

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR SUMUR BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

Nazmi Inayah Tillah^{1*}, Agus Wagyana²

^{1,2}Politeknik Negeri Jakarta; Jl. Prof. Dr. G. A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16424

Received: 18 September 2024

Accepted: 5 Oktober 2024

Published: 12 Oktober 2024

Keywords:

ESP32 microcontroller;

Internet of Things;

SEN0366 Infrared sensor;

Water level detection.

Correspondent Email:

agus.wagyana@elektro.pnj.ac.id

Abstrak. Air tanah merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan, namun pemantauannya sering kali terkendala oleh teknologi yang terbatas, terutama untuk sumur dengan kedalaman yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring ketinggian air sumur berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor infrared SEN0366 yang mampu mendeteksi jarak hingga 80 meter. Sistem ini terdiri dari sensor infrared, mikrokontroler ESP32, dan platform web yang memungkinkan pemantauan jarak jauh secara real-time. Pengujian dilakukan pada sumur bor dengan kedalaman 84 meter. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sensor berhasil mendeteksi ketinggian air dengan rata-rata selisih sebesar 1,2% dibandingkan dengan pengukuran menggunakan laser digital. Data yang dikumpulkan oleh sensor diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD serta diunggah ke website monitoring. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan pembacaan yang akurat dengan persentase kesalahan rata-rata sebesar 1,5%. Pengujian ini membuktikan bahwa sistem monitoring berbasis IoT ini dapat diandalkan untuk memantau kondisi air sumur, memberikan data secara *real-time*, dan membantu dalam pengelolaan sumber daya air yang lebih efisien.

Abstract. Groundwater is a vital resource for life, yet its monitoring is often hampered by limited technology, especially for deep wells. This study aims to design and implement a well water level monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using the SEN0366 infrared sensor, capable of detecting distances up to 80 meters. The system consists of an infrared sensor, an ESP32 microcontroller, and a web platform that enables real-time remote monitoring. Testing was conducted on a borehole well with a depth of 84 meters. The measurement results showed that the sensor successfully detected the water level with an average deviation of 1.2% compared to measurements using a digital laser. Data collected by the sensor was processed by the ESP32 and displayed on an LCD, as well as uploaded to the monitoring website. The test results indicate that the system can provide accurate readings with an average error rate of 1.5%. This test demonstrates that the IoT-based monitoring system is reliable for monitoring well water conditions, providing real-time data, and aiding in more efficient water resource management.

1. PENDAHULUAN

Air tanah adalah sumber daya alam yang dapat diperbaharui, namun proses regenerasinya memerlukan waktu yang sangat panjang[1]. Ketika kualitas dan kuantitas air tanah terganggu, pemulihannya tidak hanya memakan

waktu yang lama tetapi juga biaya yang tinggi dan teknologi yang rumit. Bahkan dalam banyak kasus, kondisi air tanah mungkin tidak bisa Kembali di dalam akuifer, sangat penting untuk memastikan pasokannya tetap tersedia bagi masyarakat.

Akuifer adalah lapisan batuan yang berfungsi menyimpan dan mengalirkan air tanah dalam jumlah yang memadai dan ekonomis. Terdapat dua jenis akuifer, yaitu akuifer tertekan dan tidak tertekan. Akuifer tidak tertekan biasanya menyimpan air pada kedalaman kurang dari 40 meter dan dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga dan pertanian. Sebaliknya, akuifer tertekan terdapat pada kedalaman lebih dari 40 meter dan memerlukan sumur bor untuk mengeksploitasinya.[1]

PengukurA ketinggian air dalam sumur, umumnya menggunakan sensor ultrasonik seperti HC-SR04 dan HY-SRF05 sering digunakan, dengan kemampuan mendeteksi hingga 4 meter [2]. Namun sensor ini memiliki keterbatasan dalam hal jangkauan, sehingga tidak selalu ideal untuk sumur yang lebih dalam. Karena itu, diperlukan sensor dengan kemampuan jangkauan yang lebih luas untuk memantau sumur-sumur tersebut.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengintegrasikan sistem monitoring berbasis *website* yang menggunakan sensor *infrared* dengan jangkauan yang lebih luas. Sensor *infrared* seperti SEN0366 umumnya digunakan untuk pengukuran jarak, misalnya dalam aplikasi sebagai laser digital, dimana sensor ini mampu mendeteksi objek hingga jarak 50 meter di dalam ruangan dan hingga 80 meter di luar ruangan sesuai dengan spesifikasinya [3]. Selain itu, penggunaan sensor jarak dengan laser juga telah diterapkan dalam pengukuran ketinggian selama penerjunan malam hari di pesawat terbang, dan terbukti mampu mendeteksi objek hingga ketinggian 100 meter [4]. Aplikasi ini menunjukkan bahwa sensor laser memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pemantauan sumur.

