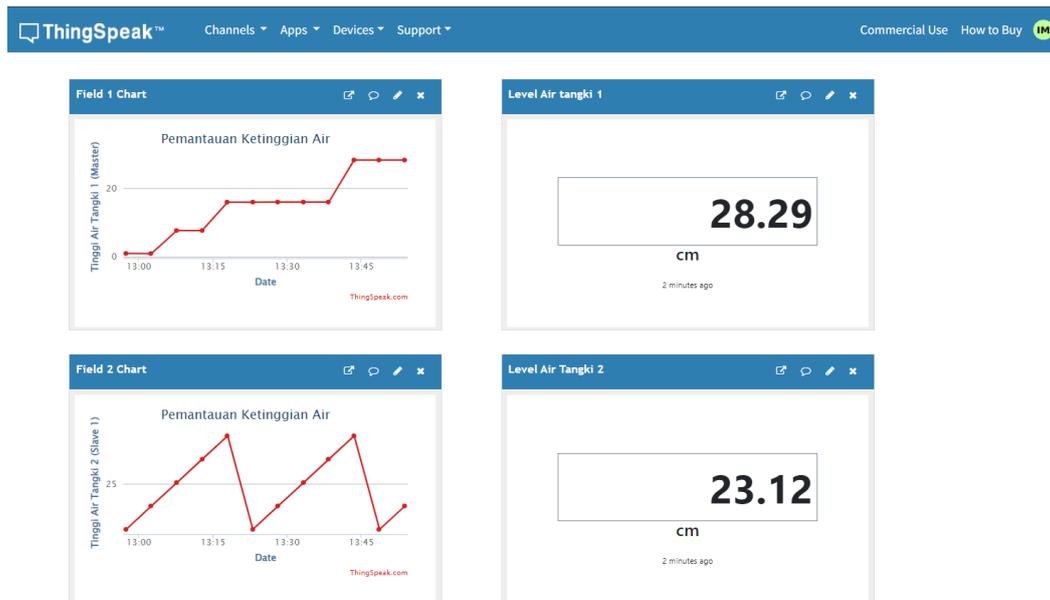


Gambar 8. Pemasangan alat pada prototipe penampungan air.

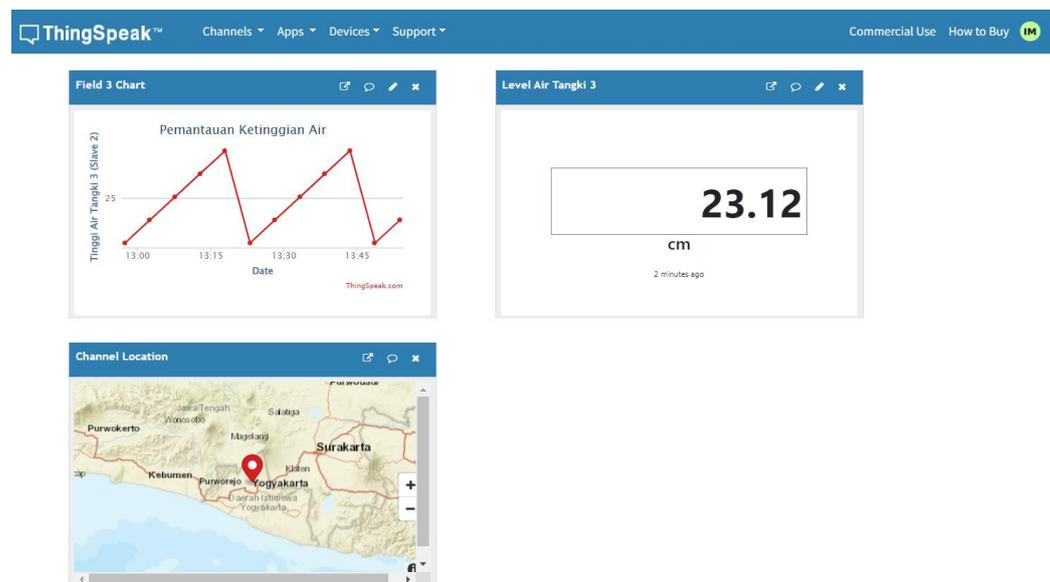
Mode pengaturan parameter ini menggunakan komunikasi serial Bluetooth dengan smartphone pengguna. Tampilan mode pengaturan dapat dilihat pada Gambar 9. Saat pertama kali terhubung, sistem akan langsung menampilkan nilai dari setiap parameter yang telah tersimpan sebelumnya. Terdapat beberapa parameter yang dapat diatur, antara lain tinggi tandon, luas alas tandon, waktu kerja, dan waktu tidur. Pengaturan parameter dilakukan dengan memasukkan kode parameter yang dipilih beserta nilainya, dipisahkan oleh tanda koma. Sebagai contoh, pada Gambar 9, tinggi tandon telah diatur menjadi 57 cm, luas alas tandon menjadi 69 cm, waktu kerja sistem menjadi 1 menit, dan waktu tidur menjadi 3 menit. Setelah selesai pada proses pengaturan parameter maka untuk keluar dari mode ini perlu menekan tombol selama 3 detik, maka kemudian akan masuk ke mode pemantauan yaitu pengukura ketinggian, komunikasi lokal, dan pengiriman data ke platform, Hasil pemantauan seperti Gambar 10.