Berdasarkan penelitian di Desa Cidahu Sukabumi, sistem monitoring berbasis IoT yang menggunakan ESP32, sensor ketinggian air, dan sensor pH terbukti efektif dalam pemantauan real-time. ESP32 menghubungkan sensor ketinggian air yang mengukur jarak antara permukaan air dan titik referensi, serta sensor pH untuk mengukur keasaman air. Dengan kemampuan Wi-Fi, ESP32 memproses dan mengirimkan data ke platform online, memungkinkan akses jarak jauh dan pemberitahuan otomatis saat kondisi air kritis.

Teknologi ini meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan sumber daya air [5].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Akuifer Tertekan

Berdasarkan peraturan menteri energi dan sumber daya mineral Nomor 31 Tahun 2018 tentang pedoman penetapan zona konservasi air tanah, sistem akuifer tertekan adalah jenis akuifer yang diapit oleh lapisan kedap air di bagian atas dan bawahnya. Lapisan-lapisan ini membuat air tanah dalam akuifer tertekan berada di bawah tekanan, sehingga air bisa naik ke permukaan jika terdapat sumur yang menembus lapisan atasnya. Salah satu isu penting dalam pengelolaan air tanah di akuifer tertekan adalah kerusakan yang diakibatkan oleh penurunan muka air tanah [1].

Kerusakan air tanah pada sistem akuifer tertekan dapat diukur berdasarkan penurunan muka air tanah, yang dilambangkan dengan s . Tingkat kerusakan ini dihitung dengan persamaan:

$$s = \frac{h}{H} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana H adalah tinggi kenaikan air yang dihitung dari atas akuifer tertekan. Dan h adalah penurunan tinggi kenaikan air setelah pengambilan air tanah. Kriteria untuk menilai tingkat kerusakan air tanah dalam sistem akuifer tertekan berdasarkan nilai s disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 1 Kriteria Tingkat Kerusakan Berdasarkan Nilai s

Kriteria	Rentang (%)
Aman	$s < 40\%$
Rawan	s antara $40\% - 60\%$
Kritis	s antara $60\% - 80\%$
Rusak	$s > 80\%$

2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan berbagai perangkat untuk memungkinkan mereka mengumpulkan dan bertukar data secara langsung dan *real-time*. Teknologi ini memungkinkan perangkat yang sebelumnya tidak memiliki kemampuan internet untuk dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh [6]. Struktur IoT terdiri dari tiga lapisan utama:

perception layer, *network layer*, dan *application layer*. *Perception layer* melibatkan sensor yang mengumpulkan data dari lingkungan fisik dan mengubahnya menjadi format digital. *Network layer* berfungsi sebagai penghubung antara *perception layer* dan *application layer*. Sementara itu, *application layer* menyediakan antarmuka bagi pengguna untuk berinteraksi dengan data yang telah dikumpulkan dan diproses [7].

2.3 Sensor Infrared SEN0366

Sensor IR SEN0366 dari DFRobot adalah sensor yang menggunakan teknologi *infrared laser range finder*, teknologi ini bekerja dengan memancarkan sinar laser ke targer dan mengukur waktu pantulan cahaya untuk menentukan jarak. Sensor ini dirancang untuk mendeteksi jarak yang jauh dengan laser IR yang terlihat dan bidang pandang yang kecil [3] Sensor ini memiliki jangkauan pengukuran antara 0,05 hingga 50 meter untuk penggunaan di luar ruangan, dengan akurasi deviasi standar $\pm 1,0$ mm.