Gambar 9. Tampilan mode pengaturan parameter.



Gambar 10. Tampilan platform pemantauan 1.



Gambar 11. Tampilan platform pemantauan 2.

Dari hasil pembacaan yang ditampilkan pada Gambar 10 dan 11 dapat diketahui ketinggian air yang diukur oleh master dan data dari kedua *slave*. Data yang dikirim oleh kedua *slave* berupa data *dummy* dengan lima variasi nilai.

Pada Gambar 10 dan 11, sistem beroperasi dengan siklus 4 menit (1 menit kerja dan 3 menit tidur). Dalam siklus ini, data ketinggian air yang terukur menunjukkan rentang variasi dari 0,8 hingga 28,29cm, mengindikasikan adanya perubahan ketinggian air. Hasil pembacaan sensor dianggap baik karena data yang dikirimkan tidak menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Data dari *slave* juga berhasil dikirimkan dengan akurat. Namun, perlu dicatat bahwa jika terjadi kesalahan komunikasi lokal, data yang dikirim ke platform ThingSpeak akan bernilai nol.

Secara keseluruhan, sistem bekerja dengan baik sesuai tujuan perancangan. Sistem mampu mengukur ketinggian air dengan akurasi yang baik, berkomunikasi dengan perangkat *slave* untuk

akuisisi data, dan mengirimkan data ke platform ThingSpeak dengan lancar sesuai hasil pengujian kualitas sinyal modul GSM SIM800L.

4. Kesimpulan

Integrasi perangkat IoT dengan GSM dan PLTS berhasil menciptakan sistem pemantauan ketersediaan air pada tangki penampungan secara real-time. Sensor ultrasonik AJ-SR04M memiliki akurasi yang baik, namun keterbatasan dalam batas pembacaannya perlu menjadi perhatian. Penggunaan komunikasi lokal ESP-NOW berhasil mengurangi jumlah perangkat yang perlu terhubung langsung ke platform ThingSpeak. Pemanfaatan platform ThingSpeak memungkinkan pencatatan data ketersediaan air pada setiap penampungan. Konfigurasi baterai Li-Ion 2S 2P dengan kapasitas 6000mAh, terintegrasi dengan PLTS 20 Wp mampu memberikan daya yang cukup untuk sistem beroperasi secara kontinu. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk mengganti sensor AJ-SR04M dengan sensor yang memiliki batas pembacaan yang lebih baik, mengembangkan aplikasi pemantauan mandiri yang lebih interaktif dan informatif, serta menambah kapasitas baterai untuk memperpanjang masa pakai sistem.