2.4 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler System on Chip (SoC) yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan dikenal karena fleksibilitas dan kinerja tinggi yang ditawarkannya, menjadikannya pilihan populer dalam proyek-proyek IoT. Mikrokontroler ini mendukung konektivitas melalui WiFi 802.11 b/g/n dan Bluetooth 4.2, memungkinkan komunikasi internet dan nirkabel. Dengan mikroprosesor 32-bit Xtensa LX6 dual-core, ESP32 mampu menangani aplikasi dengan pemrosesan data yang rumit. Memori internalnya terdiri dari 448 kB ROM, 20 kB SRAM, dua memori RTC masing-masing 8 kB, dan flash memory sebesar 4 MB, serta ruang alamat untuk data dan instruksi sebesar 4 GB dan ruang alamat peripheral 512 kB. ESP32 juga menyediakan 18 pin ADC (12-bit), empat SPI, dan dua I2C, serta menawarkan harga yang ekonomis dan kemudahan pemrograman menggunakan berbagai platform seperti Arduino IDE, PlatformIO, dan Espressif IDF [8].

2.5 LCD I2C

Liquid Crystal Display (LCD) adalah perangkat yang digunakan untuk menampilkan informasi dari rangkaian elektronik, seperti

model 16x2 yang dapat menunjukkan hingga 192 karakter dengan dua baris dan memiliki pencahayaan belakang untuk kemudahan visual [9]. LCD sering diintegrasikan dengan Inter Integrated Circuit (I2C), sebuah protokol komunikasi serial dua arah yang menggunakan saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) untuk pertukaran data antara perangkat. Dalam sistem I2C, perangkat dapat bertindak sebagai Master, yang memulai dan mengakhiri transfer data sambil menghasilkan sinyal clock, atau sebagai Slave, yang menerima perintah dari Master [10].

2.6 Sistem Monitoring Berbasis Website

Sistem monitoring berbasis web ini dirancang khusus untuk memantau data ketinggian air sumur secara real-time. Melalui platform ini, pengguna dapat memperoleh informasi terbaru mengenai level air. Website merupakan kumpulan halaman web yang saling terhubung dan berisi berbagai bentuk konten, seperti teks, gambar, animasi, audio, dan video, yang dapat diakses melalui internet. Halaman-halaman web tersebut disimpan di server yang tersebar di berbagai lokasi, termasuk Indonesia, dan terhubung melalui jaringan internet global. [11]. Data yang disajikan di website ini disajikan dalam bentuk visual, sehingga memudahkan pengguna untuk memantau dan menganalisis kondisi air sumur, serta mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk menjaga stabilitas pasokan air.

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk mengembangkan dan menulis kode pada platform Arduino. Dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Java, perangkat lunak ini kompatibel dengan berbagai sistem operasi seperti Windows, Mac, dan Linux. Arduino IDE dilengkapi dengan fitur-fitur seperti penyorotan sintaksis, yang memudahkan pengguna dalam menulis dan memahami kode program [12].

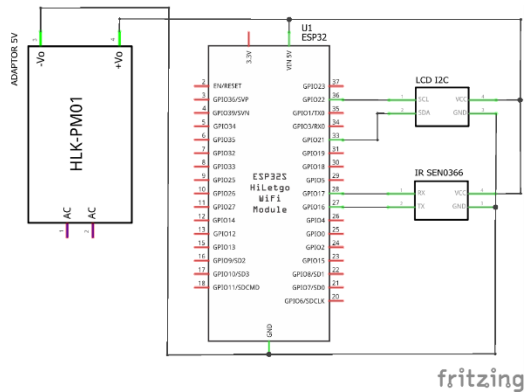
3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam studi ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan.

1. Perancangan Sistem

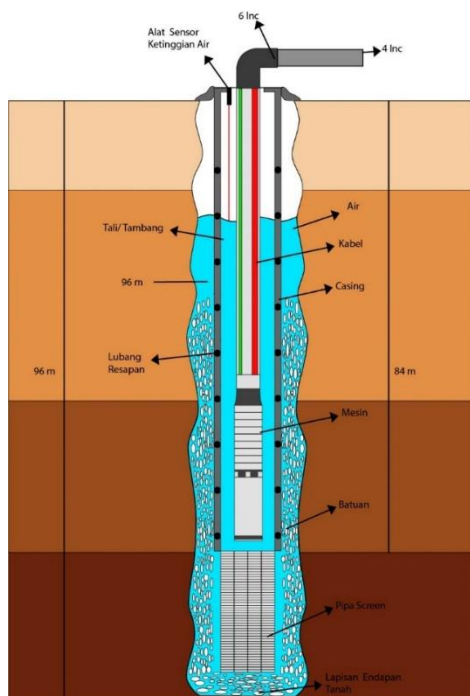
Proses perancangan sistem dimulai dengan menentukan kebutuhan dan spesifikasi teknis untuk sistem monitoring. Komponen yang dipilih termasuk sensor ketinggian,