Referensi

- [1] BNPB, “Kekeringan di Pulau Jawa - Portal Satu Data Bencana Indonesia.” Diakses: 20 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://data.bnpb.go.id/pages/kekeringan-pulau-jawa>
- [2] BPBD-DIY, “Empat (4) Kabupaten DIY Dilanda Kekeringan.” Diakses: 23 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://bpbd.jogjapro.go.id/berita/empat-4-kabupaten-diy-dilanda-kekeringan>
- [3] A. K. Rindra, A. Widodo, F. Baskoro, dan N. Kholis, “Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis Iot (Internet Of Things),” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 11, no. 1, hlm. 17–22, Des 2021, doi: 10.26740/jte.v11n1.p17-22.
- [4] A. Kvisis, V. Komasilovs, N. Ozols, dan A. Zacepins, “Bee colony remote monitoring based on IoT using ESP-NOW protocol,” *PeerJ Comput Sci*, vol. 9, hlm. e1363, Apr 2023, doi: 10.7717/peerj-cs.1363.
- [5] A. Amrullah, “Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air pada Sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T,” *Jurnal Infomedia*, vol. 7, no. 1, hlm. 31, Jun 2022, doi: 10.30811/jim.v7i1.2955.
- [6] L. H. B. Santos *dkk.*, “Monitoring Industrial Systems Using ESP-NOW Protocol with Mesh and Ad Hoc Network,” dalam *2023 15th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON)*, IEEE, Nov 2023, hlm. 559–566. doi: 10.1109/INDUSCON58041.2023.10374804.
- [7] B. B. Sai Venkat, B. Lalasa, R. T. V, S. Vadrevu, dan G. K. Chellamani, “Smart Agro-Industrial Monitoring System Using Multi-Sensors and ESP-NOW Protocol,” dalam *2023 International Conference on Wireless Communications Signal Processing and Networking (WiSPNET)*, IEEE, Mar 2023, hlm. 01–05. doi: 10.1109/WiSPNET57748.2023.10134259.
- [8] R. Pasic, I. Kuzmanov, dan K. Atanasovski, “ESP-NOW communication protocol with ESP32,” *Izzivi prihodnost*, vol. 6, no. 1, Mar 2021, doi: 10.37886/ip.2021.019.
- [9] R. Yelekar, T. D. Tency, Aishwaryabharathi, S. Madbushi, dan S. Chaudhari, “IoT-based Smart Water Level Monitoring,” dalam *2023 IEEE 20th India Council International Conference (INDICON)*, IEEE, Des 2023, hlm. 1136–1142. doi: 10.1109/INDICON59947.2023.10440795.
- [10] N. T. Somantri, Y. Zainal, L. Akbar, dan A. M. Ridwan, “Design of pH Control in a Wastewater Treatment System Using an ESP8266 Microcontroller Based on IoT Thingspeak,” dalam *2023 17th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*, IEEE, Okt 2023, hlm. 1–5. doi: 10.1109/TSSA59948.2023.10366940.

- [11] P. Kanani dan M. Padole, “Real-time Location Tracker for Critical Health Patient using Arduino, GPS Neo6m and GSM Sim800L in Health Care,” dalam *2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, IEEE, Mei 2020, hlm. 242–249. doi: 10.1109/ICICCS48265.2020.9121128.
- [12] A. Supardi dan H. C. P. Aji, “Rancang Bangun Monitoring Ketinggian Air Berbasis IoT Untuk Daerah Persawahan Dengan Suplai Daya Energi Terbarukan,” Agu 2023, Diakses: 1 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/115227>
- [13] K. Aris Santoso dan T. Wahyu Kuningsih, “Perancangan Solar Cell System Offgrid Pada Daerah Rawan Gempa Yang Terdapat Situs Bersejarah (Studi Kasus : Kawasan Candi Prambanan),” vol. 8, no. 2, Jun 2016, Diakses: 1 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.itpln.ac.id/energi/article/view/244>
- [14] S. Suhono *dkk.*, “Rancang Bangun Kios Minuman dengan Konsep Container Booth Bertenaga Surya,” *Jurnal ELTIKOM*, vol. 6, no. 1, hlm. 56–64, Jan 2022, doi: 10.31961/eltikom.v6i1.539.
- [15] Telit Communications S.p.A., “AT Commands Reference Guide,” Agu 2006.