mikrokontroler, dan modul komunikasi. Desain sistem dilakukan dengan mempertimbangkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak serta bagaimana data akan dikumpulkan dan ditampilkan. Dalam tahap ini, skematik komponen dibuat untuk menunjukkan hubungan antara berbagai elemen perangkat keras yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Skematik Komponen

Gambar 1 merupakan skematik dari komponen, dimana Tx sensor IR terhubung ke pin 16, Rx ke pin 15, pin LCD SCL ke pin 22, SDA ke pin 21, sementara VCC ke VIN 5V pada ESP32, dan GND sensor IR dan LCD terhubung ke GND pada ESP32. Visualisasi cara kerja alat digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Visualisasi Cara Kerja

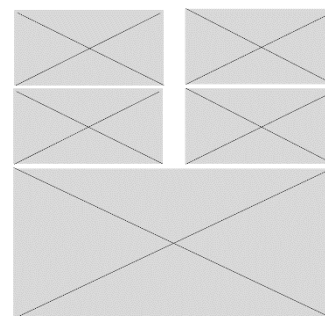
Gambar 2 merupakan visualisasi cara kerja alat, alat ini akan ditempatkan di atas sumur. Sumur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumur bor yang memiliki kedalaman 84 meter. Sensor akan menembak lurus ke permukaan air, sensor akan membaca data secara *real-time*.

Berikut *flowchart* cara kerja dari sistem pada Gambar 2.



Gambar 3 Flowchart Cara Kerja Sistem

Pada Gambar 3, ditunjukkan alur kerja sistem monitoring ketinggian air sumur. Proses dimulai dengan inisialisasi komponen, yaitu ESP32 dan sensor IR SEN0366. Sensor ini memancarkan sinar laser ke permukaan air untuk mengukur jarak dari sensor ke permukaan air. Selanjutnya, ketinggian air dihitung dengan mengurangkan jarak yang dibaca sensor dari kedalaman sumur. Data yang diproses oleh ESP32 kemudian ditampilkan pada LCD dan juga dikirimkan ke database. Data di database selanjutnya ditampilkan di website untuk pemantauan secara jarak jauh. Untuk *website*, perancangan mockup digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Mockup Website

Gambar 4 menggambarkan mockup dari website yang akan dibuat. Website ini akan menampilkan informasi seperti nilai jarak, volume air, dan status sumur. Selain itu, juga akan disertakan diagram yang menunjukkan data ketinggian air sumur secara visual.

2. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan merakit komponen perangkat keras dan mengembangkan perangkat lunak untuk memproses dan menampilkan data. Sensor infrared SEN0366 dipasang pada sumur untuk mengukur ketinggian air, sementara mikrokontroler ESP32 digunakan untuk menghubungkan sensor dengan platform web. Kode pemrograman ditulis untuk mengontrol perangkat keras dan mengirim data ke server. Berikut hasil komponen yang telah dirakit pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Perakitan

Gambar 5 merupakan hasil perakitan komponen berdasarkan skematik yang telah dirancang. Untuk memprogram alat, menggunakan Arduino IDE. Berikut potongan program alat

```
delay(100);
if (Serial2.available() >= 11) {
  for (int i = 0; i < 11; i++) {
    data[i] = Serial2.read();
  }
  Serial.print("Received data: ");
  for (int i = 0; i < 11; i++) {
    Serial.print(data[i], HEX);
    Serial.print(" ");
  }
  Serial.println();
  unsigned char Check = 0;
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    Check += data[i];
  }
  Check = ~Check + 1;
  if (data[10] == Check) {
    dataReceived = true;
    if (data[2] == 'E' && data[4] == 'R' && data[5] == 'R') {
      Serial.println("Out of range");
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("Out of range");
    } else {
      float distance = 0;
      distance = (data[2] - '0') * 100 + (data[3] - '0') * 10 + (data[4] - '0') * 1 +
        (data[7] - '0') * 0.1 + (data[8] - '0') * 0.01 + (data[9] - '0') * 0.001;
      if (distance >= 0 && distance < 1000) {
        Serial.print("Distance = ");
        Serial.print(distance, 3);
        Serial.println(" M");
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Jarak = ");
        lcd.print(distance, 3);
        lcd.print(" M");
        float waterHeight = 84 - distance;
        lcd.setCursor(0, 1); // Set cursor to the start of the second line
        lcd.print("TinggiAir=");
        lcd.print(waterHeight, 3);
        lcd.print(" M");
      }
    }
  }
}
```

Gambar 6 Potongan Program Arduino

Gambar 6 merupakan potongan program Arduino yang digunakan untuk membaca dan

memproses data yang diterima dari sensor jarak IR SEN0366, serta menghitung ketinggian air di dalam sumur. Program ini dimulai dengan memverifikasi apakah data yang diterima dari sensor valid atau tidak. Jika sensor mendeteksi bahwa jarak yang diukur berada di luar jangkauan yang dapat dibaca, program akan menampilkan pesan 'Out of range' pada LCD dan serial monitor. Jika data valid, program kemudian menghitung jarak yang sebenarnya dari sensor ke permukaan air dengan menggunakan informasi yang diterima dari sensor. Nilai jarak ini dikalibrasi dan ditampilkan dalam meter (M). Setelah jarak dihitung, program selanjutnya menghitung ketinggian air di dalam sumur dengan mengurangi nilai jarak dari kedalaman sumur yang telah diketahui, yaitu 84 meter. Hasil ketinggian air ini kemudian ditampilkan pada LCD sebagai 'TinggiAir', memberikan informasi *real-time* mengenai kondisi sumur.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat berhasil mendeteksi permukaan air sumur, ditampilkan data jarak dan ketinggian pada LCD. Seperti pada Gambar 7, dokumentasi ketika pengujian di sumur.



Gambar 7 Dokumentasi Pengujian

Pada *website* data berhasil ditampilkan, nilai jarak, ketinggian air, volume, dan juga status sumur ditampilkan pada *website monitoring* seperti pada Gambar 8.

PAM SIMAS SAGARA			
DESA SINDANGKERTA, KECAMATAN SINDANGKERTA, KABUPATEN BANDUNG BARAT, JAWA BARAT			
Nilai Jarak	Ketinggian Air Sumur	Volume Air Sumur	Status Sumur
2 m	82 m	1449.06 L	AMAN

Gambar 8 Website Monitoring

Pengujian berlangsung ketika mesin air dinyalakan, hal ini dilakukan agar dapat melihat

perubahan data dari air sumur. Untuk mengetahui apakah sensor berhasil mendeteksi permukaan air atau tidak. Sebagai perbandingan, dilakukan pengujian menggunakan laser digital sebagai alat ukur. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran

No.	Hasil pengukuran		Selisih laser digital dan alat (meter)	Persentase kesalahan (%)	Status pada Website
	Laser digital (meter)	Alat (meter)			
1.	4.876	4.873	0.003	0.061	AMAN
2.	4.987	4.983	0.004	0.080	AMAN
3.	4.998	4.942	0.056	1.120	AMAN
4.	4.958	4.952	0.006	0.121	AMAN
5.	5.017	4.960	0.057	1.136	AMAN
6.	5.038	5.032	0.006	0.119	AMAN
7.	5.058	5.034	0.024	0.475	AMAN
8.	5.100	5.048	0.052	1.029	AMAN
9.	5.128	5.069	0.059	1.167	AMAN
10.	5.140	5.071	0.069	1.344	AMAN
11.	5.210	5.204	0.006	0.115	AMAN
12.	5.304	5.220	0.084	1.583	AMAN
13.	5.342	5.340	0.002	0.037	AMAN
14.	5.417	5.410	0.007	0.129	AMAN
15.	5.540	5.535	0.005	0.090	AMAN
16.	5.214	5.214	0.001	0.019	AMAN
17.	6.198	6.134	0.064	1.042	AMAN
18.	6.212	6.148	0.064	1.035	AMAN
19.	6.332	6.265	0.067	1.058	AMAN
20.	6.470	6.343	0.127	1.967	AMAN
Rata-rata			0.042	0.814	

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, terdapat perbedaan kecil antara hasil pengukuran menggunakan laser digital dan alat yang dirancang, dengan selisih rata-rata sebesar 0,042 meter dan persentase kesalahan rata-rata 0,814%. Pada pengukuran tertentu, seperti pada data pertama hingga kelima, perbedaan antara laser digital dan alat berkisar antara 0,003 hingga 0,057 meter, dengan persentase kesalahan mulai dari 0,061% hingga 1,136%. Nilai ini menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, meskipun ada beberapa variasi kecil dalam hasil yang didapat. Misalnya, pengukuran pada titik ke-20 menunjukkan selisih terbesar, yaitu 0,127 meter, dengan persentase kesalahan sebesar 1,967%. Meskipun demikian, seluruh data yang

diukur tetap menunjukkan status "AMAN" pada website, yang menandakan bahwa alat tersebut masih beroperasi dalam batas toleransi yang dapat diterima. Dengan persentase kesalahan yang umumnya rendah, alat ini dianggap dapat diandalkan untuk pemantauan ketinggian air sumur secara real-time.

5. KESIMPULAN

- Sistem monitoring ketinggian air sumur berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan sensor infrared SEN0366 berhasil diimplementasikan dan bekerja dengan baik. Sensor ini mampu mendeteksi ketinggian air secara akurat dan real-time, yang kemudian data tersebut ditampilkan di LCD serta diunggah ke website monitoring.
- Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan data ketika air mengalami penyusutan. Sensor mampu mendeteksi permukaan air. Perbedaan hasil pengukuran dengan laser digital sebagai alat pembanding menunjukkan persentase kesalahan yang relatif kecil, dengan rata-rata di bawah 2%, sehingga sistem ini dapat diandalkan untuk pemantauan air sumur.
- Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi air sumur dari jarak jauh melalui website, memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau kondisi sumur dan mengambil tindakan yang diperlukan. Fitur peringatan status sumur yang ditampilkan pada website juga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan air sumur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Menteri ESDM, Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2018 tentang Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah. 2018.
- [2] S. Anwar and D. Irawan, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Perubahan Signifikan Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet Of Thing (Iot)," Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, vol. 12, no. 3, Aug. 2024

- [3] M. Hasyim and A. Ahfas, "Design Of Digital Meters 50 Meters Distance Using Infrared Laser Distance Sensors Based On Arduino Nano," 2023.
- [4] S. D. Putra, L. A. D. M. Minggu, and A. P. Sari, "Rancang Bangun Sensor Jarak Ketinggian Untuk Penerjunan Malam Hari Menggunakan Arduinodengan Peringatan Buzzer," in Seminar Nasional Foreti Regional 7, 2018.
- [5] M. Sadam Fadilah and U. Falah, "Pembuatan Sistem Monitoring Ketinggian Air Sumur Resapan di Desa Cidahu Sukabumi Berbasis IoT," Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Masyarakat Bidang Ilmu Komputer, 2023.
- [6] M. I. Alsharari and M. S. Al-Rashdan, "Internet Of Things (Iot) Using Arduino Microcontroller For Smart Home Applications," International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering, vol. 11, no. 6, 2023
- [7] L. Lestari, S. Syahwin, and T. Haramaini, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Kendali Lampu menggunakan Android," Blend Sains Jurnal Teknik, vol. 2, no. 2, pp. 112–124, Aug. 2023
- [8] A. Wagya and Rahmat, "Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)," Jurnal Ilmiah Setrum Article In Press, vol. 8, no. 2, pp. 238–247, 2019.
- [9] D. Auliya Saputra, N. Utami, and R. Setiawan, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler," Jurnal ICTEE, vol. 1, no. 1, pp. 15–19, 2020.
- [10] Y. Saghoa, S. Sompie, and N. Tulung, "Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, vol. 7, no. 2, 2018.
- [11] R. Noviana, "Pembuatan Aplikasi Penjualan Berbasis Web Monja Store Menggunakan Php Dan Mysql," Jurnal Teknik dan Science (JTS), vol. 1, no. 2, pp. 112–124, Jun. 2022.
- [12] D. A. Jakaria and M. R. Fauzi, "Aplikasi Smartphone Dengan Perintah Suara Untuk Mengendalikan Saklar Listrik Menggunakan Arduino," Jurnal Teknik Informatika, vol. 8, no. 1, 2020.